

Національна академія наук України
Державна установа "Інститут еволюційної екології НАН України"

Національна академія наук України
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису


ГОНЧАРЕНКО ІГОР ВІКТОРОВИЧ

УДК: 581.9 : 581.524 + 58.087

ДИСЕРТАЦІЯ
КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗНОМАНІТНОСТІ,
СТРУКТУРИ І АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ
РОСЛИННОСТІ


03.00.05 – ботаніка
біологічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____  _____ Гончаренко І.В.

Науковий консультант: Соломаха Володимир Андрійович, доктор
біологічних наук, професор

Київ – 2021

Всі примірники ідентичні 

АНОТАЦІЯ

Гончаренко І.В. Кількісні методи дослідження різноманітності, структури і антропогенної трансформації рослинності. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 "Ботаніка". – Державна установа "Інститут еволюційної екології НАН України", Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ, 2021.

Дисертація присвячена порівняльному аналізу кількісних методів, які використовуються на різних етапах обробки фітоценотичних даних у класифікації, ординації, фітоіндикації, а також для дослідження антропогенної трансформації рослинності.

В умовах комп'ютеризації усіх напрямків фітоценології важливим завданням є пошук нових підходів до обробки геоботанічних даних. З одного боку, спостерігається зростання потужності статистичних і комп'ютерних методів, які відкривають нові можливості для обробки даних, що є традиційно-складними у фітоценології (екотонні угруповання, антропогенна рослинність і т.д.). З іншого боку, новітні методи потребують апробації на фітоценотичних даних з різними характеристиками. Якщо у 80-х роках минулого сторіччя головним обмежуючим фактором при обробці даних була потужність комп'ютерів, то нині особливий акцент стоїть на правильності вибору тих чи інших методів. Враховуючи значне зростання обсягів фітоценотичних даних, важливими критеріями розробки нових і застосування традиційних методів є вимоги щодо швидкості обчислень, обробки значних за обсягами масивів описів і т.п. Тому важливим напрямком досліджень у фітоценології є комплексна оцінка сучасних методів обробки фітоценотичних даних, їх порівняльний аналіз і апробація на даних різних типів рослинності, регіонів і т.д.

Мета роботи – провести порівняльний аналіз існуючих і апробацію нових кількісних методів, індексів та підходів дослідження різноманіття, структури і антропогенної трансформації рослинності. Для досягнення мети були поставлені *наступні завдання*: 1. провести порівняльний аналіз методів автоматичної класифікації фітоценотичних матриць; 2. оцінити перспективність у класифікації рослинності методів кластеризації з відділенням шуму (noise clustering), у тому числі нового методу DRSA, Distance-Ranked Sorting Assembling; 3. проаналізувати індекси вірності, що використовуються для класифікації діагностичних видів на статистичній основі; 4. проаналізувати підходи щодо оцінки якості фітоценотичної класифікації; 5. провести порівняльний аналіз статистичних методів, що застосовуються для аналізу даних фітоіндикації; 6. проаналізувати кількісні методи оцінки ступеня антропогенної трансформації рослинності; 7. оцінити перспективність методики фітосоціологічного спектру для аналізу синтаксономічної диференціації.

Об'єктами дослідження (моделями для апробації) є ксеромезофітні дубові ліси помірної зони Європи, лучна рослинність заплав Сейму та Дніпра, лісова рослинність м. Київ та околиць.

Предмет дослідження – кількісні методи обробки фітоценотичних даних, що застосовуються у класифікації, ординації, фітоіндикації та для оцінки антропогенної трансформації рослинності.

Робота структурно складається з двох частин – основної теоретико-методичної частини (розділи 1–7) і фітоценотичної, що є результатом апробації методів на різних даних у першій частині (розділи 8–11).

У порівняльному аспекті були проаналізовані методи автоматичної класифікації фітоценотичних матриць, запропонований новий метод класифікації рослинності DRSA (розділ 1), проаналізовані індекси вірності, що використовуються у класифікації діагностичних видів на статистичній основі (розділ 2), розглянуті підходи до оцінки якості фітоценотичної класифікації (розділ 3), проаналізовані методи, що застосовуються для

статистичного аналізу даних фітоіндикації (розділ 4) і оцінки антропогенної трансформації рослинності на основі кількісних критеріїв (розділ 5), показано перспективність використання методики фітосоціологічного спектру (розділ 6) та розглянуті особливості застосування різних методів на рівні порівняльного аналізу синтаксонів (синоптичних матриць) (розділ 7).

Запропонований метод автоматичної класифікації рослинності DRSA продемонстрував ефективність у випадку фітоценотичних даних із значною часткою перехідних (екотонних) описів. Проведено порівняння методу DRSA і 7 різних методів автоматичної класифікації, а також подано оцінку подібності класифікацій різними методами. Проаналізовано 11 індексів вірності з точки зору використання їх як порогових критеріїв у класифікації діагностичних видів. Досліджено кореляцію класифікацій діагностичних видів з використанням різних індексів вірності, а також її залежність від врахування значень проєктивного покриття видів і уведення корегуючої поправки на нерівний розмір кластерів. Запропонована схема класифікації індексів вірності за їх статистичними властивостями, подані рекомендації щодо їх вибору і введення корегуючої поправки на нерівний розмір кластерів. У порівняльному аспекті проаналізовано 9 геометричних і 6 флористичних критеріїв оцінки якості фітоценотичної класифікації. Запропоновано новий підхід на основі збалансованого (комбінованого) критерію для визначення оптимальної кількості фітоценотичних кластерів, особливо перспективний для даних з нечіткою кластерною структурою.

Розроблений новий метод аналізу екологічної диференціації рослинності на основі відносних відхилень від екофону та з використанням стандартизованих екологічних шкал. Проаналізовані можливості та обмеження дисперсійного аналізу даних фітоіндикації для оцінки ступеня диференціації синтаксонів за окремими екофакторами. На прикладі різних модельних наборів даних показано перспективність використання методу дерев класифікації (CART) для розробки класифікатора синтаксонів на

основі даних фітоіндикаційного оцінювання описів і синтаксонів. Розглянуто методичні підходи щодо оцінки антропогенної трансформації рослинності на основі фітоіндикації з використанням шкал відношення рослин до антропогенного фактору. Проведено оцінку індикативності різних ознак і запропоновано схему класифікації стадій антропогенної трансформації лісової рослинності за флористичними ознаками. Подано оцінку ступеня антропогенної трансформації синтаксонів 7 класів лісової рослинності м. Київ за комплексом показників. Проаналізовані переваги і обмеження методики фітосоціологічного спектру і перспективність використання фітосоціологічних змінних у ординаційному аналізі.

Усі проаналізовані методи і підходи розглянуті і апробовані на п'яти наборах даних. Вони мають різний географічний охоп, різний рівень альфа- та бета-різноманіття, репрезентують різні типи рослинності – ксеромезофітні дубові ліси помірної зони Європи (розділ 8-9), лісова рослинність м. Київ та околиць (розділ 10), лучна рослинність заплави Сейму та Дніпра (розділ 11). Це дозволило детально проаналізувати ефективність різних методів з урахуванням специфіки даних.

Проведено синтаксономічну ревізію і порівняльний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів Центральної і Східної Європи. Наведені регіональні диференційні види центральноєвропейської, східноєвропейської та південно-уральської групи ксеромезофітних дубових лісів. Встановлені провідні екологічні та кліматичні фактори синтаксономічної диференціації та особливості фітосоціологічної і ярусної структури ксеромезофітних дубових лісів у різних частинах ареалу. Описано два нові союзи ксеромезофітних дубових лісів східноєвропейської провінції – *Betonicus officinalis-Quercion roboris* і *Scutellario altissimae-Quercion roboris*.

За результатами аналізу лісової рослинності м. Київ та околиць наведено дані щодо її синтаксономічного різноманіття, проведений екологічний аналіз за методикою фітоіндикації, проаналізовано фітосоціологічну структуру синтаксонів за співвідношенням діагностичних

видів різних класів Браун-Бланке.

У порівняльному аспекті проаналізовано різноманіття і екологічні режими формування лучної рослинності заплав Сейму та Дніпра у межах Лівобережного Полісся України. Показано, що розподіл синтаксонів між двома частинами регіону досліджень значною мірою залежить від різного характеру алювіальних відкладів у заплавах річок з різним гідрологічним режимом і зрілістю профілю долини. Встановлені провідні фактори екологічної диференціації рослинності, фітосоціологічну структуру та подано фітоценотичну характеристику синтаксонів.

Ключові слова: фітоценологія, кількісні методи, класифікація рослинності, ординація, фітоіндикація, антропогенна трансформація

SUMMARY

Goncharenko I. V. **Quantitative methods for studying diversity, structure and anthropogenic transformation of vegetation.** – Qualification scientific work on the rights of manuscript.

Thesis for Doctor of Science Degree in Biology, speciality 03.00.05 – Botany. – State Institution " Institute for evolutionary ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine", M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to the analysis of quantitative methods used at various stages of processing phytocoenotic data in classification, ordination, phytoindication of vegetation, as well as for research of anthropogenic transformation of vegetation.

In the context of computerization of all areas of phytocoenology, an important task is to find new approaches to processing geobotanical data. On the one hand, there is an increase in the power of statistical and computer methods, which open up new possibilities for processing data that are traditionally complicated in phytocoenology (ecotonic communities, anthropogenic vegetation, etc.). On the other hand, the newest methods require testing on phytocoenotic data with various characteristics. Considering in the 80s of the previous century the power of computers was the main limiting factor in data processing, currently a special emphasis is on the proper choice of relevant methods. Considering the significant growth in the amount of phytocoenotic data, the important criteria for the development of new and the use of traditional methods are requirements for the speed of calculations, processing of large amount of relevés, etc. Therefore, an important research task in phytocoenology is an assessment of modern methods of processing phytocoenotic data, comparative analysis of them and testing by data on various types of vegetation, from different regions, etc.

The objective of the study is to compare existing and test new quantitative

techniques, indexes and approaches for studying diversity, structure and anthropogenic transformation of vegetation. The following tasks have been set to achieve the objective: 1) to carry out a comparative analysis of different methods of automatic classification of phytocoenotic matrices; 2) to evaluate the potentiality in vegetation classification of the noise clustering approaches, including the new DRSA method; 3) to analyze different indices / fidelity coefficients used for classification of diagnostic species on a statistical basis; 4) to analyze different methods of assessment of the quality of phytocoenotic classification, including geometric and floristic criteria, and to develop on this basis a generalized approach for determining the optimal number of phytocoenotic clusters in the data; 5) to carry out a comparative analysis of statistical methods used to analyze phytoindication data; 6) to analyze quantitative methods of assessing the degree of anthropogenic transformation of vegetation; 7) to study the potentiality of the phytosociological spectrum method for the analysis of syntaxonomic differentiation.

Research objects (and data for testing) are xeromesophytic oak forests of the temperate zone of Europe, meadow vegetation of the floodplains of the Seym and the Dnieper, forest vegetation of Kyiv and environs.

Subject matter of the study is to analyze quantitative methods used at different stages of phytocoenotic data processing, specifically in classification, ordination, phytoindication and for assessment of anthropogenic transformation of vegetation.

The work is structurally composed of two parts – the main theoretical and methodological part (Sections 1-7) and the phytocoenotic one, which is the result of approbation of methods on various data in the first part of thesis (Sections 8-11).

In the comparative context the methods of automatic classification of phytocoenotic matrices were analyzed (Section 1), and a new method of cluster analysis of DRSA vegetation classification was developed (Section 1). Fidelity indices used in the classification of diagnostic species on a statistical basis were discussed (Section 2). The approaches to quality assessment of phytocoenotic

classification (Section 3), as well as the methods that are the most promising for the analysis of phytoindication data (Section 4) and for assessing the degree of anthropogenic transformation of vegetation on the basis of quantitative criteria (Section 5) were considered. The prospects of using the phytocoenotic spectrum approach (Section 6) were analyzed, and the methodological basis for meta-analysis of synoptic matrices were discussed (Section 7).

The DRSA method of automatic vegetation classification has shown high efficiency in case of phytocoenotic data with a significant share of transitional (ecotonic) descriptions. The comparison of DRSA method with 7 different automatic classification methods was done, as well as the evaluation of similarity of classifications by the different methods and their similarity to the expert (benchmark) classification. We have analyzed 11 fidelity indices with regard to their use as threshold criteria in classification of diagnostic species. Correlations of diagnostic species classifications using different fidelity indices have been studied, as well as their dependence on taking into account the projective coverage of species and applying the correction for unequal cluster size. The classification of fidelity indices on the basis of their statistical properties was proposed, and the recommendations on their choice and on applying of the correction for unequal cluster sizes were given. In comparative aspect, 9 geometric and 6 floristic indexes of validation of phytocoenotic classification were analyzed. A new approach based on balanced (combined) criteria for determining the optimal number of phytocoenotic clusters were proposed, especially promising for data with fuzzy cluster structure.

The new method of analysis of ecological differentiation of vegetation based on the relative differences and with the use of standardized phytoindicational scales has been developed. The capabilities and limitations of the variance analysis applied for the phytoindicational data were analyzed in the context of assessing the degree of differentiation of syntaxa by certain environmental gradients. On the example of different model data sets, the prospects of using the classification and regression trees (CART) for the development of a classifier of syntaxa based on

phytoindication data were shown. Methodological principles for estimating the anthropogenic transformation of vegetation on the basis of the phytoindication approach and with the use of the plant indicator scales were considered. Various floristic indicators were evaluated and a classification scheme of anthropogenic transformation of forest vegetation was proposed. The estimation of a degree of anthropogenic transformation of syntaxa of 7 classes of forest vegetation of Kyiv city is resulted. The advantages and limitations of the phytosociological spectrum approach and the potential of using phytosociological variables for the ordination of vegetation were analyzed.

All methods and approaches have been tested on five data sets. The latter are different in geographical scope, levels of alpha- and beta- diversity, and represent different types of vegetation, namely xeromesophytic oak forests of temperate zone of Europe (Sections 8-9), forest vegetation of Kyiv and its environs (Section 10), meadow vegetation of the Dnieper and Seym floodplains (Section 11). This made it possible to analyze in detail the effectiveness of different methods, taking into account the specifics of the various data sets.

The syntaxonomic revision and comparative analysis of the syntaxa of xeromesophytic oak forest of Central and Eastern Europe were performed. The regional differential species of the Central-European, East-European and South Uralian group of xeromesophytic oak forests were stated. Main ecological and climatic factors of syntaxonomic differentiation have been determined and peculiarities of phytosociological and layer structure of xeromesophytic oak forests in different parts of the distribution range in Europe have been analyzed. New alliances of xeromesophytic oak forests in East-European province, namely *Betonico officinalis-Quercion roboris* and *Scutellario altissimae-Quercion roboris* have been described.

New and updated on the syntaxonomic diversity of forest vegetation of Kyiv and its environs were presented as a result of vegetation classification, ecological analysis with the use of phytoindication, phytosociological structure of syntaxa by the ratio of diagnostic species of different Braun-Blanquet classes. In the

comparative aspect, the diversity and ecological regimes of meadow vegetation of the Dnieper and Seym rivers of the Left-Bank Polissya of Ukraine were analyzed. It is shown that the distribution patterns of the syntaxa between the two parts of the study region is largely dependent on the different type of alluvial deposits in floodplains of rivers with different hydrological regimes. Main gradients of ecological differentiation of vegetation have been established, phytosociological structure and phytocoenotic characterization of syntaxa were presented.

Keywords: phytocoenology, quantitative methods, classification of vegetation, ordination, phytoindication, anthropogenic transformation

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. **Гончаренко І. В.** Принципи побудови і ревізії макросинтаксономічної системи. Суми: СумДПУ, 2007. 141 с. ISBN 966-698-087-8.
2. **Гончаренко І. В.** Фітоіндикація антропогенного навантаження. Дніпро: Вид-во Середняк, 2017. 127 с. ISBN 978-617-7479-74-0.

Авторські свідоцтва

3. **Гончаренко І. В.** А.с. 58837 DRSA (distance-ranked sorting assembling) – метод сортуючого кластерного аналізу. Державна служба інтелектуальної власності України. Бюл. № 36. – 26.02.2015.

Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах Web of Science та/або Scopus

4. **Goncharenko I., Kovalenko O.** Oak forests of the class *Quercetea pubescentis* in Central-Eastern Ukraine. *Thaiszia - Journal of Botany*. 2019. Vol. 29, № 2. P. 191–215. (Особистий внесок: збір інформації, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті)
5. **Goncharenko I. V., Semenishchenkov Yu. A., Tsakalos J. L., Mucina L.** Thermophilous oak forests of the steppe and forest-steppe zones of Ukraine and Western Russia. *Biologia*. 2020. Vol. 75, № 3. P. 337–353. (Особистий внесок: збір і аналіз літературних даних, підготовка і математична обробка даних, інтерпретація результатів, підготовка графічного матеріалу, написання рукопису статті та висновків)
6. **Goncharenko I., Kozyr M., Senchylo O.** Classification of the floodplain meadows of the Seym and the Dnieper river valleys in the north-eastern part of Ukraine. *Biologia*. 2020. Vol. 75, № 1. P. 53–70. (Особистий внесок: збір інформації, аналіз літературних даних, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)
7. **Goncharenko I. V., Senchylo O. O.** The study of fidelity measures in the context of using them as a threshold criterion in the allocation of diagnostic

species. *Ecologica Montenegrina*. 2020. Vol. 30. P. 28–36. (Особистий внесок: збір даних, математична обробка, інтерпретація і обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)

8. **Goncharenko I. V.**, Yatsenko H. M. Phytosociological study of the forest vegetation of Kyiv urban area (Ukraine). *Hacquetia*. 2020. Vol. 19, № 1. P. 99–126. (Особистий внесок: збір інформації, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
9. Churilov A., **Goncharenko I.**, Kravchenko O., Kovalevskiy S. B., Marchuk Y., Maevskiy K., Kovalevskiy S., Marchuk O., Shevchuk M., Dubchak M. Phytoindicative assessment and analysis of vegetation in disturbed areas after illegal amber mining in the Western Polissya of Ukraine. *Forestry ideas*. 2020. Vol. 26, № 1. P. 191–208. (Особистий внесок: математична обробка, інтерпретація і обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію

10. **Гончаренко И. В.** DRSA: алгоритм неиерархической кластеризации с использованием K-NN графа и его применение в классификации растительности. *Растительность России*. 2015. Вып. 27. С. 125–138.
11. **Гончаренко И. В.**, Голик Г. Н. Классификация и фитоэкологическая оценка лесопарковой растительности г. Киева. *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2015. Вып. 9, № 4. С. 129–158. (Особистий внесок: збір інформації, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)

Статті у фахових виданнях України

12. **Гончаренко І. В.** Розпізнавання синтаксономічної належності фітоценозів за фітоіндикаційними даними. *Екологія та ноосферологія*. 2002. Вип. 12, № 3–4. С. 41–46.

13. **Гончаренко** І. В., Дідух Я. П. Поняття про загальну та мінімальну екологічну амплітуду синтаксонів. *Наукові записки НАУКМА: Сер. Біологія та екологія*. 2002. Вип. 20. С. 57–61. (Особистий внесок: збір даних, теоретична концепція, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
14. **Гончаренко** І. В. Умови зростання широколистяних лісів на різних типах рельєфу Лівобережного Лісостепу. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Сер. Біологія*. 2002. Вип. 38. С. 41–43.
15. **Гончаренко** І. В. Інтерпретація факторної моделі в фітоценології з використанням даних фітоіндикації. *Питання біоіндикації та екології*. 2002. Вип. 7, № 2–3. С. 17–25.
16. **Гончаренко** І. В. Фітоіндикаційний моніторинг рослинності (загальна концепція). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: Сер. Біологія*. 2002. Вип. 4, № 19. С. 5–9.
17. **Гончаренко** І. В., Дідух Я. П. Метод Браун-Бланке: історія та сучасні тенденції. *Наукові записки НАУКМА: Сер. Біологія та екологія*. 2003. Вип. 21. С. 82–91. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, теоретична концепція, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)
18. **Гончаренко** І. В. Визначення асоціацій в дискримінантному аналізі. *Науковий вісник Ужгородського університету: Сер. Біологія*. 2003. Вип. 12. С. 22–26.
19. **Гончаренко** І. В. Використання центроїдного методу в ординації угруповань. *Вісник Донецького ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2003. Вип. 1. С. 281–287.
20. **Гончаренко** І. В., Дідух Я. П. Моделирование потенциального флористического состава растительных сообществ. *Вісник Донецького ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2004. Вип. 1. С. 429–441. (Особистий внесок:

аналіз літературних даних, теоретична концепція, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)

21. **Гончаренко** І. В. Метод оцінки репрезентативності видового складу синтаксонів. *Укр. ботан. журн.* 2004. Вип. 61, № 1. С. 124–132.
22. **Гончаренко** І. В. Класифікація болотних екосистем Лівобережного Лісостепу. *Вісник Запорізького національного університету: Сер. Біологічні науки.* 2006. Вип. 1. С. 39–56.
23. **Гончаренко** І. В. Новый метод отбора информативных видов в классификации Браун-Бланке. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: Сер. Біологія.* 2007. Вип. 5, № 768. С. 116–120.
24. **Гончаренко** І. В. Фитоценотическое разнообразие на эдафических градиентах. *Промышленная ботаника.* 2007. Вип. 7. С. 119–127.
25. **Гончаренко** І. В. Використання методів нечіткої логіки в класифікації рослинності. *Вісник Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки.* 2007. Вип. 1. С. 236–247.
26. **Гончаренко** І. В. Модульна організація баз даних для цілей фітоценотичного аналізу. *Екологія та ноосферологія.* 2008. Вип. 19, № 1–2. С. 31–44.
27. **Гончаренко** І. В. Виділення геоелементів на основі кількісних критеріїв. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету: Сер. Біологія.* 2008. Вип. 1, № 35. С. 7–15.
28. Сенчило О. О., **Гончаренко** І. В. Методологія характеристики синтаксонів як багатопараметричних систем. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки.* 2008. Вип. 2. С. 344–357. *(Особистий внесок: аналіз літературних даних, теоретична концепція, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)*
29. **Гончаренко** І. В. Синтаксономічний та географічний аналіз лучної рослинності Лівобережного Лісостепу (вологі та мезофітні луки). *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки.* 2009. Вип. 1. С. 346–360.

30. **Гончаренко** И. В. Оценка флористического сходства классов Браун-Бланке. *Природничий альманах: Сер. Біологічні науки*. 2009. Вип. 12. С. 37–46.
31. **Гончаренко** І. В., Сенчило О. О., Дідух Я. П. Методика кількісної оцінки фітоценозів за фітосоціологічним спектром. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Вип. 9, № 4. С. 485–496.
32. **Гончаренко** І. В., Ігнатюк О. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Лісова рослинність урочища Феофанія та її антропогенна трансформація. *Екологія та ноосферологія*. 2013. Вип. 24, № 3–4. С. 51–63. (Особистий внесок: збір інформації, аналіз літературних даних, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
33. **Гончаренко** І. В., Голик Г. М. Екологічний аналіз місцезростань лісової рослинності парків "Нивки" та "Теремки" м. Києва. *Екологія та ноосферологія*. 2014. Вип. 26, № 3–4. С. 53–68. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
34. **Гончаренко** І. В. Метод "сортуючої" кластеризації (DRSA) для класифікації рослинності. *Доповіді НАН України*. 2015. Вип. 9. С. 129–136.
35. **Гончаренко** І. В. Оцінка якості фітоценотичної класифікації (теоретико-методичний аспект). *Чорноморський ботанічний журнал*. 2016. Вип. 12, № 1. С. 41–50.
36. **Гончаренко** І. В. Застосування методу DRSA – непараметричного кластерного аналізу в класифікації рослинності. *Укр. ботан. журн.* 2016. Вип. 73, № 6. С. 568–578.
37. Голик Г. М., **Гончаренко** І. В. Синтаксономія деревної рослинності м. Київ, її синфітоіндикаційний аналіз та антропогенна трансформація. *Екологія та ноосферологія*. 2017. Вип. 28, № 1–2. С. 49–63. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, класифікація і фітоіндикаційна

оцінка рослинності, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)

Статті в інших виданнях

38. **Гончаренко І. В.** Градієнтний аналіз синтаксономічних амплітуд. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету: Сер. Біологічні науки*. 2002. Вип. 21, № 33. С. 3–8.
39. **Гончаренко І. В.** Рослинність заказника "Підліснівський" та її фітоіндикаційний аналіз. *Український фітоценотичний збірник: Сер. С. Фітоекологія*. 2003. Вип. 1, № 20. С. 98–102.
40. **Гончаренко І. В.** Методичні аспекти еколого-флористичної класифікації. *Зб. праць Сумського держ. педагог. ін-ту: Сер. Природничі науки*. 2003. Вип. 2. С. 56–67.
41. **Гончаренко І. В.** Екологічна диференціація ценофлор класу *Molinio-Arrhenatheretea* на рівні союзів. *Наукові записки Сумського державного педагогічного університету*. 2005. Вип. 1. С. 64–86.

Матеріали і тези конференцій

42. **Гончаренко І. В.** Вимірювання відстаней в екологічному просторі та класифікація фітоценозів. *Мат-ли конф. "Проблеми сучасної екології" (Запоріжжя, 24-26 червня 2002)*. Запоріжжя, 2002. С. 42.
43. **Гончаренко І. В.** Кількісні закономірності зміни видового складу синтаксонів. *Мат-ли конф. "Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука" (Київ, 10-13 листопада 2002)*. Київ, 2002. С. 89–93.
44. **Гончаренко І. В.** Поняття про ценотичну диференціацію та її аналіз. *Мат-ли конф. "Актуальні проблеми флористики, систематики, екології та збереження фіторізноманіття" (Львів, 6-10 серпня 2002)*. Львів, 2002. С. 70–72.
45. **Гончаренко І. В.** Аналіз асоційованості видового складу фітоценозів (на прикладі хвойно-лесних і лугових спільнот). *Мат-ли*

конф. "Рослинність хвойних лісів України" (Київ, листопад 2003). Київ, 2003. С. 185–199.

46. **Гончаренко І. В.** Флористичний аналіз геоботанічних одиниць – ценофлора. *Мат-ли конф. "Актуальні проблеми дослідження та збереження фіторізноманіття"* (Умань, 6-9 вересня 2005). Київ, 2005. С. 83–84.
47. **Гончаренко І. В.** Оцінка екології рослинних угруповань за фітоценотичним спектром. *Мат-ли конф. "Сучасні проблеми екології"* (Запоріжжя, 28 - 30 вересня 2005). Запоріжжя, 2005. С. 90–93.
48. **Гончаренко І. В.** Екологічні шкали терморезиму та континентальності домінантів Лівобережного Полісся та Лісостепу. *Мат-ли конф. "Наукова спадщина академіка М.М. Гришка"* (Глухів, 12-13 квітня 2005). Глухів, 2005. С. 54–56.
49. **Гончаренко І. В.** Універсалізація номенклатури та класифікації рослинності на основі геоecологічних кодів. *Мат-ли конф. "Актуальні проблеми ботаніки та екології"* (Київ, 17-20 вересня 2007). Київ, 2007. С. 136–137.
50. **Гончаренко І. В.** Завдання кількісних та флористичних підходів у фітоценології. *Мат-ли конф. "Сучасні проблеми біології, екології та хімії"* (Запоріжжя, 29 березня - 01 квітня 2007). Запоріжжя, 2007. С. 22–25.
51. **Гончаренко І. В.** Синтаксономический состав некоторых ценофлор Левобережной Лесостепи Украины. *Мат-ли конф. "Актуальні проблеми ботаніки та екології"* (Кременець, 11-15 серпня 2009). Тернопіль, 2009. С. 104–105.
52. **Гончаренко І. В.** Получение минимальной выборочной совокупности геоботанических описаний. *Мат-ли конф. "V ботанічні читання пам'яті Й. К. Пачоського"* (Херсон, 28 вересня - 1 жовтня 2009). Херсон, 2009. С. 62–63.
53. **Гончаренко І. В.** Рідкісні угруповання рослинності у північній частині Лівобережного Лісостепу України. *Мат-ли конф. "Наукові основи*

збереження біотичної різноманітності" (Львів, 1-2 жовтня 2009). Львів, 2009. С. 64–66.

54. **Гончаренко** І. В. Екологічний аналіз місцезростань широколистяних лісів урочища Феофанія. *Мат-ли конф. "Биоразнообразие и устойчивое развитие"* (Симферополь, 15-19 сентября 2014). Симферополь, 2014. С. 89–91.
55. **Гончаренко** І. В. Фітоіндикаційні оцінки у алгоритмах машинного навчання (на прикладі дерев класифікації у середовищі R). *Мат-ли конф. "XIV з'їзд Українського ботанічного товариства"* (Київ, 25–26 квітня 2017). Київ, 2017. С. 39.
56. **Гончаренко** І. В. Переваги використання методу сортуючої кластеризації (DRSA) в класифікації рослинності. *Мат-ли конф. "Класифікація рослинності та біотопів України як наукова основа збереження біорізноманіття"* (Київ, 14-15 березня 2016). Київ, 2017. С. 38–45.
57. **Goncharenko** I. V. Bioclimatic envelopes of ten European tree species. *Natural sciences: History, the present time, the future (Wrocław, Republic of Poland, September 27-28, 2019)*. Wrocław: Cuiavian University in Wrocław, 2019. С. 71–75.
58. **Гончаренко** І. В. Оцінка кореляції фітоценотичних класифікацій з використанням різних методів кластерного аналізу. *Класифікація рослинності та біотопів України: Мат-ли IV науково-теоретичної конференції* (Київ, 25-26 березня 2020 р.). Київ, 2020. С. 27–34.

Список скорочень

DRSA – Distance-Ranked Sorting Assembling, метод кластерного аналізу

EVC – EuroVegChecklist, чеклист рослинності Європи

DAC – data-analytical combination, аналітична комбінація

ЕФД – еколого-фітоценотичний діапазон

КДЛ – ксеромезофітні дубові ліси

КПЗ – Канівський природний заповідник

НД1, НД2 і т.д. – набори даних 1, 2 і т.д. (модельні дані)

МКФН — Міжнародний кодекс фітосоціологічної номенклатури

РДВ – регіональні диференційні види

СДМ – synoptic data matrix, синоптична матриця даних

п.п. – проєктивне покриття

ФЦС – фітосоціологічний спектр

ЧКУ – Червона книга України

ЗМІСТ

Список скорочень.....	20
ВСТУП.....	25
Розділ 1 КЛАСИФІКАЦІЯ РОСЛИННОСТІ НА ОСНОВІ ГРАФУ К- НАЙБЛИЖЧИХ СУСІДІВ: МЕТОД DRSA	33
1.1 Необхідність нового методу та його значення для класифікації рослинності.....	33
1.2 Алгоритм методу DRSA.....	34
1.3 Визначення оптимального значення параметру k-найближчих сусідів	40
1.4 Апробація методу DRSA на наборі даних "Іриси Фішера"	41
1.5 Визначення перехідних об'єктів і значення етапу бракування у класифікації рослинності.....	42
1.6 Анотація розділу.....	44
Розділ 2 КІЛЬКІСНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ВІРНОСТІ ВИДІВ У КЛАСИФІКАЦІЇ РОСЛИННОСТІ.....	46
2.1 Аналіз індексів вірності з точки зору властивостей розподілів їх значень	48
2.2 Аналіз індексів вірності з точки зору проблеми мультиафінності	53
2.3 Оцінка кореляції класифікацій діагностичних видів за різними індексами вірності.....	55
2.4 Порівняльний аналіз вирівняно-групових і не вирівняно-групових індексів: group-equalized vs non-equalized indexes	58
2.5 Класифікація індексів вірності та питання їх вибору.....	60
2.6 Анотація розділу.....	62
Розділ 3 ОЦІНКА ЯКОСТІ ФІТОЦЕНОТИЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ.....	64
3.1 Оцінка фітоценотичних кластерів за геометричним критерієм.....	65
3.2 Підходи до оцінки якості фітоценотичних кластерів за флористичними критеріями	67
3.3 Оцінка кореляції фітоценотичних класифікацій	69
3.4 Визначення оптимальної кількості кластерів за комбінованим критерієм.....	72
3.5 Порівняльний аналіз різних методів класифікації рослинності	82

3.6	Анотація розділу	85
Розділ 4 ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНОМІЧНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ		
88		
4.1	Необхідність приведення екологічних шкал до єдиного масштабу	88
4.2	Обґрунтування аналізу відхилень	90
4.3	Застосування дисперсійного аналізу для аналізу даних фітоіндикації.....	94
4.4	Візуальні методи аналізу екологічних амплітуд синтаксонів.....	97
4.5	Інтерпретація вісей непрямої ординації екологічними факторами	99
4.6	Застосування методу дерев класифікації (CART) для аналізу екологічної диференціації рослинності	102
4.7	Апробація методів статистичного аналізу даних фітоіндикації на прикладі лісової рослинності м. Київ та околиць	105
4.8	Апробація методів статистичного аналізу даних фітоіндикації на прикладі лучної рослинності заплав Дніпра і Сейму.....	114
4.9	Анотація розділу	122
Розділ 5 ЗАСТОСУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИННОСТІ.....		
124		
5.1	Огляд підходів до оцінки антропогенної трансформації флори і рослинності.....	124
5.2	Загальні закономірності і стадії антропогенної трансформації на прикладі лісової рослинності	126
5.3	Використання екологічних шкал гемеробії для оцінки антропогенної трансформації рослинності.....	135
5.4	Оцінка антропогенної трансформації рослинності за співвідношеннями видів різних екологічних стратегій і біоморф	140
5.5	Порівняльна оцінка ступеня антропогенної трансформації синтаксонів різних класів лісової рослинності	144
5.6	Анотація розділу	146
Розділ 6 ФІТОСОЦІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНОМІЧНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ РОСЛИННОСТІ.....		
148		
6.1	Сутність і завдання фітосоціологічного аналізу у синтаксономії	148
6.2	Аналіз фітосоціологічної структури на прикладах синтаксонів різних класів рослинності	149
6.3	Анотація розділу	156

Розділ 7	КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СИНОПТИЧНИХ ДАНИХ (НА ПРИКЛАДІ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ).....	158
7.1	Характеристика набору даних і методи аналізу	158
7.2	Кластерний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів	163
7.3	Багаторівневий аналіз індикаторних видів (multipatt-аналіз) ксеромезофітних дубових лісів	168
7.4	Фітоіндикаційний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.....	172
7.5	Оцінка впливу кліматичних факторів з використанням біокліматичних змінних.....	176
7.6	Фітосоціологічний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.....	185
7.7	Анотація розділу.....	189
Розділ 8	ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНІВ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ НА РІВНІ СОЮЗІВ.....	193
8.1	Дискусійні питання синтаксономії ксеромезофітних дубових лісів у Східній Європі.....	193
8.2	Порівняльний аналіз ксеромезофітних дубових лісів у різних регіонах Європи за екологічними показниками	196
8.3	Порівняння синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів за частками видів різних класів рослинності	198
8.4	Порівняльний аналіз ярусної структури ксеромезофітних дубових лісів у різних регіонах Європи	201
8.5	Порівняльний аналіз географічних груп синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.....	205
8.6	Фітоценотична характеристика і діагностичні види кластерів ксеромезофітних дубових лісів	210
8.7	Анотація розділу.....	219
Розділ 9	ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АСОЦІАЦІЙ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ.....	222
9.1	Синтаксономічна схема рослинності ксеромезофітних дубових лісів	222
9.2	Загальна фітоценотична характеристика синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.....	224
9.3	Екологічна диференціація синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів	227

9.4 Фітоценотична характеристика асоціацій союзу <i>Convallario majalis-Quercion roboris</i>	229
9.5 Фітоценотична характеристика асоціацій союзу <i>Betonico officinalis-Quercion roboris</i>	234
9.6 Фітоценотична характеристика асоціацій союзу <i>Scutellario altissimae-Quercion roboris</i>	241
9.7 Анотація розділу	248
Розділ 10 ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИНТАКСОНІВ ЛІСОВОЇ РОСЛИННОСТІ м. КИЇВ ТА ОКОЛИЦЬ.....	251
10.1 Синтаксономічна схема рослинності	252
10.2 Порівняльний аналіз і оцінка флористичної подібності синтаксонів	254
10.3 Фітоценотична характеристика синтаксонів	256
10.4 Анотація розділу.....	283
Розділ 11 ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИНТАКСОНІВ ЛУЧНОЇ РОСЛИННОСТІ ЗАПЛАВ СЕЙМУ ТА ДНІПРА	285
11.1 Синтаксономічна схема рослинності	285
11.2 Основні фітоценотичні показники і аналіз флористичної подібності синтаксонів	288
11.3 Фітоценотична характеристика асоціацій.....	290
11.4 Анотація розділу.....	309
ВИСНОВКИ	311
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	315
ДОДАТКИ	359

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах комп'ютеризації усіх напрямків фітоценології важливим завданням є розробка нових підходів і методів обробки геоботанічних даних. Такий пошук перспективний, зокрема, серед сучасних статистичних методів, враховуючи їх доказову базу і наявність готових комп'ютерних програм. Але можливості їх застосування у фітоценології потребують апробації на фітоценотичних даних з різними показниками флористичного і ценотичного різноманіття, різних типів рослинності та різних регіонів. Ріст потужності будь-яких методів корелює із зростанням вимог щодо якості і повноти даних. Подібні дослідження знаходяться на межі геоботаніки, статистики і комп'ютерних технологій.

У 80-х роках минулого сторіччя, коли лише розпочиналася комп'ютеризація фітоценології, лімітуючим фактором була потужність комп'ютерів. Нині акцент стоїть на правильності вибору тих чи інших методів аналізу даних. Зростання доступності і кількості статистичних пакетів призводить до того, що інколи їх можливості використовуються безпідставно, без достатнього аналізу умов застосування тих чи інших методів.

З впровадженням у фітоценології технологій баз даних нагальною є проблема "видобутку" нової інформації. Надвеликі масиви даних стають доступними завдяки дигіталізації геоботанічних матеріалів, можливостям інтернет комунікацій і "хмарних" технологій. Враховуючи значне зростання обсягів фітоценотичних даних, з'являються нові вимоги з точки зору інтенсивності і швидкості обчислень, структурованого накопичення інформації, класифікації дуже значних за обсягами масивів описів і т.п.

З одного боку, спостерігається зростання потужності статистичних і доступності комп'ютерних методів, які відкривають нові можливості для обробки геоботанічних даних, що є традиційно-складними у класифікації рослинності (екотонні угруповання, антропогенна рослинність, масиви

описів одержані на трансектах, де сусідні описи дуже подібні за флористичним складом і т.д.). З іншого боку, новітні методи потребують апробації на фітоценотичних даних з різними характеристиками. Тому важливим напрямком досліджень у фітоценології є комплексна оцінка сучасних методів обробки фітоценотичних даних, їх порівняльний аналіз і апробація на даних різних типів рослинності, регіонів і т.д.

Дисертаційне дослідження присвячене порівняльному аналізу і апробації нових кількісних методів, що застосовуються на різних етапах обробки фітоценотичних даних – у класифікації, ординації, фітоіндикації та для оцінки ступеня антропогенної трансформації рослинності. Робота структурно складається з двох частин – основної теоретико-методичної частини (розділи 1–7) і фітоценотичної, що є результатом апробації методів на різних даних у першій частині (розділи 8–11).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилися в рамках наукових тематик Інституту еволюційної екології НАНУ "Охорона, збереження та відновлення ландшафтного та біологічного різноманіття урбанізованих територій" (номер держреєстрації 0110U005299), "Наукові основи біоіндикації рівня антропогенної трансформації територій за популяційними показниками фонових видів" (номер держреєстрації 0112U002615), "Структурно-функціональні показники змін біологічних систем, як основа ведення моніторингу" (номер держреєстрації 0117U004318), "Вивчення процесів екологічної демутації посттехногенних ландшафтів промислових майданчиків з метою оптимізації ремедіації і рекультивації сучасних девастованих територій" (номер держреєстрації 0109U002347), "Структурно-функціональні аспекти таксономічного і ценотичного біорізноманіття за різних екологічних умов" (номер держреєстрації 0117U004319).

Мета і завдання досліджень. *Мета* роботи – провести порівняльний аналіз існуючих і апробацію нових кількісних методів, індексів та підходів дослідження різноманіття, структури і антропогенної трансформації

рослинності.

Для досягнення мети були поставлені наступні *завдання*:

1. провести порівняльний аналіз методів автоматичної класифікації фітоценотичних матриць;
2. оцінити перспективність у класифікації рослинності методів кластеризації з відділенням шуму (noise clustering), у тому числі нового методу DRSA, Distance-Ranked Sorting Assembling;
3. проаналізувати індекси вірності, що використовуються для класифікації діагностичних видів на статистичній основі;
4. проаналізувати підходи щодо оцінки якості фітоценотичної класифікації;
5. провести порівняльний аналіз статистичних методів, що застосовуються для аналізу даних фітоіндикації;
6. проаналізувати кількісні методи оцінки ступеня антропогенної трансформації рослинності;
7. оцінити перспективність методики фітосоціологічного спектру для аналізу синтаксономічної диференціації.

Об'єктами дослідження (і моделями для апробації різних методів) є ксеромезофітні дубові ліси помірної зони Європи, лучна рослинність заплави Сейму та Дніпра, лісова рослинність м. Київ та околиць.

Вибір модельних даних був продиктований задачами, поставленими для дослідження тієї чи іншої групи методів.

Предмет дослідження – кількісні методи обробки фітоценотичних даних, що застосовуються у класифікації, ординації, фітоіндикації та для оцінки антропогенної трансформації рослинності.

Методи дослідження: геоботанічні (виконання геоботанічних описів, класифікація рослинності, фітоіндикаційний та ординаційний підходи) і статистичні методи (кластерний аналіз, дерева класифікації, дисперсійний аналіз, кореляційний і регресійний аналіз).

Базисом для дослідження усіх методів (моделями для апробації) є п'ять

модельних наборів даних, позначених далі у тексті як НД1, НД2 і т.д.:

- *набір даних 1, НД1* (316 описів, лучна рослинність, заплава Дніпра у межах Лісостепу) [177–180, 182, 195, 293];
- *набір даних 2, НД2* (832 описи, лісова рослинність, м. Київ та околиць) [35, 47, 81, 294];
- *набір даних 3, НД3* (123 описи, лісова рослинність, Київське Полісся і Лівобережний Лісостеп) [289];
- *набір даних 4, НД4* (721 опис, лучна рослинність, заплави Сейму та Дніпра у межах Лівобережного Полісся) [115–117, 121, 290];
- *набір даних 5, НД5* (45 синтаксонів, ксеромезофітні дубові ліси, від Центральної Європи до Південного Уралу [9, 20, 28, 32, 50, 125, 128, 131, 132, 141, 143, 144, 147, 150, 172, 173, 175, 190, 194, 212, 244, 254, 258, 292, 314, 318, 327, 351, 393, 433]).

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

- розроблено новий метод класифікації рослинності DRSA, який має переваги у порівнянні з традиційними методами у разі класифікації рослинності із значною часткою перехідних описів;
- проведено оцінку подібності класифікацій діагностичних видів за різними індексами вірності та у залежності від врахування значень проєктивного покриття видів;
- проаналізовано умови застосування вирівняно-групових індексів вірності і їх вплив на розподіл діагностичних видів між фітоценотичними кластерами різних розмірів;
- запропоновано новий підхід до визначення оптимальної кількості кластерів (фітоценонів) на основі збалансованого критерію з урахуванням геометричних (дистанційних) і флористичних індексів;
- розроблено методику аналізу екологічної диференціації рослинності на основі дерев класифікації (CART) і даних фітоіндикації;

- запропоновано новий підхід "аналізу відхилень" для оцінки ступеня диференціації амплітуд синтаксонів на основі стандартизованих відхилень фітоіндикаційних показників;
- проведено аналіз екологічних шкал гемеробії, урбанітету та природності з точки зору їх застосування для оцінки антропогенного фактору на основі методики фітоіндикації;
- запропоновано підхід до оцінки ступеня антропогенної трансформації рослинності на основі нормованих співвідношень життєвих форм К. Раункієра (геофіти / терофіти) і екологічних стратегій Дж. Грайма (конкуренти / рудерали, стрес-толеранти / рудерали);
- проведено аналіз методики фітосоціологічного спектру для дослідження синтаксономічної диференціації;
- здійснено синтаксономічну ревізію ксеромезофітних дубових лісів (КДЛ) помірної зони Європи з використанням кількісних методів і описано два нові для науки східноєвропейські союзи – *Betonicum officinalis-Quercion roboris* та *Scutellario altissimae-Quercion roboris*;
- проведено порівняльно-географічний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів і встановлені регіональні диференційні види центрально-, східноєвропейської та південно-уральської групи синтаксонів КДЛ;
- запропоновано методику оцінки впливу кліматичних факторів на диференціацію рослинності на основі прямої ординації з використанням біокліматичних показників (Wordclim/Bioclim) і встановлені провідні кліматичні чинники диференціації синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.

Наукове і практичне значення роботи. Матеріали дослідження є внеском у теорію і методологію аналізу рослинності. Нові запропоновані підходи і методи, у т.ч. метод класифікації DRSA, аналіз відхилень, збалансований критерій визначення кількості кластерів у даних та ін., мають першочергове значення у тих випадках, коли використання традиційних

методів є обмеженим – класифікація рослинності екотонів (узлісся, лучні степи, ксеромезофітні дубові ліси і т.п.), антропогенної рослинності, масивів описів, виконаних на трансектах і т.д. Запропоновані методи аналізу екологічної диференціації рослинності, зокрема дерева класифікації фітоіндикаційних показників, аналіз відхилень і т.д., розширюють і доповнюють методику фітоіндикації. Запропоновані індекси і підходи до оцінки антропогенної трансформації можуть бути використані для моніторингу і дослідження антропогенних сукцесій рослинності, у т.ч. на території об'єктів ПЗФ. Одержані у результаті апробації різних методів дані щодо різноманіття і структури рослинності модельних об'єктів (лучна рослинність заплави Сейму та Дніпра, лісова рослинність м. Київ та околиць, ксеромезофітні дубові ліси помірної зони Європи, у т.ч. України) можуть бути використані при підготовці монографій і нового видання продромусу рослинності України. Результати роботи використовуються у навчальному процесі Сумського державного педагогічного університету, а також мають значення у професійній діяльності геоботаніків і для фахівців суміжних наук, насамперед кількісної екології та біоінформатики.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійним завершеним дослідженням. Здобувачем особисто сформульовано напрямок, методико-теоретичні основи роботи, розроблено схеми обчислювальних експериментів, проаналізовані одержані результати та сформульовані висновки. На метод кластерного аналізу DRSA автором отримане свідоцтво № 58837 від 26.02.2015 Державної служби інтелектуальної власності України. Усі кількісні аналізи, їх інтерпретація і написання програмного коду та скриптів у середовищі R і т.д. проведені здобувачем. При публікації результатів у співавторстві, здобувач є повноправним членом авторського колективу. Права співавторів у публікаціях не порушені.

Апробація результатів дисертації. Основні матеріали та результати дисертації апробовані на 17 конференціях, робочих нарадах, науково-практичних семінарах. Зокрема, робочих нарадах "Рослинність хвойних лісів

України" (Київ, 2003), "Класифікація рослинності та біотопів України як наукова основа збереження біорізноманіття" (Київ, 2016); XIV з'їзді Українського ботанічного товариства (Київ, 2017); на всеукраїнських науково-практичних конференціях "Сучасні проблеми екології" (Запоріжжя, 2005), "Наукова спадщина академіка М.М. Гришка" (Глухів, 2005); на конференціях молодих вчених-ботаніків "Актуальні проблеми флористики, систематики, екології та збереження фіторізноманіття" (Львів, 2002), "Актуальні проблеми дослідження та збереження фіторізноманіття" (Умань, 2005), "Актуальні проблеми ботаніки та екології" (Київ, 2007; Кременець, 2009); "Наукові основи збереження біотичної різноманітності" (Львів, 2009); та міжнародних наукових і науково-практичних конференціях "Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука" (Київ, 2002), "Проблеми сучасної екології" (Запоріжжя, 2002), "Сучасні проблеми біології, екології та хімії" (Запоріжжя, 2007), "V ботанічні читання пам'яті Й. К. Пачоського" (Херсон, 2009), "Биоразнообразие и устойчивое развитие" (Симферополь, 2014), "Natural sciences: History, the present time, the future" (Włocławek, Poland, 2019), "Класифікація рослинності та біотопів України" (Київ, 2020).

Структура та обсяг роботи. Матеріали роботи викладено на 422 сторінках, з яких основний текст роботи займає 287 сторінок. Дисертація складається з вступу, 11 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та 4 додатків. Основна частина містить 41 рисунок та 70 таблиць, додатки – 12 таблиць. У роботі цитується 434 літературних джерела, з них 215 латиницею.

Подяки. Автор висловлює щире подяку М.С. Козирю (Інститут еволюційної екології НАН України), Г.М. Яценко (Інститут еволюційної екології НАН України), О.О. Сенчило (ННЦ "Інститут біології та медицини"), О.А. Коваленку (Національний науково-природничий музей НАН України) за надання геоботанічних матеріалів, які були долучені для апробації кількісних методів. Автор щиро вдячний Л. Муцині (Ladislav Mucina) (Australia, Murdoch University), Я. Голованову (Росія, Південно-

Уральський ботанічний сад-інститут Уфимського центру РАН), П. Гайковій (Masaryk University, Brno, Czechia), А. Ботта-Дукат (Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, Hungary) за надання фотокопій публікацій, які містять типові матеріали (голотипи). Автор висловлює щире подяку науковому консультанту д.б.н. Соломасі В.А., а також д.б.н. Дідуху Я.П., д.б.н. Дубині Д.В., д.б.н. Онищенко В.А. та д.б.н. Куземко А.А. за цінні поради щодо висвітлення результатів і при підготовці рукопису дисертації.

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ РОСЛИННОСТІ НА ОСНОВІ ГРАФУ К- НАЙБЛИЖЧИХ СУСІДІВ: МЕТОД DRSA

Класифікація рослинності – фундаментальна задача фітоценології, нерозривно пов'язана із сучасними завданнями вивчення і збереження ценотичного різноманіття. Сучасні методи, що використовуються для автоматичної класифікації фітоценотичних матриць, поділяються на дві категорії: ті, що працюють безпосередньо з первинною матрицею даних, зокрема відомий Twinspan [307, 308], і методи, що базуються на вторинній матриці відстаней між об'єктами, зокрема кластерний аналіз [129].

У сучасних дослідженнях автоматична класифікація фітоценотичних матриць покликана каналізувати процес виділення фітоценонів, намітивши первинні фітоценотичні кластери. Традиційно останні доопрацьовуються шляхом "ручного" сортування, для чого застосовуються спеціалізовані геоботанічні програми, наприклад Megatab [304], Ficen [118], Juice [416]. На нашу думку, ручне сортування фітоценотичних таблиць необхідно звести до мінімуму, оскільки воно вносить некерований чинник – "синтаксономічний такт" [135], "мистецтво" [34] і т.п. Тому це не тільки не скасовує автоматичних методів класифікації фітоценотичних матриць, а пред'являє до них ще більше вимог.

1.1 Необхідність нового методу та його значення для класифікації рослинності

Арсенал сучасних методів автоматичної класифікації фітоценотичних даних доволі широкий. Але більшість методів статистики мають значні обмеження у разі застосування їх до фітоценотичних даних. Ієрархічні методи кластерного аналізу дуже чутливі до вибору міри зв'язку та алгоритму групування. Ітеративні методи кластерного аналізу, наприклад метод К-середніх, потребують вказівки кількості кластерів до початку

групування, а ця інформація зазвичай невідома при роботі з новими даними. Популярний метод Twinspan [307, 308, 397] ефективний лише у разі одного чіткого (провідного) фактору [225] і має значні обмеження при широкому ЕФД. [362, с. 97].

Метод автоматичної класифікації DRSA має основне призначення для класифікації масивів описів з великою часткою перехідних фітоценозів. У таких випадках у методі Браун-Бланке зазвичай проводиться бракування перехідних описів [142]. Але їх визначення проводиться на розсуд геоботаніка, що вносить суб'єктивний чинник [64]. Метод DRSA належить до групи методів кластерного аналізу з відділенням шуму (noise clustering) [262]. Діагностика перехідних (екотонних) описів здійснюється у ньому на основі матриці подібності описів і структури графу k -найближчих сусідів.

1.2 Алгоритм методу DRSA

Метод DRSA, Distance-Ranked Sorting Assembling, або сортуюча кластеризація, заснована на рангах відстаней, був розроблений [46, 49, 58, 63] і апробований на даних з різними показниками альфа- та бета-різноманіття і різних класів рослинності [35, 47, 289, 294]. Він включає два етапи – підготовчий (розрахунки відстаней і побудова графу k -найближчих сусідів) і основний (групування).

Підготовчий етап. Вхідними даними є матриця подібності описів за флористичним складом, яка може бути розрахована з використанням будь-яких мір зв'язку [24, 138, 176, 295, 344, 408]. Оскільки у подальшому використовуються не абсолютні значення коефіцієнтів подібності, а ранги, то метод DRSA менш чутливий до вибору тих чи інших мір зв'язку, ніж традиційні методи кластерного аналізу. Це пояснюється тим, що незважаючи на різницю у абсолютних значеннях, ряди об'єктів впорядкованих за подібністю будуть схожими, а для "еквівалентних" мір [164, 176] ідентичними.

На основі матриці подібності описів будується граф k -найближчих

сусідів (*k-nearest neighbors*) [260]. Якщо упорядкувати всі об'єкти за подібністю відносно певного об'єкту X і присвоїти їм ранги, то об'єкт, що має k -й ранг сусідства, є k -найближчим сусідом об'єкту X . Параметр k задається дослідником і визначається емпіричним шляхом або аналітичним, про який піде мова далі (розділ 0). Параметр k впливає на розміри і кількість остаточних кластерів. Термінологія, якої ми будемо притримуватися у подальшому, використовується у теорії графів [93].

Граф k -найближчих сусідів (k -NN граф), що є основою для подальшого групування, – це неорієнтований, зважений, асиметричний граф, у якому кожен об'єкт (вершина) зв'язаний з іншими об'єктами (ребра графа), якщо хоча б один з пари об'єктів є k -найближчим сусідом іншого.

На рис. 1.1 показана штучна модель k -NN графа для 70 випадкових точок у двовимірному просторі (вісі X та Y) при значенні кількості найближчих сусідів у кожного об'єкту $k = 3$. Вершини графа на рисунку мають різний діаметр у залежності від кількості інцидентних вершині ребер. Валентність вершин прямо залежить від розташування у центрі згущення об'єктів чи на значній відстані.

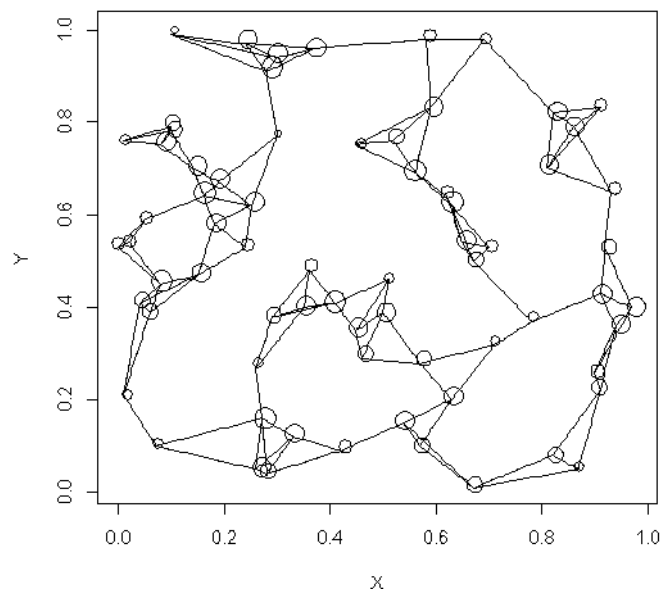


Рисунок 1.1. Штучна модель k -NN графа у двовимірному просторі

Прототипом кластерів у структурі k -NN графа є відомі кореляційні плеяди П.В. Терентьєва [200]. Але у цьому випадку замість порогового значення коефіцієнту кореляції розгалуженість "кластерів-плеяд" визначається параметром k найближчих сусідів.

Методи групування на основі аналізу структури k -NN графа – це окрема група алгоритмів кластеризації. Відомі закордонні [326, 432] і вітчизняні [210, 211] розробки за цим напрямком. Принципова відмінність методу DRSA від методу k -найближчих сусідів [260] полягає в тому, що метод k -NN є методом класифікації з навчанням, а DRSA – методом автоматичної класифікації.

Основний етап (групування). Метод DRSA належить до неієрархічних методів кластерного аналізу. Кожен кластер проходить етапи ініціалізації, росту і фіналізації, які контролюються системою правил:

- 1 правило ініціалізації визначає центральний об'єкт, з якого розпочинається формування нового кластеру;
- 2 правило нарощування визначає порядок приєднання об'єктів до кластеру;
- 3 правило зупинки (фіналізації) визначає межі кластерів і кількість об'єктів кожного кластеру.

На рис. 1.2 показано загальну блок-схему алгоритму, яка показує послідовність етапів групування.

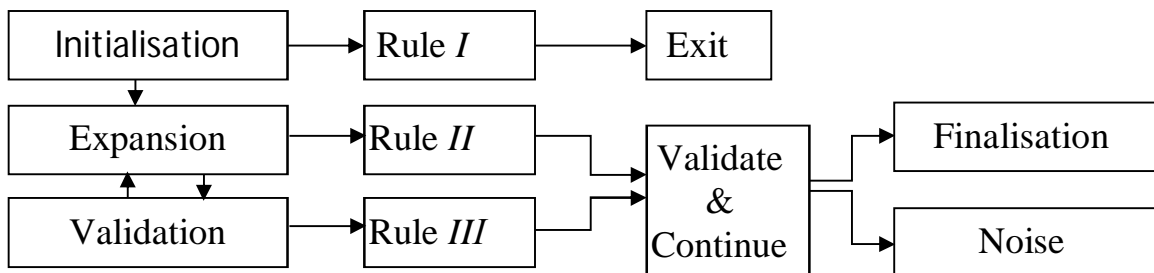


Рисунок 1.2. Блок-схема алгоритму DRSA

Початок і завершення кожного етапу визначається індексами, які описують положення об'єктів у структурі k -NN графа. На будь-якому етапі

групування усі об'єкти можна поділити на вільні (некласифіковані) і зв'язані (класифіковані), а останні – на члени одного кластеру і різних кластерів.

FI (freeness index) – індекс вільності визначається кількістю вільних (некласифікованих) об'єктів серед k -найближчих сусідів об'єкту X . Якщо об'єкт розташований на значній відстані від кластерів, то серед його k -найближчих сусідів будуть переважати некласифіковані об'єкти.

CI (connectedness index) – індекс зв'язності об'єкту X визначається кількістю серед k -найближчих сусідів об'єктів, що увійшли до інших кластерів. Серед k -найближчих сусідів об'єкту X буде найбільшою частка об'єктів того кластеру, до якого цей об'єкт розташовується найближче.

На рис. 1.3 показано графічну модель з ізоплетами індексу вільності на прикладі штучного набору точок після утворення 5 кластерів.

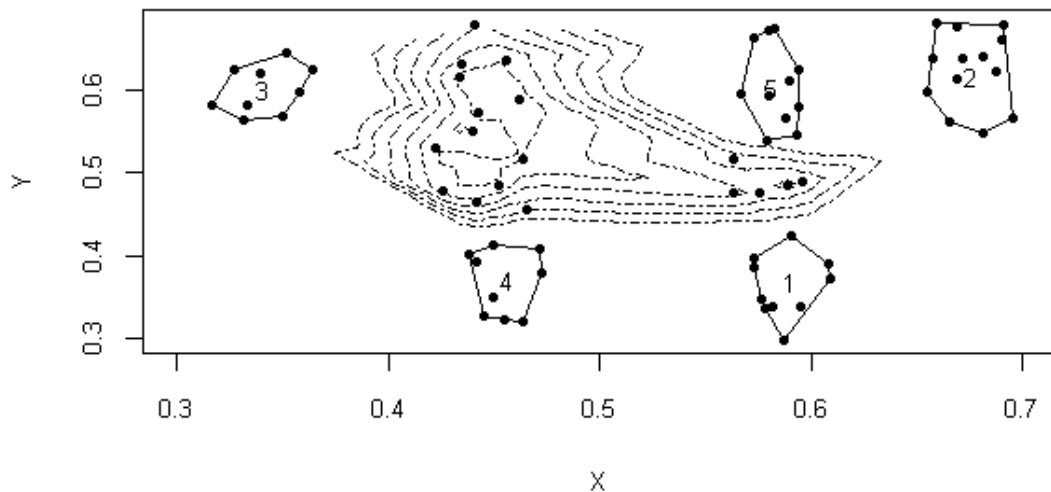


Рисунок 1.3. Розподіл значень індексу вільності двовимірної штучної моделі

Як бачимо, індекс вільності найбільший усередині згущень вільних (некласифікованих) об'єктів. Тому індекс вільності використовується на етапі ініціалізації кластерів для вибору об'єкту, що стане центром нового кластеру.

На рис. 1.4 показано розподіл значень індексу зв'язності відносно п'ятого кластеру тієї ж штучної моделі точок.

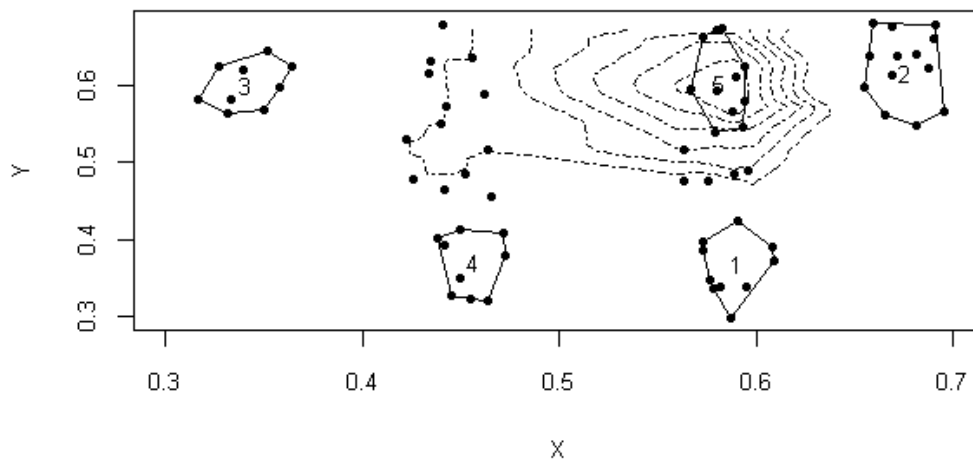


Рисунок 1.4. Розподіл значень індексу зв'язності двовимірної штучної моделі

Об'єкти близькі до кластеру мають більші значення індексу зв'язності. Індекс зв'язності передає відстані між об'єктом і кластером. Для формування цільних кластерів на кожному кроці групування відбирається і приєднується об'єкт з максимальним значенням індексу CI .

Етап фіналізації кластерів визначається індексом повноти (завершеності) кластеру. Q -index (індекс повноти) – є показником, що характеризує кластер (групу вершин графу k -найближчих сусідів), і визначається співвідношенням кількості зовнішньо-кластерних та внутрішньо-кластерних ребер графу k -найближчих сусідів.

Нехай, Σc_{in} – це загальна кількість зв'язків (ребер графу) об'єктів певного кластеру з іншими об'єктами "свого" кластеру; Σc_{free} – з вільними об'єктами, Σc_{out} – кількість зв'язків з об'єктами інших кластерів. Досягнення меж кластеру (правило зупинки) контролюється співвідношенням:

$$Qindex = \frac{\Sigma c_{in} - \Sigma c_{free} - \Sigma c_{out}}{\Sigma c_{in} + \Sigma c_{free} + \Sigma c_{out}} \quad (1.1)$$

Величина Q -index теоретично може сягати значень від -1 до $+1$. На етапі ініціалізації значення Q -індексу мінімальне. У міру його нарощування Σc_{free} зменшується, а Σc_{in} зростає, відповідно Q -index збільшується. Тому у профіль значень Q -index має пілкоподібний вигляд (рис. 1.5).

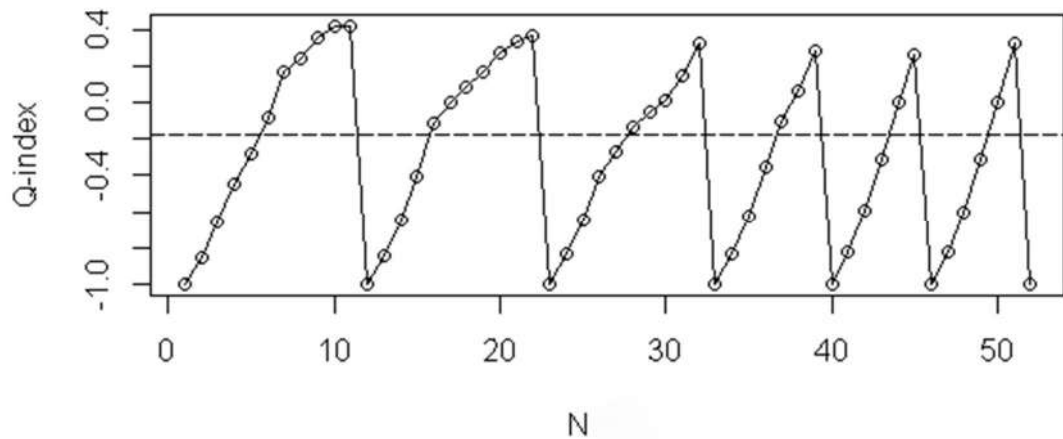


Рисунок 1.5. Профіль значень Q -index у ході групування за методом DRSA

Момент фіналізації кластерів визначається співставленням Q -індексу із значенням на попередній ітерації (рис. 1.2). Зниження Q -index вказує на досягнення меж кластеру.

Алгоритм DRSA включає наступні цикли:

- *утворення кластерів:*
 - a. доки є об'єкти з $FI > 0$, вибрати вільний об'єкт з максимальним значенням FI і утворити кластер, перейти до п. 2;
 - b. інакше – вихід, неklasифіковані об'єкти помістити у шумовий кластер.
- *приєднання об'єктів:*
 - c. доки є об'єкти з $CI > 0$, вибрати вільний об'єкт з максимальним значенням CI і приєднати його до найближчого кластеру, перейти до п. 3;
 - d. інакше – перейти до п. 1;
- *оцінка повноти (завершеності) кластерів:*
 - e. розрахувати Q -index після приєднання, якщо збільшився – то перейти до п. 2;
 - f. інакше – перейти до п. 1.

1.3 Визначення оптимального значення параметру k -найближчих сусідів

У методі DRSA параметр k можна підібрати емпірично, варіюючи його значення для досягнення поділу бажаної детальності. Але існує аналітичний метод визначення параметру k . Зростання параметру k приводить до збільшення кількості об'єктів (вершин) k -NN графу, оскільки зростає кількість найближчих сусідів, що беруться до уваги, у кожного об'єкту. Одночасно зростає не лише загальна вершин k -NN, а також кількість пар об'єктів, де кожен з них пов'язаний з іншим і навпаки (взаємопов'язаних об'єктів). Такий k -NN граф прийнято називати *симетричним* [209].

На рис. 1.6 показано хід кривої, що відображає залежність кількості об'єктів симетричного k -NN графу при різних значеннях параметру k .

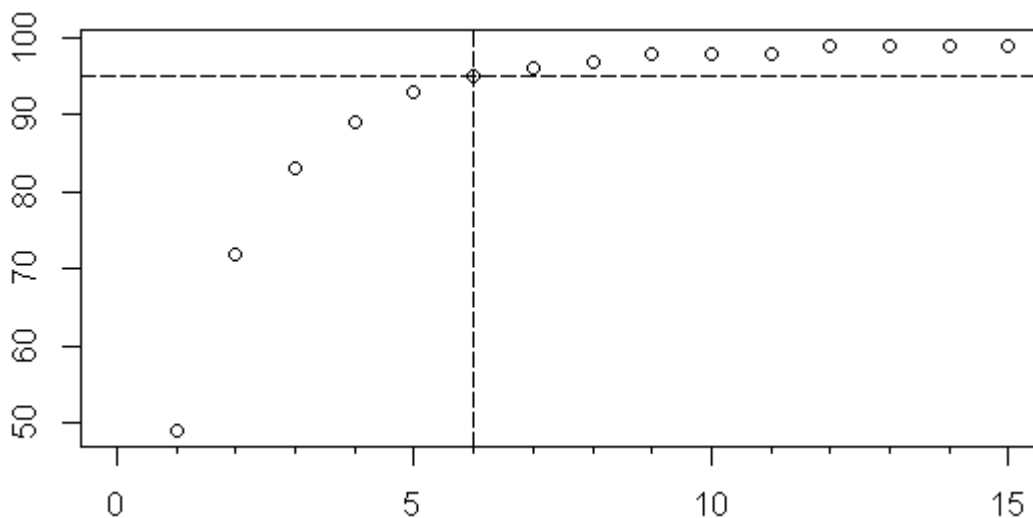


Рисунок 1.6. Визначення оптимального значення параметру k у методі DRSA

Доки значення k є значно меншим, ніж середній розмір кластерів, стрімке збільшення ординати відбувається за рахунок приєднання нових об'єктів. Поступово, з досягненням меж кластерів, приєднання нових (вільних) об'єктів зменшується, але росте кількість випадків, коли об'єднуються об'єкти одного кластеру між собою.

Умовно це можна назвати ефектом замикання кластерних плеяд. Для визначення оптимального параметру k ми пропонуємо брати 95% поріг

частки взаємопов'язаних об'єктів симетричного k-NN графу. На рис. 1.6 це відповідає $k = 6$. Інші 5% об'єктів можна вважати частинами дуже малих кластерів, що складаються з двох-трьох об'єктів.

1.4 Апробація методу DRSA на наборі даних "Іриси Фішера"

Традиційно методи кластерного аналізу тестують на наборі даних "іриси Фішера". Ці дані містять виміри 4 ознак будови квітки у 150 екземплярів видів *Iris L.* (<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Iris>, дата доступу 17.06.2020). Метод DRSA був апробований нами для класифікації цього набору даних [63]. Розташування одержаних кластерів показано в ординаційній площині 2-х перших вісей метричного шкалювання (рис. 1.7). На рисунку наведено апріорні класи – види *Iris*: *Iris setosa*, *I. versicolor*, *I. virginica*.

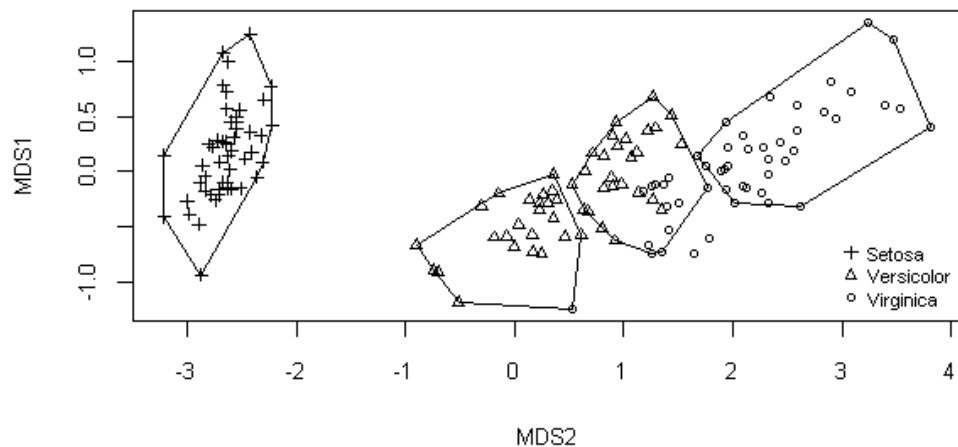


Рисунок 1.7. Відповідність кластерів DRSA і трьох видів із набору даних "іриси Фішера" у ординаційній площині

Кластери не перетинаються у ординаційній площині. Група особин, що апріорі класифікується як *I. versicolor*, поділилася на дві групи. Інші кластери виявилися однорідними і складаються лише з особин *Iris setosa* або *I. virginica*. Як бачимо з рис. 1.7, кластери, що виділяються за методом DRSA, добре узгоджуються з апріорними класами (видами *Iris*).

1.5 Визначення перехідних об'єктів і значення етапу бракування у класифікації рослинності

Умовно усі об'єкти можна розділити на три категорії:

- ядерні (типові), які знаходяться у центрі кластерів;
- периферійні – близькі до типових, приєднуються у ході групування;
- шум – периферичні об'єкти по відношенню до ядерних (типових).

У термінах класифікації рослинності "шум" формують описи перехідного характеру, які тяжіють до декількох фітоценотичних кластерів (синтаксонів) одночасно. В ординаційному полі вони знаходяться між кластерами. Переваги від застосування методу DRSA у порівнянні з традиційними є найбільш чіткими у випадках класифікації масивів описів, де потрібен певний відсоток "бракування" описів перехідного характеру (шуму). Результатом застосування методу DRSA у таких випадках буде:

- 1) збільшення відмежованості (чіткості) фітоценотичних кластерів;
- 2) підвищення їх стабільності;
- 3) збільшення загальної кількості діагностичних видів.

Будь-який масив даних містить описи перехідного складу. У польових умовах неможливо повністю їх виключити. Визначення перехідних описів і їх бракування є до певної міри суб'єктивним, оскільки здійснюється на розсуд геоботаніка. Об'єктивізація цього процесу можлива на основі кількісних критеріїв, перш за все інформації з матриці відстаней.

Серед геоботаніків не існує єдиного погляду щодо необхідності етапу бракування. У класичному підході Браун-Бланке [238, 370, 426] етап бракування не заперечується, але й не зазначається як обов'язковий. У країнах колишнього СРСР прихильником "бракування" у методі Браун-Бланке був Б.М. Міркін. На його думку відсоток бракування може сягати 60% [133, 136].

Шляхом бракування перехідних описів досягається збільшення відмежованості кластерів [221]. На рис. 1.8 показано дві ординаційні моделі, одержані для набору даних лучної рослинності НД4 (табл. А.1). Перша

одержана з використанням методу РАМ (partitioning around medoids, або k-medoids) і усіх описів (без бракування), друга – з вилученням описів, визначених як перехідні, після класифікації методом DRSA. Для порівнюваності кількість фітоценотичних кластерів у обох випадках однакова – 10.

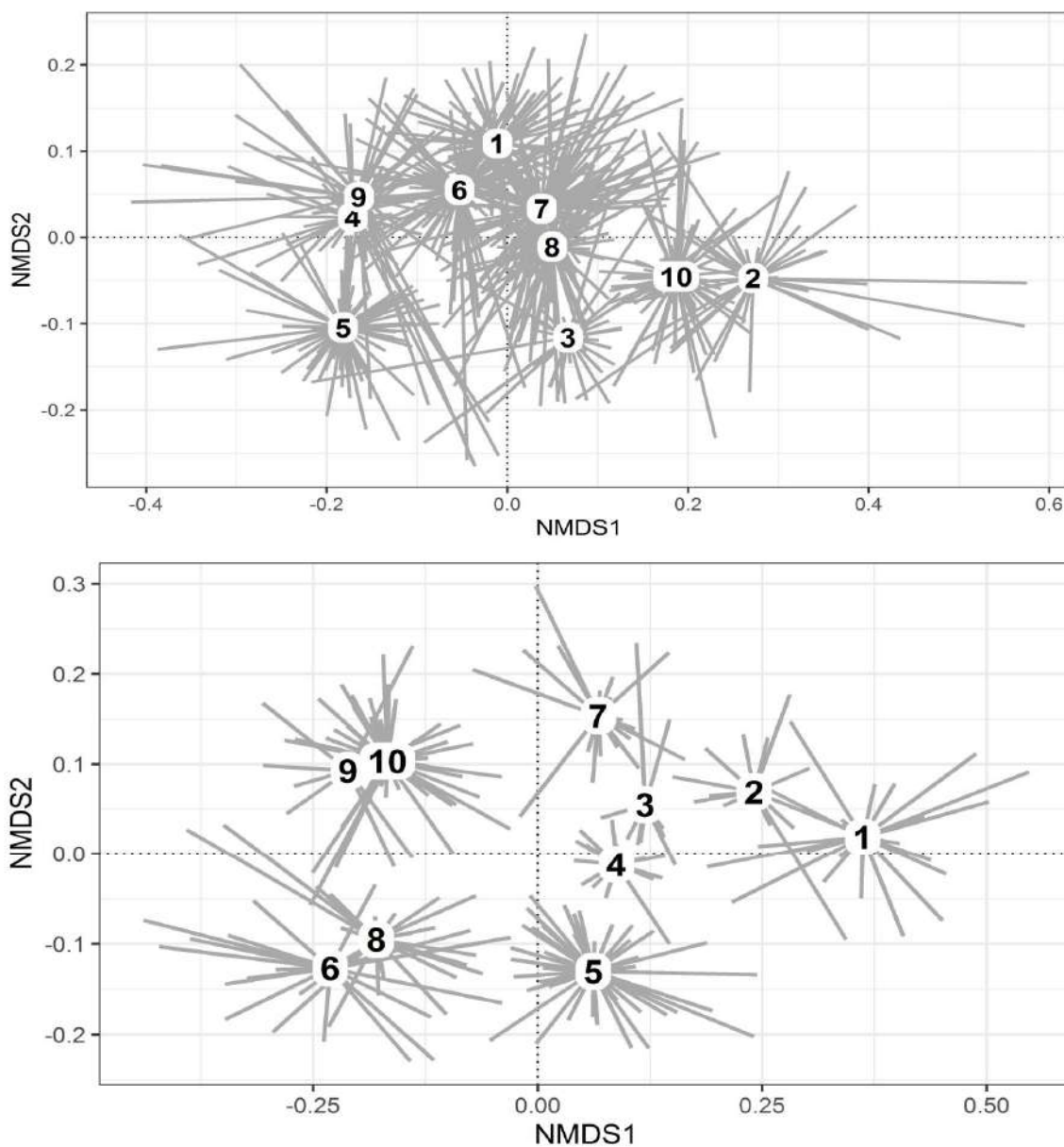


Рисунок 1.8. Вплив бракування перехідних описів на відмежованість фітоценотичних кластерів. Перший малюнок – усі описи без бракування, другий – після виключення описів, визначених як перехідні у випадку застосування методу DRSA

Як бачимо, чіткість (відмежованість) фітоценотичних кластерів є більшою у випадку моделі з бракуванням перехідних описів (рис. 1.8, нижній малюнок). А оскільки відмежованість кластерів у ординаційній площині збільшилася, то описи, які потрапили у другому випадку (метод DRSA) у шумовий кластер і були вилучені дійсно є перехідними, інакше би перекриття фітоценотичних кластерів у ординаційній площині на нижньому малюнку було би значно більшим.

Вилучення перехідних описів збільшує також показники кількості діагностичних видів [58]. Більш детально це буде розглянуто у розділі 3.5. Тому в цілому переваги від застосування методу DRSA у порівнянні з іншими методами, що традиційно використовуються для класифікації рослинності, будуть помітними перш за все у випадку застосування до масивів даних із значною часткою перехідних / екотонних описів.

1.6 Анотація розділу

Основним призначенням методу DRSA є об'єктивізація процесу бракування перехідних описів, за рахунок чого підвищуються показники відмежованості синтаксонів і кількості діагностичних видів. Подібних методів немає серед тих, що традиційно використовуються у класифікації рослинності.

Основні відмінності цього методу від інших методів автоматичної класифікації, що використовуються у класифікації рослинності, наступні:

- використання рангів відстаней (непараметричний підхід);
- групування на основі структури графу k-найближчих сусідів;
- визначення і виключення перехідних об'єктів (описів), тобто кластеризація з відділенням шуму, "noise clustering", або у термінах геоботаніки – "бракування".

Метод DRSA має чітку і визначену "нішу" – для випадків значної кількості перехідних описів у даних, нечіткої кластерної структури, у разі необхідності максимізувати показники відмежованості фітоценотичних

кластерів. Метод DRSA не підходить для випадків, коли необхідна 100%-класифікація усіх описів або ієрархічний поділ.

Метод DRSA базується на рангах відстаней, а не на абсолютних значеннях відстаней між об'єктами. Тому результат групування буде мало залежати від вибору того чи іншого коефіцієнту флористичної подібності описів чи міри зв'язку.

Метод DRSA є неієрархічним. Варіюючи параметр k -найближчих сусідів, можна одержати серію поділів (зрізів), які будуть відрізнятися детальністю кластеризації – різною кількістю кластерів і їх розмірами.

Перевірка на декількох наборах даних показала, що у більшості випадків оптимальними для класифікації рослинності є значення параметру k , що визначає кількість найближчих сусідів, від 5 до 10. Надмірне збільшення параметру k є недоцільним, оскільки може негативно позначитися на швидкості групування.

Оскільки метод DRSA не єдиний представник групи методів кластеризації з відділенням шуму, потенціал цієї групи методів для класифікації рослинності є дуже значним.

РОЗДІЛ 2

КІЛЬКІСНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ВІРНОСТІ ВИДІВ У КЛАСИФІКАЦІЇ РОСЛИННОСТІ

Концепція вірності видів є важливою частиною методики Браун-Бланке [238, 426]. Вірність видів – це показник переважного трапляння (концентрації) виду лише в одному синтаксоні [255]. Для оцінки вірності видів використовується статистичний підхід – індекси, або коефіцієнти вірності [223, 235, 242, 255, 263, 383, 417, 429].

Статистичні методи оцінки вірності набули особливого значення з впровадженням комп'ютерних методів сортування фітоценотичних матриць. У програмі Juice ver. 7.1.5 [416] доступні 16 індексів вірності. Більшість з них мають дві модифікації – вирівняно- та неvirівняно-групову (далі – корегований та некорегований індекс). Деякі індекси вірності можуть застосовуватися як до кількісних (з урахуванням проективного покриття), та і до бінарних (наявність/відсутність виду) даних.

Статистично вірними (діагностичними) є види, значення обраного індексу вірності яких відповідним синтаксонам перевищує встановлений поріг. Фітоценотичний кластер (фітоценон, синтаксон), у якому вид сягає максимального значення вірності, є "оптимальним" з точки зору відповідності екологічних амплітуд виду та синтаксону.

Незважаючи на значну кількість робіт, де використовуються різноманітні індекси вірності видів, методичні аспекти цього питання вивчені недостатньо. Нами буде досліджено питання подібності класифікацій діагностичних видів з використанням різних коефіцієнтів вірності, її залежності від врахування проективного покриття видів і застосування вирівняно-групових індексів вірності.

Для підготовки відповідних даних масиви описів НД1 та НД2 (табл. А.1) було попередньо класифіковано за методом "гнучкої бети" [343] на основі матриці відстаней Брея-Кьортіса [239]. Оптимальну кількість

кластерів визначали за максимізацією показника кількості фітоценотичних кластерів з діагностичними видами згідно методики Optimclass [418]. У НД1 оптимальним був поділ на 28, а у НД2 – на 25 кластерів (рис. 2.1).

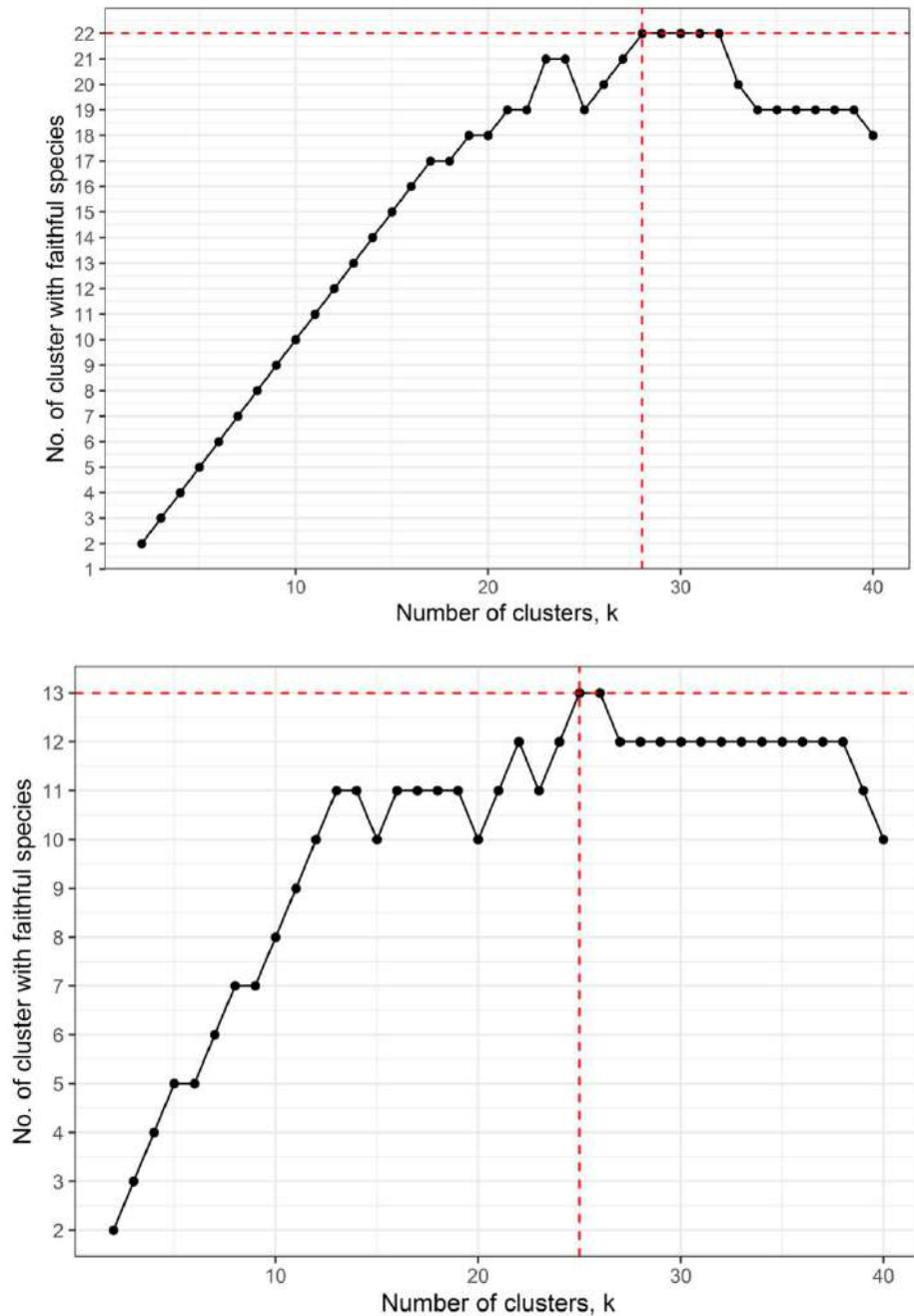


Рисунок 2.1. Визначення оптимальної кількості кластерів модельних наборів даних НД1 і НД2 при класифікації їх методом "гнучкої бети"

Усі подальші розрахунки вірності видів здійснювалися з незмінною класифікацією описів. Було розраховано показники вірності видів за найбільш вживаними у класифікації рослинності індексами (табл. 2.1).

Індекси, що існують у вирівняно-груповій (корегованій) та невирівняно-груповій (некорегованій) модифікаціях, зокрема phi, indval, cos, розраховувалися окремо – phi та phi.g, indval та indval.g, cos та cos.g (позначення "g" означає "group-equalized", тобто вирівняно-групові індекси).

Таблиця 2.1

**Найбільш вживані індекси вірності, що використовуються
у класифікації рослинності**

№	Скорочення	Оригінальні та альтернативні назви, джерела даних
1	phi	phi-coefficient, point-biserial correlation coefficient, Pearson's phi (also denoted as "r", "Ф-coefficient") [255]
2	phi.g	phi-coefficient group-equalized [417]
3	indval	Dufrêne-Legendre Indicator Value Index, IndVal [273]
4	indval.g	IndVal group-equalized [417]
5	cos	Ochiai index, cosine coefficient [263]
6	cos.g	Ochiai index group-equalised [417]
7	chi	chi-square statistic with Yates correction [255]
8	u.hyp	Bruehlheide's corrected u value [242]
9	Fisher	Fisher test [255]
10	g	G statistic [255]
11	TCR	Total cover ratio [429]

Усі вони належать до симетричних мір, або об'єднаної вірності [255]. Розрахунки виконувалися у середовищі R (<https://cran.r-project.org>). Були використані наступні пакети: vegan [374], labdsv [391], indicpecies [264]. Матричні обчислення здійснювалися за допомогою функціоналу базової інсталяції R. За кожним з індексів оцінювався розподіл значень, залежність частки діагностичних видів у різних індексів від встановлених порогів і т.д.

2.1 Аналіз індексів вірності з точки зору властивостей розподілів їх значень

Ознака діагностичний вид чи недіагностичний у статистичному сенсі – номінальна, тоді як індекси вірності – кількісні. Питання класифікації діагностичних видів, тобто переведення неперервної величини у дискретну,

залежить від властивостей розподілів значень у різних індексів вірності, які обчислюються за різними формулами. Від цього залежить вибір порогових величин для діагностичних видів у різних індексів вірності.

Для кожного з модельних наборів даних НД1 та НД2 (табл. А.1) ми провели класифікацію діагностичних видів з використанням 11 індексів вірності (табл. 2.1). Порогові значення визначалися таким чином, щоб частка діагностичних видів складала 25%, 50% і т.д. відсотків від загальної кількості видів. У табл. 2.2 показано як змінюється частка видів, що потрапляють до діагностичних, при варіюванні порогових значень різних індексів вірності.

Таблиця 2.2

Частка діагностичних видів у залежності від порогових значень різних індексів вірності

Частки діагностичних видів	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00
Квартилі значень вірності	q0	q25	q50	q75	q100
Набір даних 1					
indval	0.160	0.277	0.366	0.495	0.983
indval.g	0.172	0.277	0.372	0.502	0.991
phi	0.139	0.262	0.339	0.466	0.954
phi.g	0.150	0.263	0.342	0.480	0.956
cos	0.156	0.277	0.356	0.481	0.956
cos.g	0.168	0.274	0.363	0.502	0.958
u.hyp	1.131	2.662	4.637	6.919	15.924
g	0.000	0.001	0.005	0.043	0.753
chi	3.276	23.380	25.667	48.029	254.392
Fisher (in reverse order)	1.17E-01	3.16E-02	1.72E-03	3.84E-06	1.42E-22
TCR	0.038	0.086	0.129	0.222	1.000
Набір даних 2					
indval	0.100	0.235	0.346	0.463	0.894
indval.g	0.107	0.250	0.357	0.494	0.957
phi	0.082	0.210	0.302	0.423	0.853
phi.g	0.103	0.224	0.335	0.453	0.949
cos	0.097	0.229	0.338	0.450	0.853
cos.g	0.109	0.243	0.364	0.478	0.951
u.hyp	0.000	3.379	5.582	9.533	22.528
g	0.000	0.001	0.016	0.178	3.497
chi	3.408	19.980	40.901	90.978	508.106
Fisher (in reverse order)	1.17E-01	3.50E-03	1.55E-06	2.20E-12	4.94E-55
TCR	0.012	0.063	0.135	0.207	0.890

Деякі індекси є нормованими, і діапазон їх значень не перевищує 1 (індекси *indval*, *phi*, *cos*, *g*, *TCR*, табл. 2.2). Індекси *u.hyp*, *chi* та *Fisher* є ненормованими і їхня верхня або нижня межа є невизначеною. У індексів *indval*, *phi*, *cos* крайні значення (q_0 , q_{100}) та положення медіани (q_{50}) є близькими (табл. 2.2). Це стосується також їх корегованих модифікацій – *indval.g*, *phi.g*, *cos.g*.

У разі встановлення порогів, які відповідають третьому квантилю (q_{75}), до складу діагностичних видів потраплять 25% видів, q_{50} – 50% видів, нижнього квантилю (q_{25}) – 75% видів від загального видового складу. У індексу *Fisher* навпаки – значення $3.84E-06$ призводить до виділення 25% видів як діагностичних. У програмі *Juice* в якості порогу для індексу *Fisher* задається ступеневий показник без знаку мінус, тобто $3.84E-06$ відповідає 6.

Важливим для класифікації діагностичних видів є ступінь симетричності / асиметричності розподілу значень вірності за різними індексами. У разі асиметричного розподілу вибір порогового значення ускладнюється. Це пов'язано з тим, що підбір порогового значення для діагностичних видів здійснюється переважно емпіричним шляхом. Зазвичай це досягається збільшенням або зменшенням значення індексу вірності на певну сталу величину до досягнення певної частки діагностичних видів. У разі, якщо розподіл є виразно-асиметричним, це призводить до нерівномірного збільшення або зменшення кількості діагностичних видів із зміною порогових значень на однакову величину. Таким чином, у індексів з виразно-асиметричним розподілом емпіричне визначення порогових величин для діагностичних видів стає складнішим, особливо, якщо індекс не має фіксованої верхньої (нижньої) межі.

Характер розподілу значень можна оцінити діапазоном значень між квантилями (табл. 2.2). У індексів *g*, *chi*, *Fisher*, *TCR* розподіл виразно-асиметричний. Так, у індексу *g* різниця між значенням третього квантилю (q_{75}) та мінімальним значенням (q_0) складає лише $0.043 - 0 = 0.043$ (табл. 2.2, НД1), тоді як різниця між третім квантилем (q_{75}) та

максимальним значенням (q_{100}) $0.753 - 0.043 = 0.71$, і є у 16.5 разів більшою.

Для порівняння у $indval$ цей же показник становить $0.983/0.495 \approx 2$ рази.

Щоб продемонструвати відмінності у розподілах значень вірності видів, порівняємо криві розподілу щільності (kernel density curves) для трьох індексів ($indval$, g , TCR) з дуже ступенем асиметрії від виразно-асиметричного до майже симетричного (рис. 2.2).

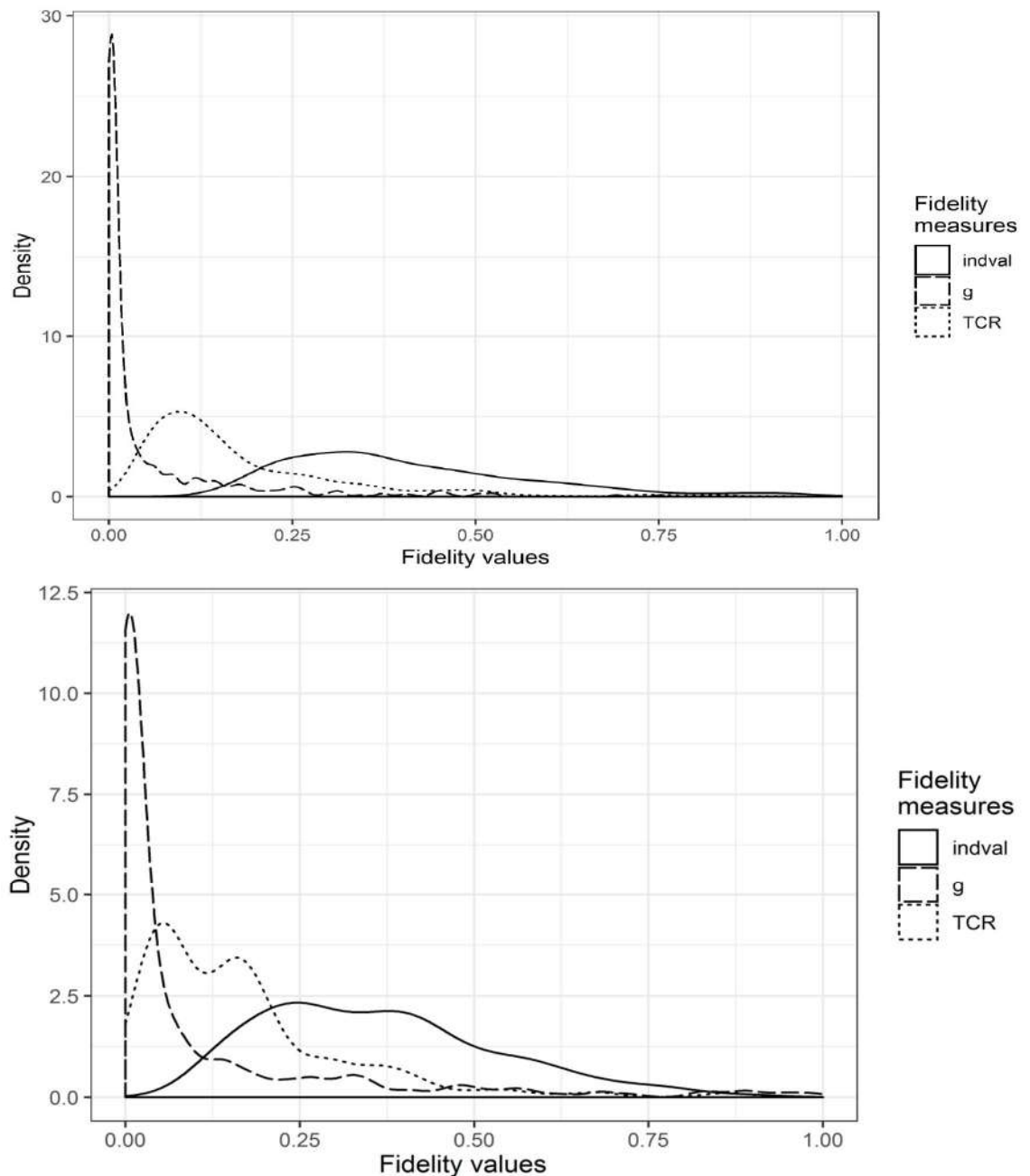


Рисунок 2.2. Криві розподілу трьох індексів вірності з різним ступенем асиметрії

Щоб пояснити зв'язок між характером розподілу значень вірності і кількістю діагностичних видів розглянемо приклад. У разі індексу $indval$ і порогу 0.495 (q_{75}) до складу діагностичних потраплять 25% видів від загального видового складу (табл. 2.2). Для виділення такої ж кількості діагностичних видів поріг у g -індексу необхідно встановити на рівні лише 0.043! При зменшенні порогу у $indval$ до 0.366 частка діагностичних видів зросте на 25% і становитиме 50% видового складу. У індексу g до цього ж призведе зміна порогу усього на соті долі, $0.043 - 0.005 = 0.038$ (табл. 2.2).

У табл. 2.3 показано як змінюються порогові значення 11 індексів вірності для виділення однакової частки діагностичних видів. Крок збільшення частки діагностичних видів складає 5%, а діапазон значень – від 10% до 40% від загальної кількості видів. Частка діагностичних видів зазвичай коливається у вказаних межах і рідко є меншою чи більшою.

Таблиця 2.3

Порогові значення індексів вірності при фіксованій частці діагностичних видів (на прикладі НД1 та НД2, табл. А.1)

Частки діагностичних видів	$indval$	$indval.$ g	ϕ	$\phi.g$	\cos	$\cos.g$	$u.hyp$	g	χ	Fisher	TCR
Набір даних 1											
10%	0.63	0.67	0.62	0.63	0.62	0.63	9.68	0.17	94.03	2.61E-10	0.37
15%	0.58	0.59	0.56	0.57	0.57	0.58	8.45	0.11	71.60	1.96E-08	0.29
20%	0.54	0.57	0.51	0.53	0.51	0.53	7.85	0.07	61.81	3.09E-07	0.26
25%	0.50	0.50	0.47	0.48	0.48	0.50	6.92	0.04	48.03	3.84E-06	0.22
30%	0.47	0.47	0.44	0.45	0.45	0.46	6.38	0.03	40.82	1.60E-05	0.19
35%	0.44	0.45	0.41	0.42	0.41	0.43	5.97	0.02	35.79	4.94E-05	0.17
40%	0.41	0.41	0.39	0.40	0.40	0.41	5.62	0.01	31.72	1.68E-04	0.15
Набір даних 2											
10%	0.58	0.59	0.55	0.57	0.58	0.59	14.83	0.94	220.07	1.09E-19	0.36
15%	0.51	0.53	0.50	0.50	0.51	0.53	12.76	0.48	162.90	2.18E-16	0.30
20%	0.46	0.49	0.43	0.46	0.46	0.49	11.13	0.31	124.10	2.09E-14	0.24
25%	0.46	0.49	0.42	0.45	0.45	0.48	9.53	0.18	90.98	2.20E-12	0.21
30%	0.40	0.42	0.37	0.40	0.40	0.42	8.62	0.12	74.42	3.84E-11	0.19
35%	0.38	0.40	0.34	0.37	0.38	0.40	7.53	0.07	56.73	7.81E-10	0.17
40%	0.36	0.37	0.31	0.34	0.36	0.37	6.61	0.04	47.43	2.28E-08	0.17

Як бачимо, для індексу *indval* оптимальним є встановлення порогових значень у діапазоні 0.4 – 0.6 (0.408–0.632). Для критерію *phi* значення є дещо меншими, але близькими, 0.385 – 0.616. Відмінності між корегованими та некорегованими модифікаціями індексів, зокрема *indval.g* та *indval*, а також *phi* та *phi.g*, є незначними. Це означає, що зміна порогів при переході на кореговану версію індексу чи навпаки не потрібна. Для *u.hyp* та Fisher оптимальним є крок збільшення порогу на одиницю. Вибір *g* та TCR є менш вдалим, що пояснюється їх асиметричністю (рис. 2.2).

Отже, вирівняність розподілу і нормованість значень індексів вірності визначає доцільність їх вибору для класифікації діагностичних видів. Нормовані індекси зручніші з точки зору незалежності порогових значень від характеристик набору даних (кількості видів, описів, фітоценонів). Більш ґрунтовним є вибір індексів з вирівняним розподілом, особливо між 0.6- та 0.9-квантилями, що відповідатиме виділенню 10–40% видів як діагностичних. Індекси *phi*, *indval*, *cos* задовольняють обом вимогам. Індекс *g* не рекомендується із зазначених раніше причин. Індекс Fisher, на нашу думку, теж не є найкращим вибором, хоча саме він використовується у програмі Juice як основний для Optimclass підходу. Але на його користь можна сказати, що значення *p-value* цього індексу є тестом значимості зв'язку між видом та кластером.

2.2 Аналіз індексів вірності з точки зору проблеми мультиафінності

У випадку статистичної класифікації діагностичних видів їх відбір ґрунтується на перевищенні порогу значень вірності (афінності). В ідеальному випадку це повинно спостерігатися у кожного виду лише в одному кластері. Але найчастіше вид має значення вірності вище за встановлений поріг більш, ніж в одному кластері. Це призводить до неоднозначності класифікації видів між кластерами. Для позначення цього ми використовуємо термін "феномен мультиафінності".

Усі індекси вірності оцінюють ступінь зв'язку виду лише з одним кластером. Навіть тоді, коли вони застосовуються для груп кластерів [267], останній розглядається як цілісна одиниця. Із зниженням порогу зростає кількість додаткових максимумів у всіх індексів – випадків, коли вірність виду досягає або перевищує встановлений поріг у більш, ніж одному кластері. Але швидкість зміни цього показника суттєво відрізняється у різних індексів. Цей аспект є важливим з точки зору вибору індексів вірності для класифікації діагностичних видів і залишається поки що недослідженим.

У табл. 2.4 наведені частки діагностичних видів, значення вірності яких перевищує поріг у більш, ніж одному кластері (значення наведені для різних індексів вірності та при різній частці діагностичних видів). Бажаною є мінімізація значень.

Таблиця 2.4

**Частка діагностичних видів з афінністю більш ніж до одного кластеру
(на прикладі наборів даних НД1 та НД2, табл. А.1)**

Частки діагностичних видів	indval.g	indval	phi	phi.g	cos	cos.g	u.hyp	g	chi	Fisher	TCR
Набір даних 1 (НД1)											
10%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.042	0.104
15%	0.014	0.014	0.000	0.000	0.000	0.027	0.042	0.389	0.042	0.097	0.125
20%	0.031	0.031	0.010	0.021	0.031	0.042	0.031	0.458	0.031	0.156	0.120
25%	0.042	0.042	0.025	0.025	0.040	0.067	0.067	0.533	0.067	0.225	0.160
30%	0.055	0.049	0.049	0.035	0.056	0.063	0.104	0.583	0.104	0.214	0.201
35%	0.065	0.071	0.051	0.054	0.086	0.089	0.107	0.619	0.107	0.238	0.242
40%	0.073	0.070	0.057	0.047	0.093	0.093	0.115	0.635	0.115	0.260	0.255
Набір даних 2 (НД2)											
10%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.303	0.000	0.030	0.091
15%	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.020	0.540	0.020	0.100	0.200
20%	0.015	0.030	0.030	0.015	0.030	0.015	0.045	0.642	0.045	0.104	0.224
25%	0.036	0.048	0.048	0.024	0.048	0.036	0.048	0.655	0.048	0.131	0.274
30%	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.080	0.700	0.080	0.140	0.267
35%	0.051	0.060	0.051	0.051	0.060	0.051	0.119	0.735	0.119	0.239	0.299
40%	0.112	0.052	0.090	0.090	0.052	0.112	0.187	0.784	0.172	0.299	0.261

Коли частка діагностичних видів складає лише 10%, "унікальність" списків діагностичних видів забезпечують більшість індексів – усі, крім g , TCR та Fisher. Це відповідає нульовим значенням у таблиці 2.4. При зростанні частки діагностичних видів до 40%, за індексом $indval$ лише 7% (табл. 2.4, НД1) та 5.2% (табл. 2.4, НД2) є видами з більш ніж одним максимумом. У той же час, за g -індексом аналогічний показник сягає аж 63.5% та 78.4% (табл. 2.4). Як бачимо, властивість індексів вірності забезпечувати неперекриття списків діагностичних видів відрізняється за різними індексами. Найбільше виграє у цьому відношенні індекс ϕ_i , оскільки він враховує трапляння виду поза межами основного кластеру як негативну складову кореляції між видом та кластером [265].

Умовно індекси вірності можна розділити на ті, що забезпечують високу унікальність списків діагностичних видів ($indval$, ϕ_i , cos), середню ($u.hyp$, χ Fisher, TCR) та низьку (індекс g). У індексів першої групи частка видів із додатковими максимумами не перевищує 10%, другої – не перевищує 30%, третьої – сягає 80%. Наслідком наявності видів, вірність яких перевищує поріг у більш, ніж одному кластері, є розбіжності у класифікаціях діагностичних видів за різними індексами. Отже, однією із важливих вимог що індексів вірності є їх можливість забезпечувати однозначність класифікації діагностичних видів між синтаксонами при достатньо низьких встановлених порогах у цих індексів.

2.3 Оцінка кореляції класифікацій діагностичних видів за різними індексами вірності

Гіпотетично усі індекси повинні продукувати подібні класифікації діагностичних видів, бо усі вони відображають одну сутність – преференцію виду траплятися переважно в одному кластері (центрованість). Відмінності класифікацій діагностичних видів тісно пов'язані із питанням врахування у вірності видів значень проєктивного покриття [429].

Для кожного виду визначали "оптимальний" кластер, у якому вид

досягає найвищого значення вірності. У випадку 11 індексів вірності це дасть 11 різних класифікацій діагностичних видів. Оцінку кореляції класифікацій діагностичних видів ми здійснили за корегованим індексом Ранда [385]. Далі матрицю кореляцій було трансформовано у матрицю відстаней за формулою $d = \sqrt{1 - \text{corr}^2}$ і проведено групування індексів вірності за ступенем подібності класифікацій діагностичних видів. Для оцінки впливу на подібність класифікацій діагностичних видів значень проєктивного покриття аналіз повторювався із варіюванням показника ступеневої трансформації значень проєктивного покриття видів від 0 (наявність/відсутність виду) до 1 (проєктивне покриття без трансформації). Було застосовано ступеневий тип трансформації з кроком 0.2. Кореговані та некореговані модифікації індексів аналізувалися окремо. Таким чином, у ході експерименту ми оцінювали вплив на подібність класифікацій діагностичних видів відразу трьох факторів: 1) коефіцієнту вірності, 2) типу трансформації значень проєктивного покриття, 3) застосування корегуючої поправки на розмір кластерів (рис. 2.3).

Як бачимо з рис. 2.3, порядок об'єднання індексів суттєво відрізняється при різних значеннях power.transf . Отже, на результат класифікації діагностичних видів у значній мірі впливає врахування і спосіб трансформації значень проєктивного покриття. Спостерігається загальне зростання подібності класифікацій діагностичних видів при переході від нетрансформованих даних ($\text{power.transf} = 1$) до бінарних ($\text{power.transf} = 0$). Індеси Fisher та $u.hur$ дають класифікації, що є близькими до класифікацій за індексами cos , phi та indval у некорегованих модифікаціях. Класифікації видів, які найбільше відрізняються, продукують індекси g та chi (рис. 2.3).

У тому випадку, коли значення п.п. вводяться у розрахунок вірності видів, застосування вирівнюючих трансформацій (\log або $\sqrt{\text{ }}$ трансформацій) призводить до зростання подібності класифікацій діагностичних видів за різними індексами вірності, а також стає подібнішою до одержаної на бінарних даних (рис. 2.3).

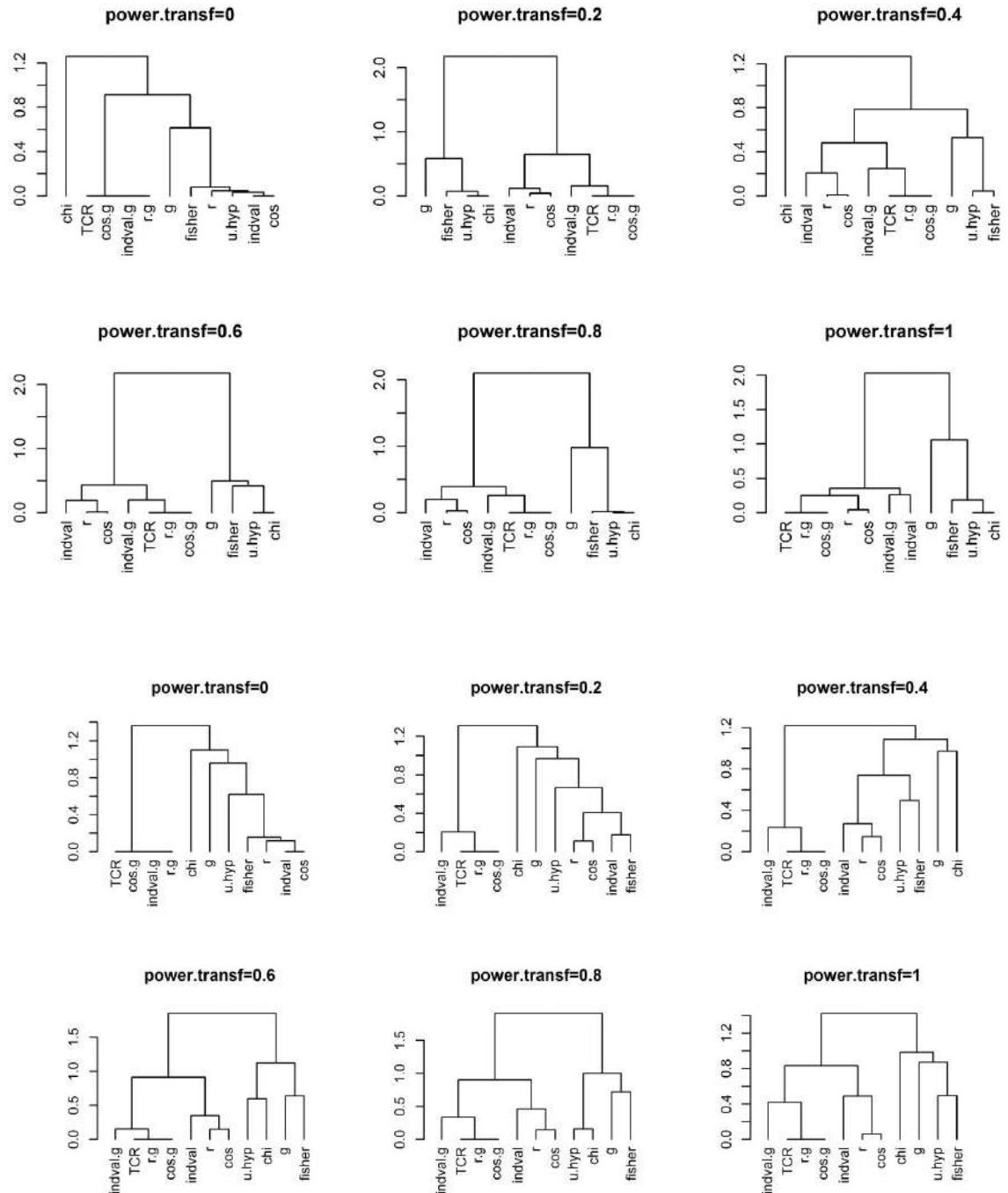


Рисунок 2.3. Кластерний аналіз індексів вірності за ступенем подібності класифікацій діагностичних видів на прикладі наборів даних НД1 (верхній ряд дендрограм) та НД2 (нижній ряд дендрограм). Показник `power.transf` – ступеневий коефіцієнт трансформації значень проєктивного покриття видів

Проведена апробація показала, що відмінності між класифікаціями видів зумовлені не тільки вибором індексу вірності, а й факторами

врахування значень проєктивного покриття і типом їх трансформації. Важливим є формування окремих груп корегованих (group-equalized) і некорегованих (non-equalized) індексів. Їх об'єднання відбувається на високому рівні, тоді як відмінності усередині цих груп незначні. Отже, вирівняно-групові ($\phi_i.g$, $indval.g$, $cos.g$) індекси становлять добре відокремлену групу індексів, оскільки продукують класифікації діагностичних видів більш подібні усередині групи, тобто між собою, аніж з їх некорегованими (ϕ_i , $indval$, cos) аналогами. Це питання буде більш детально розглянуто у наступному розділі.

2.4 Порівняльний аналіз вирівняно-групових і не вирівняно-групових індексів: group-equalized vs non-equalized indexes

Уведення поправки на розмір кластерів було обґрунтоване залежністю індексів від відносного розміру кластеру, тобто частки, яку складають описи певного фітоценотичного кластеру щодо загальної кількості описів датасету, N_p/N [417]. Але таке рішення не може ґрунтуватися виключно на варіюванні кластерів за розміром, оскільки останнє спостерігається завжди.

Проведемо обчислювальний експеримент на прикладі найбільш вживаного індексу ϕ_i . Його метою є з'ясування впливу на класифікацію діагностичних видів застосування корегуючої поправки на розмір кластерів [417]. На прикладі наборів даних НД1 та НД2 було здійснено дві класифікації діагностичних видів при незмінній класифікації описів із використанням індексу ϕ_i у некорегованій і корегованій модифікації, ϕ_i та $\phi_i.g$ відповідно. Кожен вид було класифіковано до кластеру, у якому спостерігається максимальне значення вірності (оптимальний кластер).

На рис. 2.4 показано розподіли і медіанний розмір фітоценотичних кластерів (синтаксонів), у яких зосереджено основну частину діагностичних видів у разі використання корегованої і некорегованої версії індексу ϕ_i .

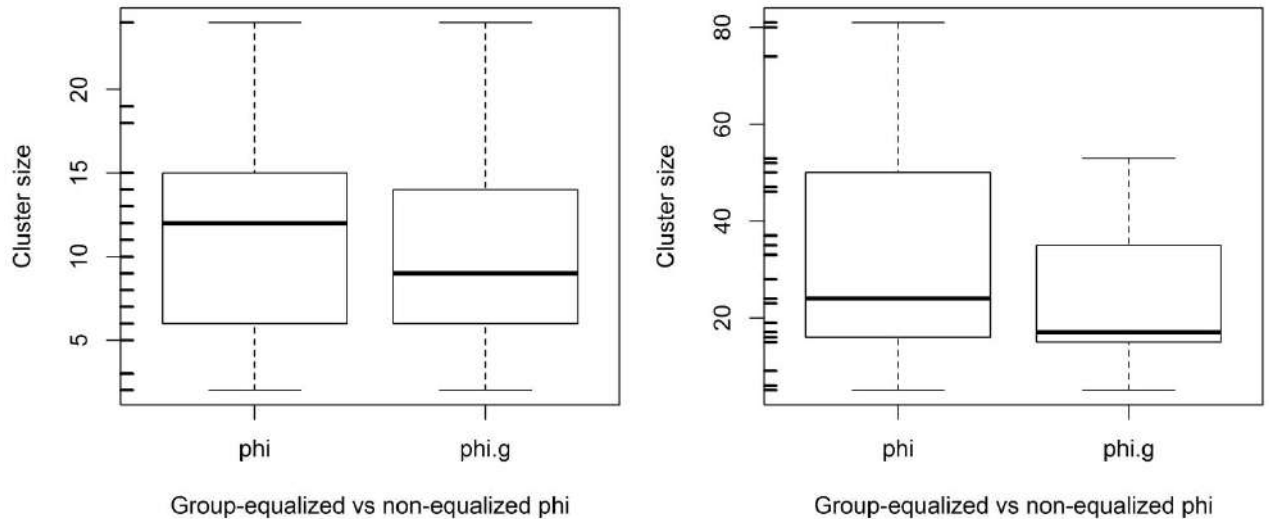


Рисунок 2.4. Розподіли розмірів кластерів, у яких спостерігаються максимальні значення вірності видів індексу ϕ у корегованій і некорегованій модифікації на прикладі набору даних НД1 (зліва) та НД2 (справа)

На графіку видно, що медіана для корегованої версії розташовується нижче. Це означає, що уведення корегуючої поправки у вирівняно-групових індексів не тільки впливає на загальний перелік (класифікацію) діагностичних видів, а й призводить до відносного збагачення діагностичними видами фітоценотичних кластерів з меншою кількістю описів і навпаки. Подібний розподіл було одержано також у випадках інших наборів даних (НД1, НД3), а також інших вирівняно-групових індексів, зокрема indval.g і cos.g , що вказує на закономірність.

Розмір фітоценотичних кластерів – це показник, що не стосується рослинності, її структури чи екологічних особливостей. Тому рішення про застосування вирівнюючої поправки на розмір кластерів залежить від природи даних. Застосування корегованих індексів "збагатить" малі кластери діагностичними видами і посилить їх позиції. Але їх не слід застосовувати, якщо малі кластери є наслідком дрібного поділу, тобто неоптимальної класифікації. Тоді кращим вибором є некореговані модифікації індексів, що

збагатить діагностичними видами більші та стабільніші кластери. З методичної точки зору, застосування корегованих та некорегованих індексів вірності може слугувати як спосіб верифікації фітоценотичних кластерів. Малі кластери, які у випадку застосування некорегованих модифікацій індексів вірності, усе одно будуть мати діагностичні види можна вважати обгрунтованими.

2.5 Класифікація індексів вірності та питання їх вибору

У результаті проведеної апробації індексів вірності ми пропонуємо наступну схему їх класифікації на статистичній основі:

- міри асоціації (indval, phi, cos), міри зв'язку (u.hyp, Fisher, chi, g) та засновані на інших критеріях (TCR, CR);
- нормовані (indval, phi, cos, g, TCR, CR) та ненормовані (u.hyp, Fisher, chi);
- індекси, що приймають лише додатні значення (усі крім phi, u.hyp) та ті, що можуть мати також негативні значення (phi, u.hyp);
- кореговані (phi.g, cos.g, indval.g) та некореговані (phi, cos, indval) індекси;
- симетричні (усі, що були залучені у нашому аналізі) і асиметричні (A, A.g, B, u.hypA, u.hypB) міри;
- кількісні, тобто такі, що враховують значення проективного покриття, та бінарні, які застосовуються лише до даних про присутність/відсутність виду.

Міри асоціації вимірюють безпосередньо силу зв'язку між видом і синтаксоном, тоді як міри зв'язку базуються на тестах лише про існування достовірності такого зв'язку. Індекси TCR [427] та CR [268] відносять до інтуїтивних (нестатистичних) мір [429], оскільки на відміну від усіх інших індексів метод їх оцінки не базується на таблицях спряженості. Нормовані індекси приймають значення 1 у випадку повної відповідності амплітуд виду

та синтаксону. Верхня межа (а у індексу Fisher – нижня) ненормованих індексів є невизначеною. Негативні значення можуть мати лише індекси ϕ і $u.hur$. Це спостерігається у випадках, коли трапляння виду за межами синтаксону є більшим, аніж усередині (ϕ), або фактична частота менше від теоретично очікуваної ($u.hur$).

Індекси ϕ та $indval$ належать до двох найбільш вживаних індексів вірності, тому питання вибору індексу вірності в основному точаться навколо них. До цього переліку можна ще додати косинусний коефіцієнт, або індекс cos , коефіцієнт Очіаї [263], який дуже подібний до індексу $indval$ [273].

Індекс $indval$ найкраще обґрунтований з позицій біоіндикаційного підходу. Він складається з двох показників, кожен з яких має у біоіндикації самостійну діагностичну цінність. Це специфічність (або вибірковість, *true positive rate*) і постійність (або відносна частота, *true negative rate*). Максимізація обох показників відповідає ідеальному біоіндикатору.

Індексу ϕ віддають перевагу, обґрунтовуючи це можливістю вимірювати негативні кореляції. Про негативні кореляції йдеться, якщо вид уникає певних синтаксонів у буквальному розумінні. Але довести це у більшості реальних випадків просто неможливо. Найчастіше відсутність виду є наслідком його низької загальної частоти у флорі. Інтерпретувати негативні кореляції як "уникання" певних умов чи синтаксонів слід з великою обережністю. У випадку наших тестових даних НД1 і НД2 мінімальне значення індексу ϕ сягало лише -0.15 , тобто було незначним. На разі це не дає підстав говорити про "уникання" у жодного з видів.

Принципова різниця між індексами ϕ та $indval$ полягає у врахуванні (ϕ) або неврахуванні ($indval$, cos) значення d-клітини таблиці спряженості. У фітоценології коефіцієнти подібності, що не враховують значення d-клітини, застосовуються частіше [259, 407]. Тому головні рекомендації щодо вибору між цими індексами повинні стосуватися ЕФД даних. У випадку широкого ЕФД застосування індексів $indval$, cos і подібних їм, є більш обґрунтованим [263]. А що стосується можливості індексу ϕ оцінювати

негативні кореляції, то рекомендацією щодо його пріоритетності може бути емпірична перевірка на конкретних даних: якщо вибір індексу ρ_i для розрахунків вірності видів не дає значних негативних значень, то і від його використання не буде переваг у порівнянні з індексами indval і cos .

2.6 Анотація розділу

Індекси вірності використовуються для статистичної класифікації діагностичних видів та автоматизації сортування видів у фітоценотичних матрицях. Оскільки ознака діагностичний вид чи недіагностичний у статистичному сенсі – номінальна, тоді як індекси вірності – кількісні, то використання індексів вірності як порогових критеріїв і переведення неперервної величини у дискретну висуває ряд вимог (характеристик), які стосуються їх розподілів.

У результаті проведеної апробації 11 найбільш вживаних індексів вірності встановлено, що основними критеріями вибору індексів вірності для класифікації діагностичних видів на статистичній основі є: 1) нормованість значень, 2) вирівняність розподілів між 0.6- та 0.9- квантилями, 3) існування у корегованій та некорегованій модифікації, 4) можливість забезпечувати однозначність класифікації діагностичних видів при достатньо низьких встановлених порогах.

Нормованість значень усуває залежність від характеристик масиву даних і дозволяє ґрунтовніше визначати порогові значення. У більшості випадків оптимальними для класифікації діагностичних видів є значення порогів нормованих індексів у межах 0.4–0.5. Щодо вирівняності розподілів індексів вірності, то найбільш важливим є діапазон між 0.6- та 0.9-квантилями, що відповідає часткам від 10% до 40% діагностичних видів від загальної кількості видів. У разі виразно-асиметричного розподілу ускладнюється визначення оптимального порогового значення, внаслідок швидкого збільшення або зменшення кількості діагностичних видів із зміною порогу на однакову величину.

У випадках, коли значення проєктивного покриття видів не враховуються, більшість індексів вірності дають подібні класифікації видів. І навпаки, чим більше ступеневий коефіцієнт трансформації їх значень наближається до одиниці, тим більші відмінності між класифікаціями діагностичних видів за різними індексами вірності спостерігаються. Тому класифікація діагностичних видів залежить не тільки від вибору того чи іншого індексу (коефіцієнту) вірності, а й від врахування чи неврахування значень проєктивного покриття.

Кореговані версії індексів продукують суттєво відмінні класифікації з іншим розподілом оптимумів діагностичних видів між кластерами, аніж їх некореговані аналоги. Фактично вирівняно-групові (кореговані) "модифікації" індексів вірності – це більше ніж "модифікації", це самостійна група індексів, які більш схожі між собою, аніж з невірвняно-груповими (некорегованими) модифікаціями тих же індексів.

Уведення вирівнюючої поправки на розмір кластерів призводить до збільшення кількості діагностичних видів у кластерів малих розмірів і навпаки. З урахуванням цього повинно прийматися рішення про застосування вирівняно-групових індексів: не застосовувати їх, якщо малі кластери можуть бути наслідком неоптимальної, надто дрібної класифікації. У інших випадках використання вирівняно-групових індексів має переваги, оскільки усуває залежність від частки описів того чи іншого синтаксону у загальному масиві даних.

За результатами проведеної комплексної оцінки індексів вірності індексами пріоритетного вибору є ρ_i , indval та cos . У переважній більшості випадків вибір між ними не має принципового значення. Але для дуже значних за обсягами і різнорідних масивів, де наявні описи з різних регіонів та різних класів рослинності, більш доцільним є використання індексу indval . Індексу ρ_i слід віддати перевагу у разі даних вузького ЕФД, враховуючи його можливість оцінювати негативні кореляції між видами і синтаксонами, тобто тенденцію до уникання певних синтаксонів (місцезростань).

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ЯКОСТІ ФІТОЦЕНОТИЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ

У класифікації рослинності завжди можна отримати значну кількість альтернативних поділів для одного масиву даних описів. Постає закономірне питання – який поділ є кращим і за якими критеріями це можна оцінити?

Правила кодексу фітосоціологічної номенклатури регламентують лише питання номенклатури, авторства, валідності публікації і т.п. Але синтаксони – це статистичні / стохастичні утворення. Тому необхідними є формальні критерії, які б гарантували досягнення певного прийняттого рівня однорідності одиниць рослинності з урахуванням їх рангу. Отже, використання кількісних показників для оцінки якості як окремого фітоценону, так і класифікації в цілому, є неодмінною умовою об'єктивізації результату класифікації рослинності.

Було запропоновано значну кількість індексів оцінки (валідації) фітоценотичних класифікацій. Зокрема, індекси чіткості (sharpness) та унікальності (uniqueness) [256], G-статистика [236], індекси стабільності фітоценотичних кластерів [419] на основі лямбди Гудмана-Краскала [296], показники кількості діагностичних видів, т.з. підхід Optimclass [418], індекси PARTANA та ISAMIC [391]. Але питання методики і ґрунтовності вибору тих чи інших індексів вивчені недостатньо.

Дискусійність існуючих підходів стає очевидною у випадках нечіткої кластерної (синтаксономічної) структури даних. Як правило, це масиви описів, де середня подібність висока: чим менш чіткими є фітоценотичні кластери (синтаксони), тим більша розбіжність максимумів у різних індексів якості поділу. У таких випадках оцінка за одним індексом не може бути ґрунтовною. Бракує узагальнень, універсальних підходів, які би об'єднували зазначені підходи і давали би надійніші збалансовані оцінки.

Індекси оцінки (валідації) кластерного поділу поділяють на внутрішні та зовнішні [286, 301, 387] або, як інакше їх називають, на геометричні та

негеометричні [221]. Геометричні критерії стосуються морфології кластерів – щільності і відмежованості. До негеометричних критеріїв відносять ті, що базуються на кількості діагностичних видів. Значна кількість діагностичних видів є основою для вибору оптимальної кількості кластерів та методу кластеризації [418]. Існують також підходи, що базуються на перевірці стабільності фітоценотичних кластерів [382, 419], оцінці репрезентативності виявлення видового складу синтаксонів у залежності від кількості описів [43, 60, 62], оцінку узгодженості автоматичної класифікації із "золотим стандартом", тобто апріорно відомими класами [67].

3.1 Оцінка фітоценотичних кластерів за геометричним критерієм

Кожен кластер можна представити як сукупність точок-об'єктів у просторі ознак. Щільність і відмежованість (непересічність) кластерів є ознаками якісного поділу [301, 387].

Однією з популярних метрик для оцінки (валідації) кластерного поділу вважається статистика силуетів (Silhouette statistic) [398]. Для кожного об'єкту розраховується середня відстань до усіх інших об'єктів свого фітоценону / кластеру, яка порівнюється із середньою відстанню до об'єктів в іншому найближчому кластері:

$$\text{silh} = (b_i - a_i) / \max(b_i, a_i) \quad (3.1)$$

де silh – статистика силуетів, a_i – середня відстань між i -м об'єктом та об'єктами всередині кластеру, b_i – найменша відстань між i -м об'єктом та об'єктами з іншого кластеру.

Перелік індексів, заснованих на матриці відстаней, на цьому не обмежується. Деякі з них, зокрема Калінського-Харабаша [246], індекс Данна [274], ще будуть розглянуті нами у наступних розділах. Для середовища R існує чимала кількість пакетів, призначених для розрахунків індексів валідації, зокрема `fpc` [305], `c1Valid` [241], `Nbclust` [250] та ін.

Статистика силуетів значною мірою залежить від варіювання кластерів за розміром (кількістю описів). Більший вклад у її значення вносять кластери

(фітоценони) із великою кількістю об'єктів (описів). Для зменшення такої залежності нами було запропоновано інший показник PQI, partitioning quality index [67]. Нехай, *wcs*, within-cluster similarity, – це середня подібність описів усередині кластеру (фітоценону); *bcs*, between-clusters similarity – середня подібність описів різних кластерів. Індекс PQI розраховується за формулою:

$$PQI = (wcs - \max(bcs)) / (wcs + \max(bcs)) \quad (3.2)$$

Індекс PQI, як і статистика силуетів, має діапазон значень від –1 до +1. Більші значення є ознакою якісного поділу.

У табл. 3.1 наведена оцінка щільності та відмежованості фітоценотичних кластерів за статистикою силуетів та індексом PQI.

Таблиця 3.1

Оцінка щільності та відмежованості фітоценотичних кластерів за статистикою силуетів (silh) та індексом PQI на прикладі набору даних НД2

кластер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.38	0.31	0.23	0.16	0.15	0.09	0.12	0.14	0.1	0.09	0.11	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.13	0.13
2	*	0.45	0.4	0.32	0.29	0.17	0.22	0.25	0.2	0.17	0.2	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	0.13	0.12
3	*	*	0.48	0.41	0.39	0.18	0.25	0.26	0.24	0.2	0.23	0.28	0.26	0.23	0.23	0.25	0.12	0.11
4		*	**	0.7	0.53	0.17	0.29	0.31	0.28	0.23	0.29	0.34	0.26	0.25	0.2	0.3	0.12	0.12
5		*	*	**	0.54	0.25	0.32	0.37	0.38	0.33	0.33	0.35	0.29	0.27	0.23	0.32	0.13	0.13
6					*	0.42	0.25	0.27	0.34	0.31	0.28	0.23	0.2	0.2	0.24	0.23	0.12	0.09
7		*	*	*	*	*	0.47	0.35	0.35	0.37	0.42	0.27	0.24	0.21	0.22	0.24	0.11	0.11
8		*	*	*	*	*	*	0.47	0.38	0.35	0.38	0.32	0.3	0.29	0.27	0.32	0.16	0.16
9			*	*	*	*	*	*	0.54	0.41	0.4	0.3	0.26	0.22	0.24	0.27	0.13	0.1
10				*	*	*	*	*	**	0.46	0.4	0.26	0.25	0.22	0.22	0.25	0.12	0.11
11			*	*	*	*	**	*	*	*	0.44	0.28	0.25	0.22	0.23	0.26	0.13	0.12
12		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.38	0.34	0.34	0.34	0.37	0.22	0.2
13		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	0.51	0.44	0.39	0.41	0.29	0.3
14		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	**	0.53	0.41	0.46	0.3	0.34
15		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	0.53	0.44	0.33	0.26
16		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	**	**	**	0.49	0.3	0.27
17												*	*	*	*	*	0.37	0.28
18													*	*	*	*	*	0.4
silh	0.07	0.07	0.06	0.37	0.01	0.09	0.05	0.03	0.19	0.04	-0.04	-0.1	0.11	0.1	0.15	0	0.01	0.06
PQI	0.18	0.11	0.15	0.24	0.02	0.19	0.11	0.19	0.24	0.11	0.05	0.03	0.14	0.13	0.17	0.06	0.11	0.15

Зірочками позначено мнемонічні коди для коефіцієнтів подібності: *** – подібність > 0.6; ** – подібність > 0.4; * – подібність > 0.2

Діагональні значення – це середні коефіцієнтів подібності описів одного синтаксону, а недіагональні значення – середні значення коефіцієнтів подібності описів різних синтаксонів, відповідно до формули 3.2. Діагональні (внутрішньокластерні) значення у всіх кластерів є більшими, ніж недіагональні (міжкластерні). Значення PQI варіюють від 0.02 (кластер 5 з найменшим ступенем відмежованості) до 0.24 (найбільш чіткі кластери 4 та 9). Середнє значення статистики силуетів з урахуванням усіх кластерів – 0.07, а індексу PQI – 0.13. Найвищий показник щільності (діагональне значення) спостерігається у кластеру 4 (0.7). Значення статистики силуетів у для більшості кластерів є додатнім за виключенням кластерів 11 та 12.

Кластери з найменшим значенням статистики силуетів також мають невисокі значення індексу PQI. Різниця ранжованих значень обох індексів (рядок *diff_rank*) найбільша у кластеру 8. Кореляція *silh* та PQI складає 0.8, а кореляція їх рангів – 0.77. Отже, індекси *silh* та PQI дають подібні оцінки, але індекс PQI має переваги у випадках, коли кластери (синтаксони) істотно варіюють за розмірами (кількістю описів).

3.2 Підходи до оцінки якості фітоценотичних кластерів за флористичними критеріями

3.2.1 Індекси чіткості та унікальності синтаксонів

Для оцінки синтаксонів було запропоновано індекси чіткості (англ. *sharpness*) та унікальності, які базуються на оцінках вірності з урахуванням усіх видів [256]. Цей підхід було застосовано для оцінки класів та союзів рослинності Чехії [256], а згодом Словаччини [322]. Чіткість синтаксону (фітоценону) визначається як сума додатніх значень індексу вірності *phi* з урахування середньої кількості видів у описах різних синтаксонів:

$$\mathit{sharpness}_j = (1 + \sum \Phi_{ij} \times 100) / R_j \quad (3.3)$$

де *sharpness_j* – індекс чіткості синтаксону *j*, Φ_{ij} – вірність *i*-го виду синтаксону *j*, R_j – середня кількість видів в описах синтаксону *j*.

Унікальність синтаксону (фітоценону) визначається як частка видів, що

є діагностичними лише для одного синтаксону. Розрахунок здійснюється у два етапи. Спочатку розраховується індекс T (перекриття) для кожної пари синтаксонів, а потім індекс унікальності як величина зворотна до індексу перекриття:

$$T_{jk} = \sum \Phi_{ij} \times \Phi_{ik} / \sum \Phi_{ij}^2 \quad (3.4)$$

$$\text{uniqueness}_j = 1 / \sum T_{jk} \quad (3.5)$$

де T_{jk} – індекс перекриття пари синтаксонів j і k, Φ_{ij} та Φ_{ik} – вірність i-го виду щодо синтаксонів j і k відповідно, uniqueness_j – індекс унікальності синтаксону j. Високі значення унікальності свідчать про чітку відокремленість фітоценотичного кластеру за списком діагностичних видів.

3.2.2 Чіткість класифікації

У 2005 році З. Ботта-Дукат запропонував оцінювати "ламкість" (англ. crispness) класифікації на основі G-статистики [236]. G-статистика, на відміну від Хі-квадрат, заснована не на різниці фактичної і теоретичної частоти, а на їх відношенні:

$$G = 2 * \sum O \times \ln(O/E) \quad (3.6)$$

де O (Observed) – фактичні частоти, E (Expected) – теоретичні частоти.

Зазначається, що G-статистика не оцінює вірність видів окремим кластерам (синтаксонам), її трактують як загальну диференціюючу силу видів (англ. separation power of species) [236].

3.2.3 Optimclass підхід

Підхід до визначення оптимальної кількості фітоценотичних кластерів на основі кількості діагностичних видів отримав назву Optimclass [418]. Він має дві модифікації. У Optimclass-1 максимізується показник загальної кількості діагностичних видів, у Optimclass-2 – кількість "добрих" кластерів, які мають не менше 1, 2 і т.д. діагностичних видів.

Порівнюваність оцінок на основі підходу Optimclass можлива лише у разі застосування одного й того ж індексу вірності, за яким будуть класифіковані види, а також однакового порогового значення для

діагностичних видів. Функціонал Optimclass у програмі Juice [416] обмежений лише індексом Фішера (Fisher's index). Цей індекс є ненормованим і має значну асиметрію розподілу (розділ 2.1). У разі вибору неоптимального порогового значення піку на кривій Optimclass за цим індексом можна й не отримати. Тому у наших дослідженнях, де ми використовували підхід Optimclass, у розрахунок закладався інший, нормований індекс вірності – indval.g [292, 293].

3.3 Оцінка кореляції фітоценотичних класифікацій

За наявності бенчмарк-поділу (benchmark or gold standard), наприклад, експертної класифікації, усі інші поділи можуть порівнюватися із "золотим стандартом". Для вимірювання кореляції номінальних ознак використовують різні міри. Серед найбільш відомих – статистика Крамера (Cramer's V) [261], індекс Фолкса-Меллоуса (FM-index) [284], індекс Жаккара [316]. У задачі класифікації рослинності важливим аспектом є оцінка ступеня подібності класифікацій різними методами. У якій мірі на результат класифікації впливає вибір того чи іншого методу кластерного аналізу? Чи є можливість припуститися помилки, обравши "невдалий" метод групування? Які методи класифікації дають найбільш подібні / відмінні результати?

Для подальшої апробації ми використали модельні набори даних НД2 та НД3 (табл. А.1). Ми вибрали 7 альтернативних аналітичних комбінацій (DACs, data-analytical combinations) [353] (табл. 3.2), які часто застосовуються у класифікації рослинності [353] і включають різні способи розрахунку відстаней між описами та алгоритми групування.

У якості бенчмарк-класифікації використали експертні (авторські) класифікації модельних наборів даних НД2 [294] та НД3 [289]. Для порівнюваності у кожного з методів кластеризації було відібрано поділи з такою ж кількістю кластерів, як у бенчмарк (контрольної) класифікації, а саме $k = 18$ та $k = 5$ для НД2 та НД3 відповідно. Кореляція класифікацій різними методами оцінювалась за коефіцієнтом Крамера [261]. Матриця

відстаней була розрахована з матриці кореляцій: $d = 1 - \text{corr}^2$ і застосована для кластерного аналізу подібності класифікацій різними методами (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Аналітичні комбінації (DACs) для оцінки кореляції класифікацій
різними методами**

id	DAC	спосіб трансформації	спосіб розрахунку відстаней	алгоритм групування	додаткові параметри
1.	ward	hellinger	Euclidean	Ward's method	не застосовувалися
2.	flexible	log	Bray-Curtis	flexible-beta	beta = -0.25
3.	PAM	normalize	Euclidean	PAM	не застосовувалися
4.	twinspan	pseudospecies cut levels = 0, 2, 5, 10, 20	матриця дистанцій не застосовується	Twinspan modified	обчислення неоднорідності кластерів – total.inertia
5.	diana	log	Bray-Curtis	DIVisive ANALYSIS Clustering	не застосовувалися
6.	DRSA1	hellinger	Euclidean	DRSA	noise threshold = 0.05
7.	DRSA2	hellinger	Euclidean	DRSA	noise threshold = 0

На рис. 3.1 на прикладі набору даних НД2 (табл. А.1) представлені одержані корелограма (зліва) та дендрограма (справа) подібності класифікацій різними методами. Еліпси у верхній частині корелограми візуально передають значення коефіцієнтів кореляції. Нахил вправо означає додатну кореляцію, а інтенсивність забарвлення означає ступінь кореляції.

Коефіцієнти кореляції класифікацій у випадку набору даних НД2 коливаються від 0.38 до 0.66 (рис. 3.1), у НД3 – від 0.50 до 0.78 (рис. 3.2). У випадку НД2 (рис. 3.1) спостерігається чіткий поділ на два кластери: перший – це група методів PAM + DRSA та другий – усі інші методи.

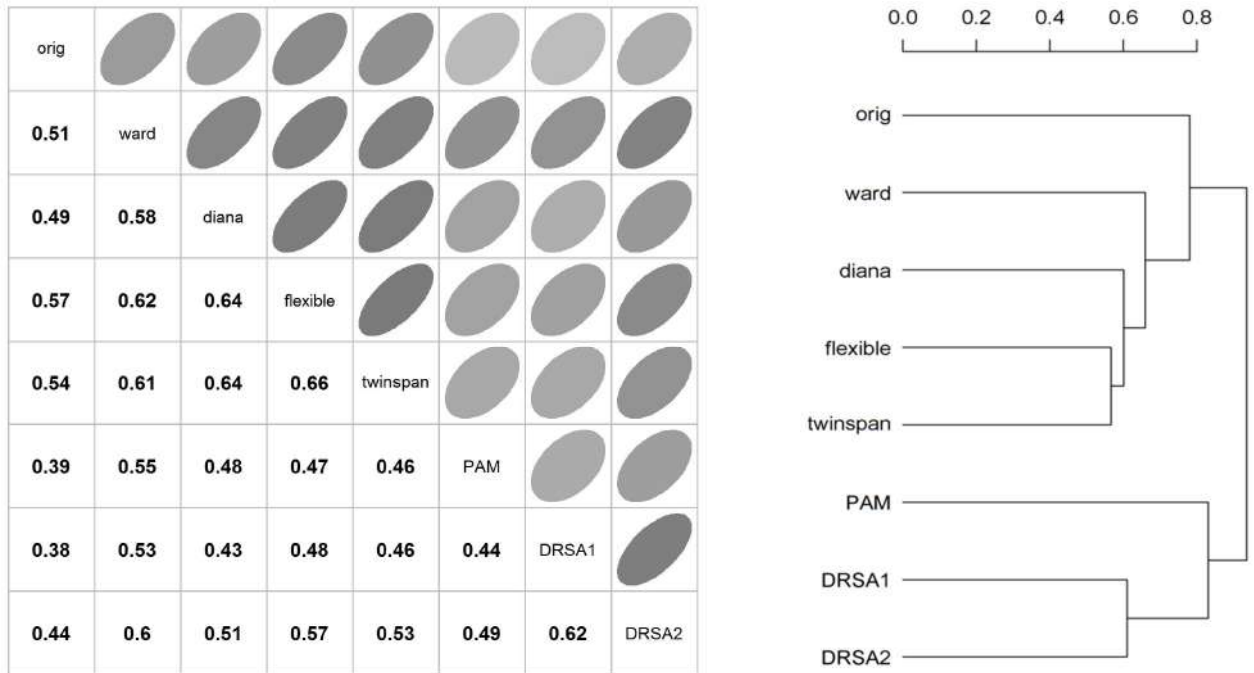


Рисунок 3.1. Кореляційний та кластерний аналіз подібності класифікацій різними методами (табл. 3.2) на прикладі набору даних НД2

На рис. 3.2 наводяться аналогічні результати для модельного набору даних НД3 (табл. А.1).

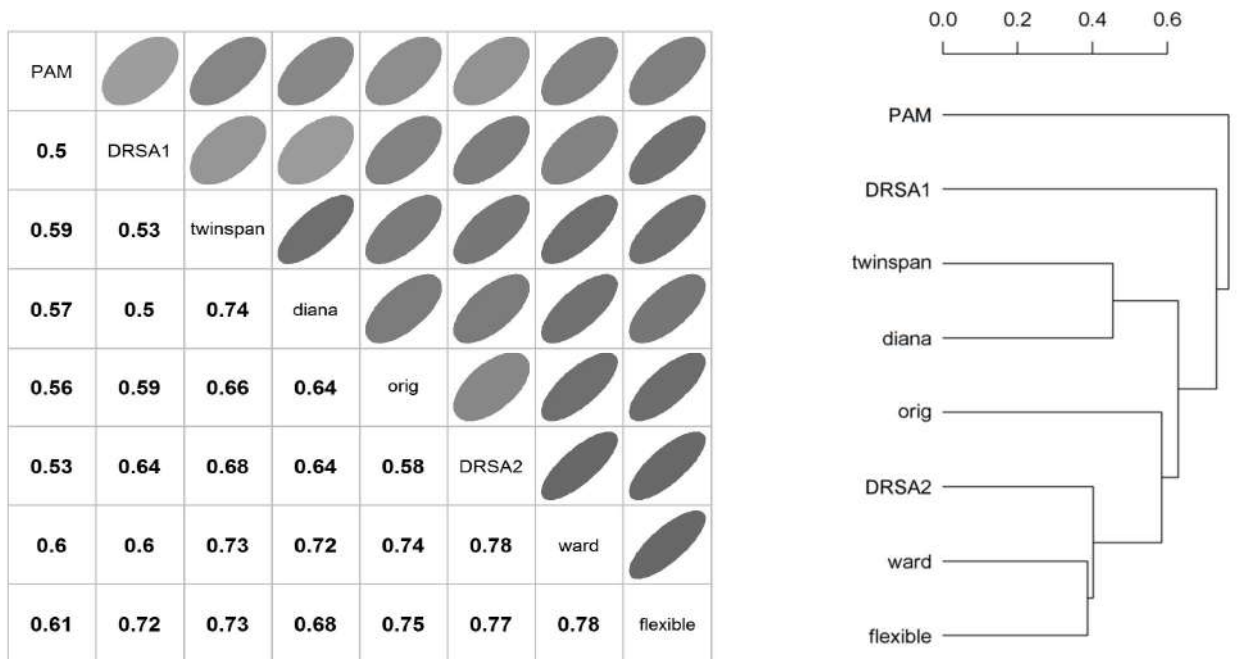


Рисунок 3.2. Кореляційний та кластерний аналіз подібності класифікацій різними методами (табл. 3.2) модельного набору даних НД3

Подібність PAM та DRSA пояснюється тим, що обидва методи є ітеративними. Але подібність класифікацій DRSA1 та DRSA2 з різними налаштуваннями вища (0.62), аніж різними методами – DRSA та PAM (0.49). Серед автоматичних класифікацій найвищу подібність до експертної класифікації продемонстрував метод гнучкої бети (табл. 3.2, рядок 2).

У випадку НДЗ (рис. 3.2) кореляція класифікацій різними методами дещо відрізняється від наведеної на рис. 3.1. Значною є подібність класифікацій методами *twinspan* і *diana* (0.74), а також *ward* і *flexible* (0.78). Подібність класифікацій *twinspan* та *diana* пояснюється тим, що обидва методи належать до дивізімних (ділячих) кластерних алгоритмів; а *ward* і *flexible* – є агломеративними (об'єднуючими). Класифікація за методом DRSA виявилася подібною (0.72–0.77, рис. 3.2) до класифікації *flexible* з параметром $\beta = -0.25$.

В цілому, ступінь подібності класифікацій одного набору даних різними методами коливається від середнього до високого. Крім методу групування значний вплив чинять ще такі фактори, як спосіб трансформації значень проективного покриття та розрахунку відстаней між описами. Подібність класифікацій різними методами зростає, якщо вони належать до однієї групи методів (ієрархічний чи ітеративний, ділячий чи агломеративний і т.д.). Із зменшенням кількості фітоценотичних кластерів (синтаксонів), що виділяються, середній ступінь подібності класифікацій різними методами теж зростає.

3.4 Визначення оптимальної кількості кластерів за комбінованим критерієм

Дискусійність існуючих підходів до оцінки оптимальної кількості фітоценотичних кластерів стає очевидною у випадках нечіткої кластерної (синтаксономічної) структури даних. Як правило, це масиви описів, де середня подібність висока. Чим менш чіткими є фітоценотичні кластери (синтаксони), тим більша розбіжність максимумів у різних індексів якості

поділу. У таких випадках оцінка за одним індексом не може бути ґрунтовною.

Нами запропоновано метод оцінки якості поділу і кількості кластерів (синтаксонів) у даних за збалансованим (комбінованим) критерієм. Принцип такої оцінки полягає у врахуванні значної кількості різних індексів валідації поділу і розрахунку їх середнього значення після стандартизації кожного показника. Рішення про кількість фітоценотичних кластерів у даних приймається за максимізацією середнього стандартизованих оцінок декількох індексів. Це дозволяє подолати проблему розбіжності максимумів у різних індексів, оскільки надійність загальної оцінки підвищується у порівнянні із застосуванням одного показника.

Оскільки різні індекси мають різний діапазон значень значень, то перед розрахунком збалансованого (комбінованого) критерію ми проводимо "нормування" їх значень. Можливими є три варіанти нормування значень:

1. стандартизація (функція *scale* в R);
2. рескейлінг, або мін.-макс. нормалізація;
3. розрахунок медіани ранжованих значень кожного показника.

Усі способи дають подібні максимуми у збалансованого критерію. Тому у якості прикладу ми розглянемо лише перший спосіб. Апробацію буде проведено на прикладі модельного набору даних НД2 (табл. А.1). Для розрахунку збалансованого критерію ми використали 9 геометричних (дистанційних) індексів (1d – 9d, табл. 3.3) і 6 флористичних індексів (1f – 6f, табл. 3.3). Усі розрахунки проводилися у середовищі R (<https://cran.r-project.org/>) з використанням пакетів *labdsv* [391], *indicspecies* [264], *optpart* [390], *fpc* [305], *clusterSim* (<http://keii.ue.wroc.pl/clusterSim/>, дата доступу 04.07.2020).

**Індекси оцінки якості кластерного поділу відібрані для апробації
методу визначення оптимальної кількості кластерів за
комбінованим критерієм**

id	Скорочення	Повна назва	Коментар
1d	silh	Silhouette statistics	статистика силуетів [398], найбільш часто використовується у кластерному аналізі
2d	ch	Calinski-Harabasz index	індекс Калінського-Карабаша [246], другий за популярністю індекс після статистики силуетів
3d	g3	G3 coefficient	G3 коефіцієнт [297] – доступний у пакеті <i>fpc</i> [305]
4d	pgam	pearsongamma	"нормалізована гамма", розраховується як кореляція між відстанями та бінарним вектором, де 0 означає один кластер, 1 означає різні кластери [302]
5d	dunn	Dunn index	індекс Данна, відношення мінімальної відстані між двома кластерами до максимальної відстані усередині кластеру [302]
6d	wb.ratio	within/between ratio	відношення середньої відстані між кластерами до середньої відстані усередині кластерів; індекс доступний у пакеті <i>fpc</i> [305] для середовища R
7d	cindex	Hubert & Levin C-index	менші значення данного індексу є кращими [313], тому у розрахунках ми застосовуємо обернений показник: $1/\text{index.C}$
8d	disdiam	Dissimilarity Diameters of a Partition	середній діаметр (максимальна внутрішньокластерна відстань) усіх кластерів; доступний у пакеті <i>optpart</i> [390]; менші значення данного індексу є кращими, тому застосовуємо обернений показник $1/\text{disdiam}$
9d	partana	partana index	індекс доступний у пакеті <i>optpart</i> [390]
1f	isamic	ISAMIC score	Indicator Species Analysis Minimizing Intermediate Occurrences; індекс доступний у пакеті <i>labdsv</i> [391]
2f	sharpness	Sharpness index	індекс чіткості (окресленості) фітоценотичних кластерів [256]
3f	uniqueness	Uniqueness index	індекс унікальності фітоценотичних кластерів за складом діагностичних видів [256]

Продовження таблиці 3.3

id	Скорочення	Повна назва	Коментар
4f	m.ochiai	Ochiai index	середнє значення вірності усіх видів за індексом Очіаї (Ochiai) [263], які вони мають у оптимальних кластерах; з розрахунку середнього виключаються види максимальна константність яких не перевищує 20% або частота трапляння менше 5
5f	OC1	OptimClass-1	загальна кількість діагностичних видів усіх кластерів [418]; головний недолік – не дозволяє розрізнити ситуації, коли діагностичні види рівномірно розподілені між усіма кластерами або зосереджені в небагатьох кластерах, див. розділ 3.2.3
6f	OC2	OptimClass-2	кількість фітоценотичних кластерів з діагностичними видами [418]; позбавлений недоліку індексу OC1, але залежить від порогу мінімальної кількості діагностичних видів на кластер для визнання його "добрим", див. розділ 3.2.3

Спочатку масив описів модельного набору даних НД2 було класифіковано методом гнучкої бети на основі матриці відстаней Брея-Кьортіса. Дендрограму, одержану за результатами кластерного аналізу, послідовно "розрізали" для одержання кількості кластерів, k , від 2 до 30. Для кожної з k -класифікацій (поділів) розраховувати показники якості поділу за кожним з індексів, які наведені в табл. 3.3. Їх значення було стандартизовано з використанням функції *scale*, а збалансований (комбінований) критерій визначався як середнє арифметичне стандартизованих показників за кожним з індексів. Результати за кожним з індексів (табл. 3.4), стандартизовані значення та збалансований критерій наведено для усіх поділів при кількості кластерів від 2 до 30 (табл. 3.5).

**Індекси якості поділу при кількості кластерів від 2 до 30 на
прикладі набору даних НД2 (жирним шрифтом позначені максимальні
значення за кожним індексом)**

Кільк. кластерів	silh	ch	g3	pgam	dunn	wb.ratio	cindex	disdiam	partana
2	0.14	77.33	4.29	0.43	1.07	1.16	2.59	1.00	1.72
3	0.16	60.43	6.49	0.59	1.09	1.24	3.30	1.00	2.04
4	0.16	47.50	7.41	0.62	1.16	1.26	3.52	1.00	2.11
5	0.09	41.62	4.47	0.47	0.95	1.23	3.07	1.02	1.83
6	0.10	37.33	4.46	0.47	0.93	1.24	3.13	1.04	1.85
7	0.10	33.16	4.62	0.47	0.94	1.25	3.22	1.04	1.88
8	0.09	30.30	5.14	0.48	0.94	1.29	3.51	1.04	1.96
9	0.09	27.81	5.29	0.48	0.94	1.31	3.59	1.05	1.98
10	0.09	26.35	5.59	0.49	0.91	1.32	3.72	1.05	2.02
11	0.09	24.74	5.74	0.49	0.91	1.33	3.79	1.06	2.04
12	0.09	23.19	6.25	0.50	0.83	1.35	3.98	1.06	2.08
13	0.09	22.07	6.45	0.50	0.83	1.36	4.07	1.06	2.10
14	0.09	21.35	6.56	0.49	0.82	1.37	4.13	1.07	2.12
15	0.10	20.26	6.62	0.49	0.90	1.37	4.15	1.09	2.12
16	0.10	19.69	6.81	0.50	0.90	1.38	4.21	1.10	2.13
17	0.10	18.70	7.03	0.50	0.90	1.39	4.29	1.10	2.15
18	0.10	18.06	7.08	0.49	0.88	1.39	4.32	1.11	2.16
19	0.09	17.35	6.14	0.44	0.84	1.39	4.03	1.12	2.12
20	0.08	16.90	5.17	0.39	0.78	1.37	3.64	1.13	2.05
21	0.08	16.41	5.19	0.39	0.78	1.37	3.65	1.15	2.06
22	0.08	15.83	5.20	0.39	0.78	1.37	3.65	1.17	2.06
23	0.08	15.58	5.26	0.38	0.78	1.38	3.68	1.17	2.08
24	0.08	15.19	5.34	0.38	0.78	1.39	3.71	1.18	2.09
25	0.08	14.81	5.41	0.38	0.78	1.39	3.74	1.18	2.09
26	0.08	14.45	5.58	0.38	0.78	1.41	3.81	1.18	2.12
27	0.09	13.96	5.63	0.38	0.78	1.41	3.83	1.19	2.12
28	0.08	13.56	5.85	0.38	0.78	1.43	3.91	1.19	2.15
29	0.08	13.14	5.99	0.37	0.78	1.44	3.96	1.19	2.17
30	0.08	12.79	6.07	0.37	0.78	1.44	3.98	1.19	2.18

Як видно з табл. 3.4, різні індекси мають максимуми при різній кількості кластерів. Масив даних НД2 (табл. А.1) не має чіткої кластерної структури через значну частку перехідних описів. Це один з випадків, коли різні індекси мають значні відмінності максимумів при різній кількості

кластерів: 2 (ch), 3 (silh), 4 (silh, g3, pgam, dunn), 30 (wb.ratio, disdiam, partana). Через це визначення оптимальної кількості кластерів ускладнюється, бо жоден з індексів не може вважатися кращим за інші.

У табл. 3.5 наведені стандартизовані оцінки кожного показника, одержані із значень табл. 3.4. Розрахунки проводилися з використанням функції scale базового функціоналу середовища R. Комбінований критерій (остання колонка) розрахований як середнє арифметичне стандартизованих оцінок кожного показника.

Таблиця 3.5

Стандартизовані значення індексів якості поділу (табл. 3.4) та значення комбінованого (comb_d) індексу. Максимальне значення comb_d показане жирним шрифтом

Кільк. кластерів	silh	ch	g3	pgam	dunn	wb.ratio	disdiam	partana	comb_d
2	2.14	3.44	-1.78	-0.33	1.88	-2.64	-1.54	-2.99	-0.23
3	3.08	2.33	0.88	2.06	2.11	-1.49	-1.54	-0.15	0.91
4	3.00	1.47	1.99	2.54	2.76	-1.20	-1.54	0.51	1.19
5	-0.27	1.09	-1.56	0.37	0.74	-1.67	-1.23	-2.01	-0.57
6	0.10	0.80	-1.58	0.23	0.53	-1.50	-0.96	-1.88	-0.53
7	0.08	0.53	-1.38	0.32	0.65	-1.31	-0.86	-1.61	-0.45
8	-0.36	0.34	-0.75	0.45	0.65	-0.74	-0.95	-0.83	-0.27
9	-0.33	0.17	-0.57	0.45	0.65	-0.58	-0.85	-0.63	-0.21
10	-0.36	0.08	-0.21	0.55	0.34	-0.36	-0.74	-0.31	-0.13
11	-0.27	-0.03	-0.03	0.54	0.34	-0.22	-0.58	-0.15	-0.05
12	-0.09	-0.13	0.58	0.72	-0.43	0.05	-0.60	0.25	0.04
13	-0.10	-0.20	0.83	0.70	-0.43	0.22	-0.57	0.44	0.11
14	-0.07	-0.25	0.97	0.62	-0.50	0.35	-0.48	0.56	0.15
15	0.08	-0.32	1.04	0.64	0.27	0.38	-0.15	0.60	0.32
16	0.11	-0.36	1.26	0.68	0.32	0.47	-0.01	0.72	0.40
17	0.16	-0.43	1.53	0.70	0.32	0.59	0.00	0.87	0.47
18	0.04	-0.47	1.59	0.68	0.06	0.64	0.16	0.91	0.45
19	-0.23	-0.52	0.46	-0.15	-0.26	0.63	0.27	0.59	0.10
20	-0.72	-0.55	-0.72	-0.95	-0.91	0.33	0.49	0.00	-0.38
21	-0.80	-0.58	-0.70	-0.95	-0.91	0.35	0.81	0.02	-0.35
22	-0.86	-0.62	-0.68	-0.96	-0.91	0.38	1.00	0.05	-0.33

Продовження таблиці 3.5

Кільк. кластерів	silh	ch	g3	pgam	dunn	wb.ratio	disdiam	partana	comb_d
23	-0.68	-0.63	-0.61	-1.07	-0.91	0.52	1.08	0.19	-0.26
24	-0.61	-0.66	-0.51	-1.06	-0.91	0.59	1.13	0.27	-0.22
25	-0.53	-0.68	-0.43	-1.04	-0.91	0.65	1.19	0.35	-0.18
26	-0.47	-0.71	-0.23	-1.10	-0.91	0.86	1.17	0.57	-0.10
27	-0.41	-0.74	-0.16	-1.09	-0.91	0.89	1.30	0.62	-0.06
28	-0.51	-0.77	0.10	-1.16	-0.91	1.15	1.31	0.88	0.01
29	-0.53	-0.79	0.28	-1.17	-0.91	1.28	1.30	1.03	0.06
30	-0.60	-0.82	0.37	-1.21	-0.91	1.38	1.39	1.12	0.09

Максимальне значення `comb_d` становить 1.19 і відповідає поділу на чотири групи, $k = 4$ (табл. 3.5). Розрахунок збалансованого критерію став можливим завдяки стандартизації значень кожного показника. Сума стандартизованих оцінок кожного показника дорівнює нулю, а стандартне відхилення – одиниці. Індeksi якості поділу, які продемонстрували такий же максимум при $k = 4$ у нестандартизованих оцінок – це `silh`, `g3`, `pgam`, `dunn`. Вони виявилися найбільш близькими до результатів оцінки за збалансованим критерієм.

У табл. 3.6 наводяться результати оцінки якості поділу модельного набору даних НД2 за флористичними індексами (1f – 6f, табл. 3.3). Як і у випадку індексів, заснованих на матриці дистанцій (табл. 3.4), спостерігаються значні відмінності максимумів за різними показниками. Так, індекси `sharpness` та `uniqueness` максимізуються при $k = 2$, тоді як `isamic` має максимальне значення (0.94) у випадку k від 28 до 30. Можливо, що це не є глобальний максимум і при більшій кількості кластерів показник `isamic` продовжив би рiст. Розбіжності за різними флористичними індексами пояснюються нечіткістю кластерної структури даних НД2 і значною часткою перехідних описів. Вибір лише одного критерію не може дати ґрунтовної оцінки у такому випадку.

Таблиця 3.6

Оцінка якості поділу набору даних НД2 за флористичними критеріями
(жирним шрифтом позначені максимальні значення за кожним показником)

Кількість кластерів	isamic	sharpness	uniqueness	m.ochiai	OC1	OC2
2	0.41	139.25	0.63	0.09	31	2
3	0.51	112.65	0.49	0.11	33	3
4	0.62	95.65	0.45	0.15	50	4
5	0.67	81.15	0.36	0.15	41	5
6	0.71	73.27	0.31	0.17	36	5
7	0.74	67.65	0.27	0.17	39	6
8	0.77	61.68	0.24	0.18	40	7
9	0.79	58.14	0.21	0.18	40	7
10	0.81	56.06	0.21	0.19	44	8
11	0.83	53.19	0.19	0.2	42	9
12	0.84	51.28	0.18	0.2	38	10
13	0.86	48.59	0.17	0.2	40	11
14	0.87	46.34	0.16	0.21	39	11
15	0.89	46.33	0.15	0.21	40	10
16	0.89	45.13	0.16	0.23	51	11
17	0.9	42.63	0.15	0.22	51	11
18	0.91	40.95	0.14	0.22	50	11
19	0.91	39.06	0.13	0.22	49	11
20	0.91	37.49	0.12	0.22	48	10
21	0.92	36.98	0.11	0.22	51	11
22	0.92	35.38	0.11	0.22	51	12
23	0.92	33.82	0.1	0.22	44	11
24	0.93	32.59	0.1	0.22	44	12
25	0.93	32.52	0.1	0.22	46	13
26	0.93	31.62	0.1	0.22	43	13
27	0.93	30.73	0.09	0.22	42	12
28	0.94	29.39	0.09	0.21	41	12
29	0.94	28.28	0.09	0.21	41	12
30	0.94	27.26	0.08	0.21	40	12

Об'єктивізація визначення оптимальної кількості фітоценотичних кластерів досягається через розрахунок комбінованого (збалансованого) критерію (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Стандартизовані значення флористичних індексів (табл. 3.6) і значення комбінованого (comb_f) критерію. Максимальне значення comb_f показане жирним шрифтом.

Кількість кластерів	isamic	sharpness	uniqueness	m.ochiai	OC1	OC2	comb_f
2	-3.11	3.28	3.25	-3.01	-2.18	-2.35	-0.69
3	-2.40	2.27	2.19	-2.60	-1.82	-2.03	-0.73
4	-1.55	1.63	1.86	-1.45	1.29	-1.71	0.01
5	-1.23	1.09	1.19	-1.27	-0.35	-1.39	-0.33
6	-0.92	0.79	0.81	-0.80	-1.27	-1.39	-0.46
7	-0.68	0.58	0.54	-0.70	-0.72	-1.07	-0.34
8	-0.49	0.36	0.32	-0.59	-0.54	-0.76	-0.28
9	-0.33	0.22	0.13	-0.36	-0.54	-0.76	-0.27
10	-0.13	0.14	0.13	-0.08	0.20	-0.44	-0.03
11	-0.01	0.04	-0.01	0.03	-0.17	-0.12	-0.04
12	0.08	-0.04	-0.13	0.18	-0.90	0.20	-0.10
13	0.21	-0.14	-0.22	0.19	-0.54	0.52	0.00
14	0.27	-0.22	-0.29	0.31	-0.72	0.52	-0.02
15	0.39	-0.22	-0.31	0.32	-0.54	0.20	-0.03
16	0.46	-0.27	-0.28	0.87	1.48	0.52	0.46
17	0.51	-0.36	-0.36	0.80	1.48	0.52	0.43
18	0.54	-0.43	-0.43	0.73	1.29	0.52	0.37
19	0.57	-0.50	-0.51	0.63	1.11	0.52	0.31
20	0.61	-0.56	-0.57	0.58	0.93	0.20	0.20
21	0.64	-0.57	-0.60	0.68	1.48	0.52	0.36
22	0.66	-0.63	-0.64	0.71	1.48	0.83	0.40
23	0.68	-0.69	-0.68	0.66	0.20	0.52	0.11
24	0.70	-0.74	-0.70	0.64	0.20	0.83	0.15
25	0.72	-0.74	-0.72	0.70	0.56	1.15	0.28
26	0.73	-0.78	-0.74	0.62	0.01	1.15	0.17
27	0.75	-0.81	-0.77	0.58	-0.17	0.83	0.07
28	0.77	-0.86	-0.80	0.57	-0.35	0.83	0.03
29	0.78	-0.90	-0.82	0.53	-0.35	0.83	0.01
30	0.80	-0.94	-0.84	0.52	-0.54	0.83	-0.03

Як бачимо, оптимальна кількість кластерів за флористичними індексами складає $k = 16$ (табл. 3.6) і відрізняється від оцінки за внутрішніми критеріями ($k = 4$, табл. 3.5). Це пояснюється різними підходами оцінки якості класифікації у цих двох випадках. Так, у флористичних індексів

головний критерій це кількість діагностичних видів, а у внутрішніх (геометричних) – морфологічна відмежованість кластерів. Як правило, вона є більшою при малих значеннях k і зменшується із збільшенням кількості кластерів внаслідок їх накладання. Кількість діагностичних видів може сягати максимуму навіть у разі накладання фітоценотичних кластерів. Тому флористичні критерії мають максимум при більших значеннях k .

Серед проаналізованих флористичних індексів $m.ochiai$ та $OS1$ мають максимуми, що близькі до максимуму за комбінованим критерієм. (табл. 3.6). Навпаки, $isamic$, $sharpness$ та $uniqueness$ дають оцінки, що істотно відрізняються від оцінки за комбінованим критерієм, як у бік менших значень k ($sharpness$ та $uniqueness$), так і більших ($isamic$).

Порівняємо профілі значень комбінованих критеріїв, розрахованих на основі геометричних та флористичних індексів (рис. 3.3).

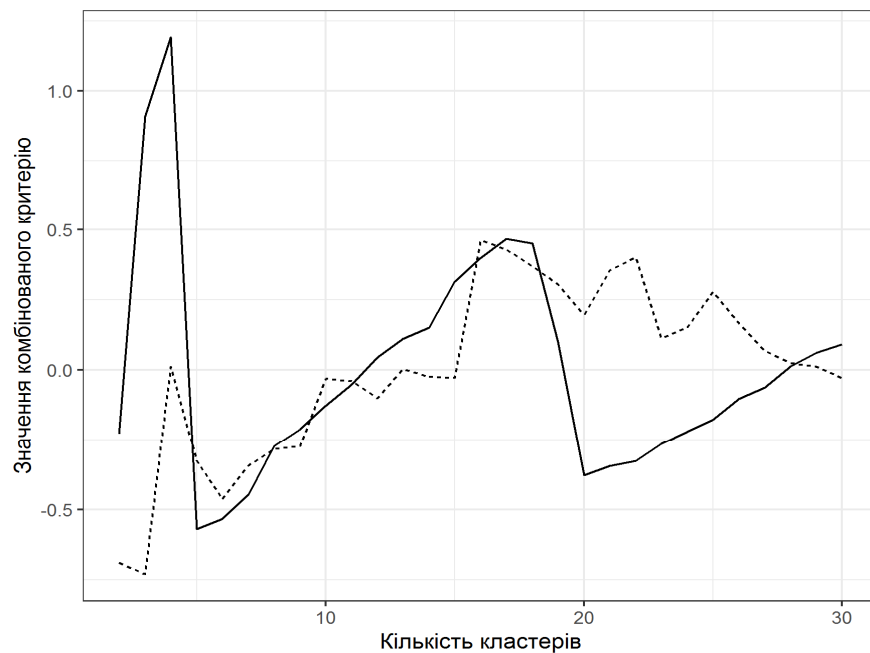


Рисунок 3.3. Профілі значень комбінованих критеріїв якості поділу за геометричними (суцільна лінія) та флористичними (пунктирна лінія) показниками

Привертає увагу наявність у обох кривих двох максимумів – перший при $k = 4$, другий – у діапазоні значень від 16 до 18. Незважаючи на

відмінності у глобальних максимумах, спостерігається подібність обох кривих на основі збалансованого критерію.

В цілому, розглянутий підхід базується на врахуванні значної кількості різних індексів і має переваги у випадках нечіткої кластерної структури, коли різні індекси не співпадають у максимумах у відношенні оптимальної кількості кластерів. Використання збалансованого критерію виправдовується і для геометричних, і для флористичних критеріїв якості класифікації. Але оцінку за ними доцільно проводити окремо, оскільки вони мають самостійну діагностичну цінність у відношенні структури рослинності на різних ієрархічних рівнях.

3.5 Порівняльний аналіз різних методів класифікації рослинності

Одним із важливих питань у класифікації рослинності є вибір методу автоматичної класифікації (кластеризації) фітоценотичних матриць. Для порівняння нами було вибрано 6 різних за принципами групування методів, що застосовуються у класифікації рослинності, включаючи запропонований нами метод DRSA (табл. 3.2). За кожним методом було здійснено послідовні поділи (серію класифікацій) із зростаючим показником кількості фітоценотичних кластерів від 2 до 30. Усього було проаналізовано близько 200 поділів. Для кожного поділу (класифікації) було розраховано згідно підходу Optimclass [418]: 1) загальну кількість діагностичних видів і 2) кількість кластерів з діагностичними видами. Діагностичними вважалися види з індексом вірності $indval.g > 0.5$.

На рис. 3.4 та 3.5 показані профілі значень показників методики Optimclass для різних методів класифікації (табл. 3.2). Аналізувався увесь діапазон значень кількості кластерів k від 2 до 30, оскільки різні методи кластеризації можуть мати максимальні значення показників Optimclass при різних k .

На рис. 3.4 добре видно, що крива, яка відповідає методу DRSA, проходить вище за інші.

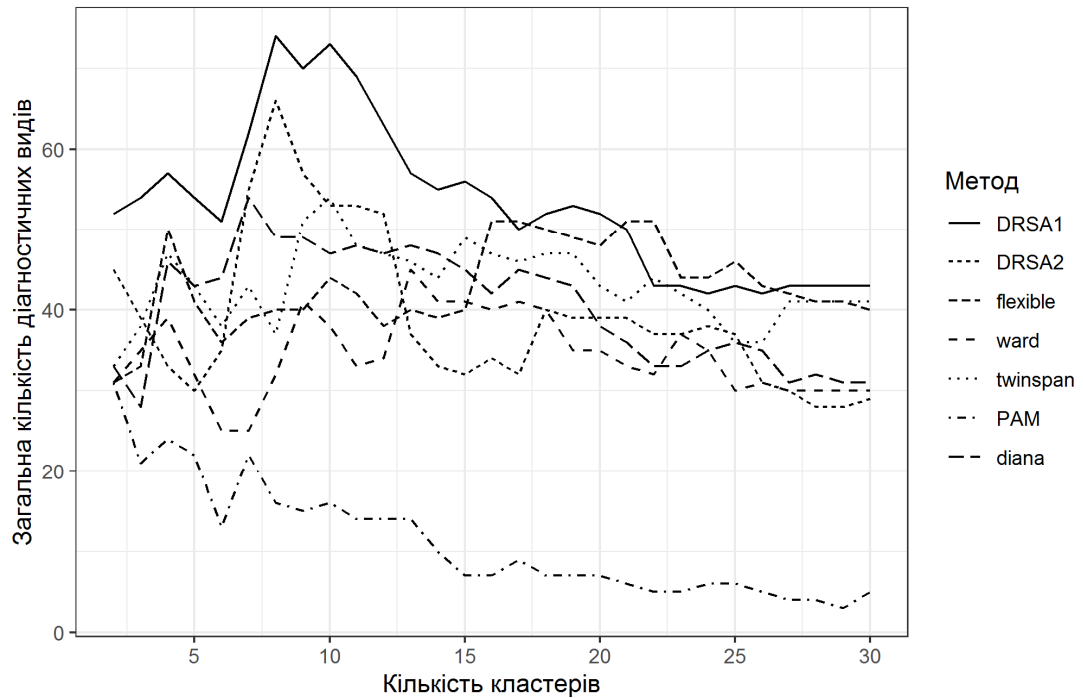


Рисунок 3.4. Профілі значень кількості діагностичних видів при варіюючій кількості кластерів та 7 різних методів класифікації (кластеризації) на прикладі модельного набору даних НД2

У розділі 1 зазначалося, що виграв методу DRSA досягається за рахунок видалення перехідних описів і переміщення їх у шумовий кластер (noise clustering). У результаті відмежованість фітоценотичних кластерів збільшується, і зростає загальна кількість діагностичних видів у порівнянні з методами 100%-класифікації описів. Це підтверджується також тим, що крива DRSA1 проходить вище кривої DRSA2 на рис. 3.4. Вони різняться лише ступенем бракування перехідних описів (табл. 3.2). Отже, виграв від застосування методу DRSA у порівнянні з більш традиційними методами, які застосовуються у класифікації рослинності, буде найбільш помітним для даних із значною часткою перехідних описів. Саме таким є набір даних НД2, який репрезентує міську трансформовану рослинність. Через значну кількість синантропних видів широкої амплітуди, частка перехідних описів є значною.

Друге місце поділяють методи ward та flexible, які добре зарекомендували себе у класифікації рослинності. Криві, які відповідають їм,

проходять вище одна за одну, чергуючись при різній кількості кластерів (рис. 3.4). Дивізимні (ділячі) методи *twinspan* та *diana* продемонстрували максимуми при відносно невеликих $k = 7$ та 10 кластерів відповідно (рис. 3.4). Вони мають переваги при крупних поділах (меншій кількості кластерів), а агломеративні (*ward* та *flexible*) – у випадку більш дрібних поділів (більших k).

Доволі неочікуваним був хід кривої за алгоритмом PAM, а саме її значно нижче розташування порівняно до інших методів (рис. 3.4). Це популярний у класифікації рослинності метод кластерного аналізу, який належить до ітеративних (неієрархічних) методів кластеризації. Ітеративні методи є менш ефективними у випадках високоkontинуальних даних. Це пов'язано з тим, що вони залежать від вибору k початкових центрів кластеризації, а їх визначення у даних з нечіткою кластерною структурою може бути неоптимальним.

На рис. 3.5 показані профілі значень кількості кластерів з діагностичними видами [418] для 6 різних методів групування (табл. 3.2). Зовнішній вигляд кривих з довгими горизонтальними поличками, які накладаються, є типовим для *Optimclass-2* [418]. Пояснюється це тим, що ордината на графіку – це натуральні числа (1, 2, 3 і т.д.), які означають кількість кластерів.

Крива, яка відповідає методу DRSA, проходить вище за інші і в цьому випадку (рис. 3.4–3.5). Максимальне значення ординати – 16, співпадає з кількістю фітоценотичних кластерів, визначеною за комбінованим критерієм (табл. 3.7). Друге місце поділяють класифікації на основі методів *flexible*, *twinspan* та *ward*. Вони виявилися "спроможними" виділити з масиву даних 13 кластерів з діагностичними видами. Саме таким є максимальне значення ординати на цих кривих.

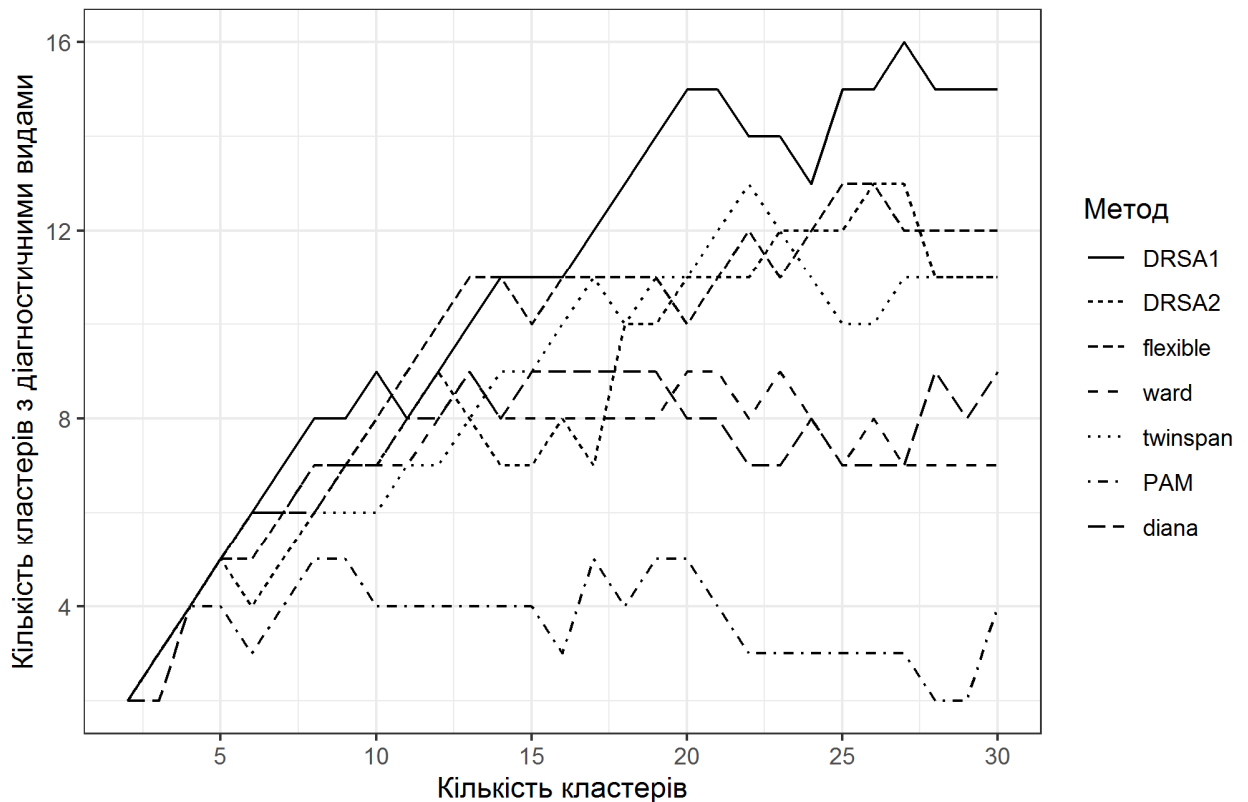


Рисунок 3.5. Профілі значень кількості кластерів з діагностичними видами при різній кількості кластерів і різних методів класифікації на прикладі модельного набору даних НД2

Як і у попередньому випадку (рис. 3.4), дивізімний twinspan демонструє максимум при меншій загальній кількості кластерів k , аніж методи flexible і ward, які є агломеративними. Крива методу PAM проходить нижче за інші (рис. 3.4–3.5). Це потребує перевірки на більшій кількості даних.

3.6 Анотація розділу

Оцінка якості фітоценотичної класифікації – це сукупність доволі різних підходів і критеріїв. Перелік основних показників, що використовуються для оцінки якості фітоценотичної класифікації наступний:

- 1) відмежованість фітоценотичних кластерів (геометричний критерій),
- 2) кількість діагностичних видів (флористичний критерій),
- 3) кореляція із "золотим стандартом" (прагматичний критерій),
- 4) стабільність

фітоценотичних кластерів (критерій робастності класифікації).

Визначення оптимальної кількості фітоценотичних кластерів ускладнюється у даних із нечіткою кластерною структурою. У таких випадках оцінка за одним індексом є неоднозначною. Для подолання цієї проблеми нами запропоновано комбінований (збалансований) критерій з врахуванням багатьох індексів якості поділу. При цьому важливим є включення найбільшої різноманітності індексів, які кореляційно не пов'язані один з одним.

Оптимальна кількість фітоценотичних кластерів, визначена за геометричним та флористичним критерієм, може не співпадати. Це пов'язано з тим, що найбільша геометрична відмежованість фітоценотичних кластерів досягається на високих рівнях синтаксономічної ієрархії (союзів, порядків і т.д.), тоді як кількість діагностичних видів максимізується на низьких рівнях (асоціацій). Тому збалансований підхід необхідно використовувати для геометричних і флористичних індексів окремо, оскільки вони мають самостійну діагностичну цінність у відношенні структури рослинності на різних рівнях синтаксономічної ієрархії.

Проведений аналіз подібності класифікацій, одержаних з використанням різних методів, свідчить, що коефіцієнт кореляції класифікацій коливався у доволі широких межах – від 0.38 до 0.78. Більш близькими є класифікації, які одержані методами групування одного типу, тобто ітеративні або ієрархічні, та дивізімні або агломеративні. Суттєвий вплив на відмінності класифікацій чинить не тільки вибір того чи іншого методу, а також спосіб трансформації проективного покриття видів і розрахунку відстаней між описами.

За результатами порівняльного аналізу різних методів класифікації рослинності високі показники згідно методики Optimclass були одержані у методів групування на основі алгоритмів Варда, гнучкої бети та запропонованого нами методу DRSA (розділ 1). Перші два методи часто використовуються у класифікації рослинності. Що стосується методу DRSA,

виграш досягається за рахунок оптимізації процедури бракування перехідних описів, у результаті чого відмежованість (чіткість) фітоценотичних кластерів і показники методики Optimclass зростають.

РОЗДІЛ 4

ФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНОМІЧНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ

Метод фітоіндикації часто використовується у геоботанічних та екологічних дослідженнях [95, 96, 98, 162]. Його популярність визначається відносною простотою, можливістю з достатньою точністю проводити оцінку для значних територій і той факт, що подібна оцінка характеризує багаторічні умови, у т.ч. ретроспективно [94]. Метод фітоіндикації тісно пов'язаний з концепцією еконіші [82, 97]. Він використовується і як самостійний метод для характеристики амплітуд синтаксонів, так і у поєднанні з іншими методами, зокрема ординацією, для визначення провідних факторів.

4.1 Необхідність приведення екологічних шкал до єдиного масштабу

Використання статистичних методів у відношенні даних фітоіндикаційного оцінювання описів і синтаксонів потребує приведення екологічних шкал до єдиного масштабу. Це пов'язано з тим, що у різних шкалах розмах (амплітуда) екологічних балів суттєво відрізняється. Так, шкала вологості нараховує 23 градації, а шкала світлового режиму лише 9 градацій [270]. Метою вирівнювання шкал за кількістю балів є забезпечення порівнюваності оцінок не тільки між синтаксонами, а й між факторами [45, 82]. Це важливо для запобігання переоцінки екологічного фактору, який має більшу максимальну кількість балів [69].

Стандартизація шкал здійснювалося нами шляхом лінійної трансформації (рескейлінгу) і приведення до єдиного 100-бального масштабу:

$$СБ = \min2 + (ОБ - \min1) * (\max2 - \min2) / (\max1 - \min1) \quad (4.1)$$

або для випадку $\min1 = \min2 = 1$, $\max2 = 100$:

$$СБ = 1 + (ОБ - 1) * 99 / (\max1 - 1) \quad (4.2)$$

де *СБ* – стандартизовані бали видів, *ОБ* – бали видів в оригінальних шкалах, *max1* – максимальний бал відповідної шкали до трансформації, *max2* – максимальний бал після трансформації.

Стандартизація шкал не потребує корегування екологічних груп видів, і кількість останніх лишається незмінною. В табл. 4.1 показано відповідність балів оригінальних і стандартизованих шкал на прикладі шкали вологості Я.П. Дідуха [270]. У обох випадках кількість градацій – 12.

Таблиця 4.1

**Відповідність балів оригінальних і 100-бальних
стандартизованих екологічних шкал на прикладі екологічної
шкали вологості [270]**

оригінальні бали	стандартизовані бали	Екологічні групи рослин по відношенню до фактору вологості
1	1	Гіперксерофіт
3	10	Перксерофіт
5	19	Ксерофіт
7	28	Субксерофіт
9	37	Субмезофіт
11	46	Мезофіт
13	55	Гігромезофіт
15	64	Гігрофіт
17	73	Пергідрофіт
19	82	Субгідрофіт
21	91	Гідрофіт
23	100	Гіпергідрофіт

Операція вирівнювання шкал не впливає результати ординації чи співвідношення видів різних екологічних груп. Це математичний крок для забезпечення порівнюваності оцінок між екофакторами, шкали яких мають різну кількість балів, а також для застосування статистичних тестів і методів, які потребують приведення шкал до одного діапазону значень, зокрема дерев класифікації (CART), дисперсійного аналізу (ANOVA) та ін.

4.2 Обґрунтування аналізу відхилень

Для аналізу диференціації амплітуд синтаксонів традиційно розраховують і порівнюють середні бали фітоіндикаційних показників, одержані для описів різних синтаксонів [95, 96, 98, 162].

Нами було запропоновано удосконалений підхід, що одержав назву "аналіз відхилень", у якому оцінка здійснюється на основі стандартизованих відхилень фітоіндикаційних показників:

$$r. diff = \frac{(\text{compared value} - \text{reference value})}{\text{reference value}} \quad (4.3)$$

де *r.diff* – відносне відхилення (relative difference) за певним екофактором, *compared value* – середнє значення екофактору для описів певного синтаксону, *reference value* – екофон, середнє фітоіндикаційних оцінок усіх описів без урахування поділу на синтаксони.

Значення екофону полягає у встановленні "точки відліку", відносно якої можна оцінити інтенсивність і напрямок дії того чи іншого екофактору. Таким чином, аналіз відхилень базується на порівнянні середніх (оптимумів) різних синтаксонів як між собою, так і відносно референсного (базисного) рівня – екофону [55]. Запропонований підхід забезпечує порівнюваність оцінок між факторами з різною кількістю балів у шкалах, а також значно доповнює і розширює методику фітоіндикації, про що піде мова далі.

У табл. 4.2 наведені статистичні показники екологічних амплітуд синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ (табл. А.1). Фітоіндикаційні розрахунки для окремих описів здійснено за стандартною методикою зваженого середнього бальних оцінок видів, але з використанням стандартизованих екологічних шкал. Вісім екофакторів розраховані за шкалами Я. Дідуха [270]. Дев'ятий показник, індекс природності N_v [232], було долучено, щоб оцінити вплив антропогенного фактору.

Таблиця 4.2

Базові статистичні показники (середні значення та 95%-довірчий інтервал) екологічних амплітуд синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ

син-таксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn
1	42.3±1.2	43.7±2.1	30.1±1.9	42.8±1.9	66.9±3.6	50.5±2.0	51.3±1.3	56.2±1.4	40.9±1.4
2	41.6±1.1	45.2±1.1	32.0±1.2	45.8±2.1	66.9±2.5	49.9±1.6	53.4±1.7	56.4±1.2	44.0±1.7
3	44.6±1.2	40.6±1.5	29.8±1.3	46.4±3.1	63.9±4.2	48.1±2.9	49.5±2.9	57.2±1.2	41.8±1.8
4	45.5±1.5	44.7±1.2	28.8±0.6	50.7±3.3	55.7±4.2	47.1±1.4	55.0±2.0	55.8±1.0	41.3±1.5
5	42.4±2.2	41.8±1.5	29.2±1.7	41.9±3.3	66.1±5.4	49.3±1.7	52.5±2.3	53.9±1.5	43.7±1.7
загальне середнє	42.9±2.0	43.7±2.2	30.4±1.8	45.7±3.8	64.5±5.5	49.2±2.3	52.5±2.6	56.1±1.5	42.5±2.1

Позначення синтаксонів: 1 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris*, 2 – *Carici praecocis-Quercetum roboris typicum*, 3 – *Carici praecocis-Quercetum roboris var. Agrostis vinealis*, 4 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris violetosum mirabilis*. 5 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris dianthetosum fisheri*. Позначення екофакторів: Hd – вологість, Rc – кислотність, Tr – загальний сольовий режим, Nt – азот ґрунтів, Lc – світловий режим, fH – змінність зволоження, Nv – індекс природності видового складу, Tm – терморежим, Kn – континентальність

Інтерпретація результатів фітоіндикаційної оцінки у абсолютних оцінках є незручною. Аналіз відхилень можна розглядати як певне доповнення чи надбудову, який значно збільшує можливості аналізу диференціації екологічних амплітуд синтаксонів.

У табл. 4.3 наведені значення відхилень фітоіндикаційних показників, розраховані для синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ. Сума квадратів відхилень (sumsq) у кожного фактору (по вертикалі) вказує на ступінь диференціації синтаксонів за тим чи іншим показником і дозволяє ранжувати екологічні фактори у відношенні їх впливу на синтаксономічну диференціацію. Сума квадратів відхилень у кожного синтаксону (по горизонталі) є мірою його екологічної спеціалізації і характеризує положення оптимуму синтаксону у периферичній частині чи у

центрі градієнтів. А за рахунок відхилень, що є стандартизованими, візуальний аналіз діаграм (позначені сірим кольором) є зручним і інформативним.

Таблиця 4.3

Профілі відхилень фітоіндикаційних показників 9 екологічних факторів у синтаксонів набору даних НДЗ. Позначення синтаксонів і екофакторів відповідають табл. 4.2

синтаксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn	sumsq	ranks
1	-0.02	0.00	-0.01	-0.06	0.04	0.03	-0.02	0.00	-0.04	0.008	4
2	-0.03	0.03	0.05	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00	0.03	0.008	5
3	0.04	-0.07	-0.02	0.02	-0.01	-0.02	-0.06	0.02	-0.02	0.012	3
4	0.06	0.02	-0.05	0.11	-0.14	-0.04	0.05	0.00	-0.03	0.043	1
5	-0.01	-0.04	-0.04	-0.08	0.02	0.00	0.00	-0.04	0.03	0.013	2
sumsq	0.006	0.009	0.008	0.023	0.022	0.003	0.006	0.002	0.005		
ranks	5	3	4	1	2	8	6	9	7		

За даними табл. 4.3 можна оцінити одночасно декілька показників:

- 1) величину (інтенсивність) за кожним з факторів, що видно за розмірами стовпчиків діаграм;
- 2) напрямок дії (знак) фактору – за напрямком стовпчиків діаграм (відхилень);
- 3) кореляції між екофакторами – якщо стовпчики діаграм мають однаковий напрямок у двох чи більше факторів;
- 4) вплив фактору на диференціацію синтаксонів – за сумою квадратів відхилень по вертикалі;
- 5) ступінь спеціалізації синтаксонів – за сумою квадратів відхилень по горизонталі.

Як бачимо з табл. 4.3, найбільші відхилення спостерігаються за факторами світлового режиму (-0.14) та вмісту азоту (+0.11), що вказує на більш затінені місцезростання та збагачені азотом ґрунти. Обидва значення стосуються субасоціації *Galio tinctoriae-Quercetum roboris violetosum mirabilis* (синтаксон 4). Дещо більш кислими є ґрунти у асоціації *Carici praecocis-*

Quercetum roboris var. Agrostis vinealis, синтаксон 3 (-0.07) та субасоціації *Galio tinctoriae-Quercetum roboris dianthetosum fisheri*, синтаксон 5 (-0.04), угруповання яких формуються на піщаних ґрунтах борової тераси. У відношенні фактору Hd, більш вологими є ґрунти в угруповань синтаксонів 3 (+0.04) та 4 (+0.06) і т.д.

За факторами, Nt і Lc, найбільшою є сума квадратів відхилень (нижній рядок таблиці). Це означає, що на градієнтах цих факторів екологічні амплітуди синтаксонів найбільше відмежовані. У відношенні таких факторів використовують термін "провідні фактори", підкреслюючи цим, що вони у найбільшій мірі впливають на розподіл видів між синтаксонами (флористичну диференціацію). Навпаки, фактори терморежиму і змінності зволоження зайняли у цьому відношенні останні 8-ме та 9-те місця. Відсутність значної диференціації амплітуд синтаксонів за тим чи іншим екофактором свідчить про накладання амплітуд синтаксонів на градієнтах тих чи інших факторів, і може спостерігатись як при низьких, так і високих значеннях середніх фітоіндикаційних показників.

Зазначимо основні відмінності і переваги аналізу відхилень у порівнянні з традиційними методами є наступними:

- можливість порівнювати оцінки між факторами з різною кількістю балів у шкалах, оскільки розрахунок відхилень вже передбачає їх стандартизацію;
- у аналізі відхилень виникає "знак" екофактору, можливість оцінити напрямок дії фактору;
- можливість оцінити вплив фактору на рівні одного, групи чи усіх синтаксонів;
- виявлення часткових кореляцій екофакторів, які спостерігаються лише у частині градієнту.

Отже, аналіз відхилень значно доповнює традиційний підхід щодо аналізу диференціації амплітуд синтаксонів. На відміну від регресійного і

ординаційного підходів, де екофактор оцінюється "в цілому", для усіх синтаксонів чи описів, у аналізі відхилень оцінку можна проводити як для усіх, так і на рівні одного чи групи (одного союзу, порядку і т.д.) синтаксонів. Аналіз відхилень має переваги у випадках значного еколого-фітоценотичного діапазону даних, коли кореляції екофакторів можуть спостерігатися лише у частині градієнтів, а також імовірна зміна провідних факторів диференціації на рівні окремих груп синтаксонів (союзів, порядків і т.д.).

4.3 Застосування дисперсійного аналізу для аналізу даних фітоіндикації

Дисперсійний аналіз, або ANOVA (ANalysis Of VAriance) – метод, запропонований Р. Фішером, який застосовують для дослідження відмінностей середніх значень, коли кількість порівнюваних груп перевищує дві. У випадку аналізу екологічної диференціації рослинності порівнювані групи формують описи, що належать до різних синтаксонів, а порівнювані показники – це значення фітоіндикаційних балів, розрахованих для описів різних синтаксонів. У випадку однофакторного ANOVA вплив факторів розглядається окремо і ефект їх взаємодії не аналізується.

У математичній статистиці розрізняють параметричний та непараметричний варіанти дисперсійного аналізу. Для параметричного ANOVA є цілий ряд вимог, зокрема щодо нормальності розподілу, рівності дисперсій груп, приблизно однакового розміру груп, незначної кількості викидів (аутлайнерів), які суттєво вплинуть на дисперсію і т.п. У класифікації рослинності, де об'єкт вивчення має стохастичну природу, відповідності усім рекомендаціям і вимогам майже ніколи не спостерігається. Але оскільки ANOVA буде використаний нами як один із способів оцінки ступеня / міри диференціації синтаксонів за екологічними показниками, то ми будемо розглядати лише параметричний варіант ANOVA. Емпірична перевірка показала, що ряди факторів, впорядкованих за величинами

відношень внутрішньогрупових / міжгрупових показників варіації є однаковими у параметричного і непараметричного ANOVA.

На прикладі набору даних НДЗ (табл. А.1) проаналізуємо можливості і обмеження дисперсійного аналізу даних фітоіндикаційного оцінювання (табл. 4.4). Оскільки для геоботаніка важливим є з'ясування того, які саме пари синтаксонів мають середні (оптимуми), що відрізняються, то у табл. 4.4 ми додали результати тесту Тьюкі (Tukey's test), який зазвичай використовується для подібних задач. Синтаксони, у яких літера(и) однакові, або хоча б одна з літер є спільною, якщо їх декілька, не відрізняються середніми значеннями фітоіндикаційних показників за відповідним фактором. Значення F-статистики, наведені в табл. 4.4, використовуються нами як наближена оцінка значимості факторів у відношенні впливу на диференціацію досліджених синтаксонів.

Таблиця 4.4

Дисперсійний аналіз (F-stat, p-value) та апостеріорний тест Тьюкі (літери) відмінностей фітоіндикаційних показників різних синтаксонів на прикладі модельного набору даних НДЗ (табл. А.1). Позначення синтаксонів і екофакторів відповідають табл. 4.2

син-таксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn
1	a	c	b	c	a	b	bc	a	b
2	a	a	a	a	a	ab	a	a	a
3	b	b	b	a	a	ac	b	a	bc
4	b	ac	b	b	b	c	a	a	b
5	a	b	b	c	a	abc	ac	b	ac
F-stat	22.18	23.68	14.91	20.11	21.82	7.15	13.97	8.55	12.16
p-value	1.1E-11	3.1E-12	9.2E-09	6.5E-11	1.5E-11	7.4E-05	2.4E-08	1.2E-05	1.7E-07
F-rank	2	1	5	4	3	9	6	8	7

Фактори були ранжовані за значеннями F-статистики від більших значень до менших (рядок F-rank). Оцінка впливовості фактору безпосередньо за значенням F-статистики стала можливою завдяки тому, що

екологічні шкали було стандартизовано (розділ 4.1). Як бачимо з табл. 4.4, екологічна диференціація синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів (набір даних НДЗ) опосередкована фактором кислотності ґрунтів ($F\text{-stat} = 23.68$, $p\text{-value} = 3.1E-12$, $F\text{-rank} = 1$). Але в цілому, ANOVA схильний "переоцінювати" впливовість факторів. Як видно з табл. 4.4, за усіма факторами значення $p\text{-value}$ були меншими рівня значимості $p < 0.05$. Тому загальна рекомендація щодо застосування ANOVA для аналізу даних фітоіндикаційного оцінювання стосується відносної оцінки ступеня диференціації екологічних амплітуд синтаксонів за величиною F-статистики, але за умови використання стандартизованих екологічних шкал (розділ 4.1).

За результатами тесту Тьюкі асоціації *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris* і *Carici praecocis-Quercetum roboris* (синтаксони 1–3) відрізняються за кислотністю. Це пояснюється тим, що цей фактор значною мірою залежить від механічного складу ґрунтів, а угруповання цих синтаксонів формуються на ґрунтах двох різних типів – піщаних ґрунтах борових терас і сірих лісових. Такі фактори, як терморезим та змінність зволоження посіли останні 8- та 9-те місця у відношенні впливу на екологічну диференціацію синтаксонів. Аналогічний результат був одержаний за результатами аналізу відхилень (табл. 4.3). Так, за фактором терморезиму відмінності спостерігаються лише у субасоціації *Galio tinctoriae-Quercetum roboris dianthetosum fisheri* (синтаксон 5), який у тесті Тьюкі має літеру "b", тоді як усі інші синтаксони не відрізняються середніми фітоіндикаційних оцінок (табл. 4.4).

Слід зазначити, що аналіз відхилень (розділ 4.2) і ANOVA (розділ 4.3) не дублюють один одного, оскільки базуються на різних припущеннях і їх результати не обов'язково співпадуть. У аналізі відхилень оцінюється різниця середніх значень фітоіндикаційних показників синтаксонів, а ANOVA, хоча і вважається тестом на відмінності середніх, але ґрунтується на порівнянні дисперсій. У аналізі відхилень оцінюються відмінності фітоіндикаційних показників у відношенні загального середнього

(порівняння "синтаксон-екофон"), а у тестах парних порівнянь перевіряється відсутність відмінностей середніх пари синтаксонів (порівняння "синтаксон-синтаксон"). У аналізі відхилень можна оцінити напрямок дії (знак) екофактору, тоді як у ANOVA такої можливості немає, бо дисперсії не мають знаку і завжди додатні.

4.4 Візуальні методи аналізу екологічних амплітуд синтаксонів

Екологічні амплітуди синтаксонів – це результат накладання екологічних амплітуд видів, що мають подібні екологічні преференції і тому співтрапляються [40]. З ростом потужностей комп'ютерів можливості візуалізації стають усе ширшими, але не завжди графічні 3D моделі є зручними для "читання". Діаграми розмахів є оптимальним способом графічної передачі амплітуд синтаксонів з точки зору простоти і наочності. Їх інформативність можна підвищити за рахунок додавання т.з. скрипкових діаграм (violin diagrams). Останні є варіантом вирівняного (smoothed) розподілу на основі кривих ядерної оцінки щільності (kernel density estimates). Попри складну назву, вони прості в інтерпретації – там, де графік "товщий", зосереджена основна кількість об'єктів (описів). Поєднання обох методів, а саме скрипкових діаграм і діаграм розмахів, робить такі графічні моделі зручними та інформативними.

На рис. 4.1 показані екологічні амплітуди синтаксонів набору даних НДЗ (табл. А.1) за тими екологічними показниками, що мали найбільші значення F-статистики у дисперсійному аналізі (розділ 4.3), а саме кислотністю (Rc) та вологістю (Hd). За кислотністю у всіх синтаксонів (крім першого) значення середніх (умовно – оптимумів) достовірно відрізняються від екофону (Rc = 43.7). На рис. 4.1 видно, що синтаксони 3 та 5 формуються на кисліших ґрунтах – їх середні (горизонтальні лінії) розташовуються значно нижче лінії екофону (пунктирна лінія), але між собою вони достовірно не відрізняються (літера "b" у обох).

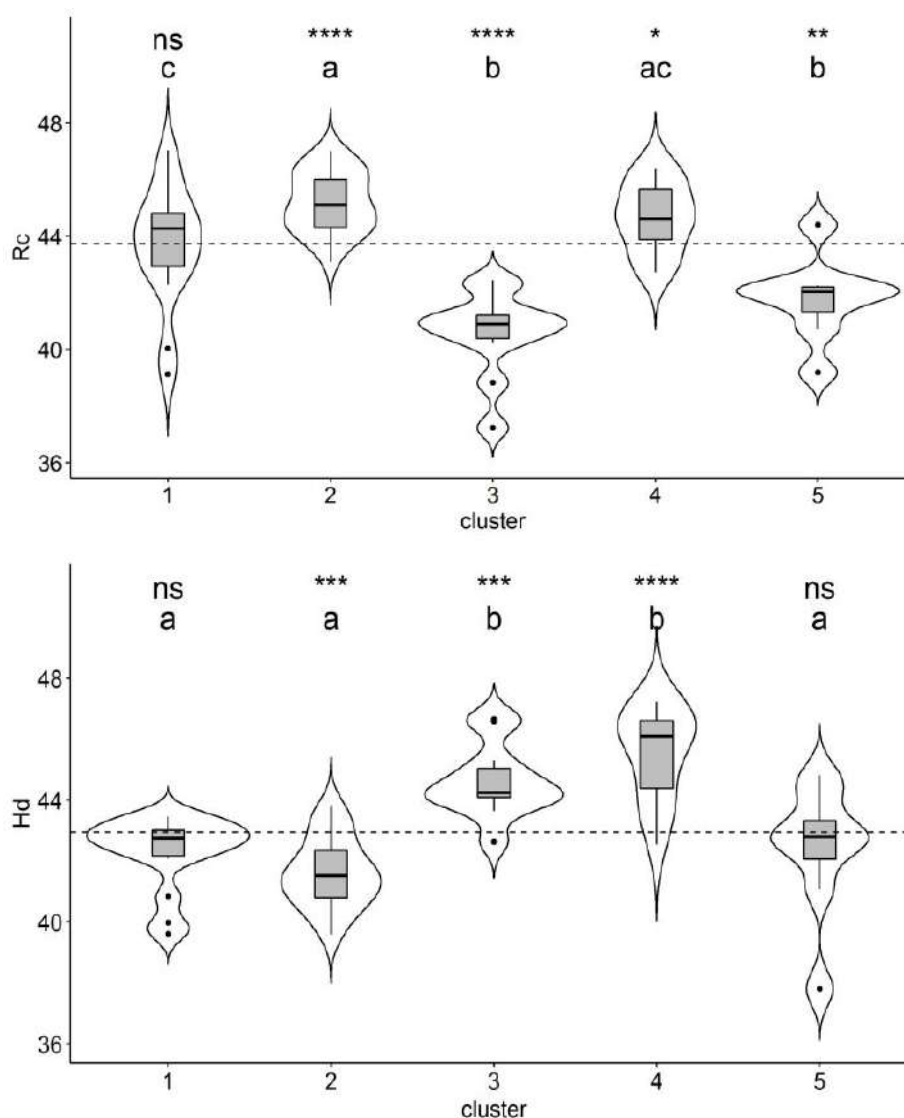


Рисунок 4.1. Екологічні амплітуди синтаксонів набору даних НДЗ (табл. А.1) за факторами кислотності (Rc) ґрунтів та вологості (Hd). Зірочками позначена значимість тесту на відмінності середніх синтаксону та екофону, а літерами – результати тесту Тьюкі множинних парних порівнянь (Tukey's tests) відмінностей середніх між синтаксонами. Позначення синтаксонів відповідають табл. 4.2; ns – non-significant; екофон – пунктирна лінія

Синтаксони 2 та 4 теж не відрізняються за показником Rc (спільна літера "a"). За вологістю ґрунтів (Hd) умови формування синтаксонів 1 та 5 достовірно не відрізняються від фонових (пунктирна лінія), тоді як інші синтаксони помітно відхиляються – синтаксон 2 формується на сухіших ґрунтах, а 3 та 4 – у мезофітніших умовах.

Екологічні амплітуди більшості синтаксонів симетричні, крім першого та п'ятого, де спостерігається декілька описів-аутлайнерів, які відрізняються у бік менших значень Hd. Наявність аутлайнерів дає цінну інформацію для виявлення атипових описів на основі даних фітоіндикації і може свідчити про внутрішню гетерогенність виділених синтаксонів.

4.5 Інтерпретація вісей непрямой ординації екологічними факторами

Інтерпретація вісей непрямой ординації (PCA, NMDS, DCA) "реальними" екологічними факторами нині є стандартом екологічного аналізу рослинності [59]. Ординаційні вісі відображають основні градієнти флористичної композиції. Оскільки екстрагуються вони послідовно, то перші дві вісі відображають як правило основну частину варіації видового складу [54].

На рис. 4.5 показано ординаційну модель рослинності синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ (табл. А.1). Для ординації використовували метод DCA, аналіз відповіностей з видаленим трендом [309]. Розрахунки проводилися у середовищі R (<https://cran.r-project.org>), використовуючи функцію `decorana` з пакету `vegan` [374] з аргументом `ira=0`. Проекції векторів екологічних та фітосоціологічних змінних показані на окремому графіку, щоб уникнути їх перевантаження. Для оцінки зв'язку екологічних та фітосоціологічних змінних з вісями ординації використовували функцію `envfit` [374]. Вектори фітосоціологічних змінних показують розподіл видів різних класів рослинності між синтаксонами [368].

Синтаксони чітко відрізняються за флористичним складом – їх еліпси не накладаються (рис. 4.2). Найближчі в ординаційному полі синтаксони 4 та 5 є субасоціаціями у межах однієї асоціації *Galio tinctoriae-Quercetum roboris* (*violetosum mirabilis* і *dianthetosum fisheri* відповідно). Вздовж першої ординаційної вісі найбільш віддаленими є синтаксони 3 і 4, а вздовж другої – 1 та 2.

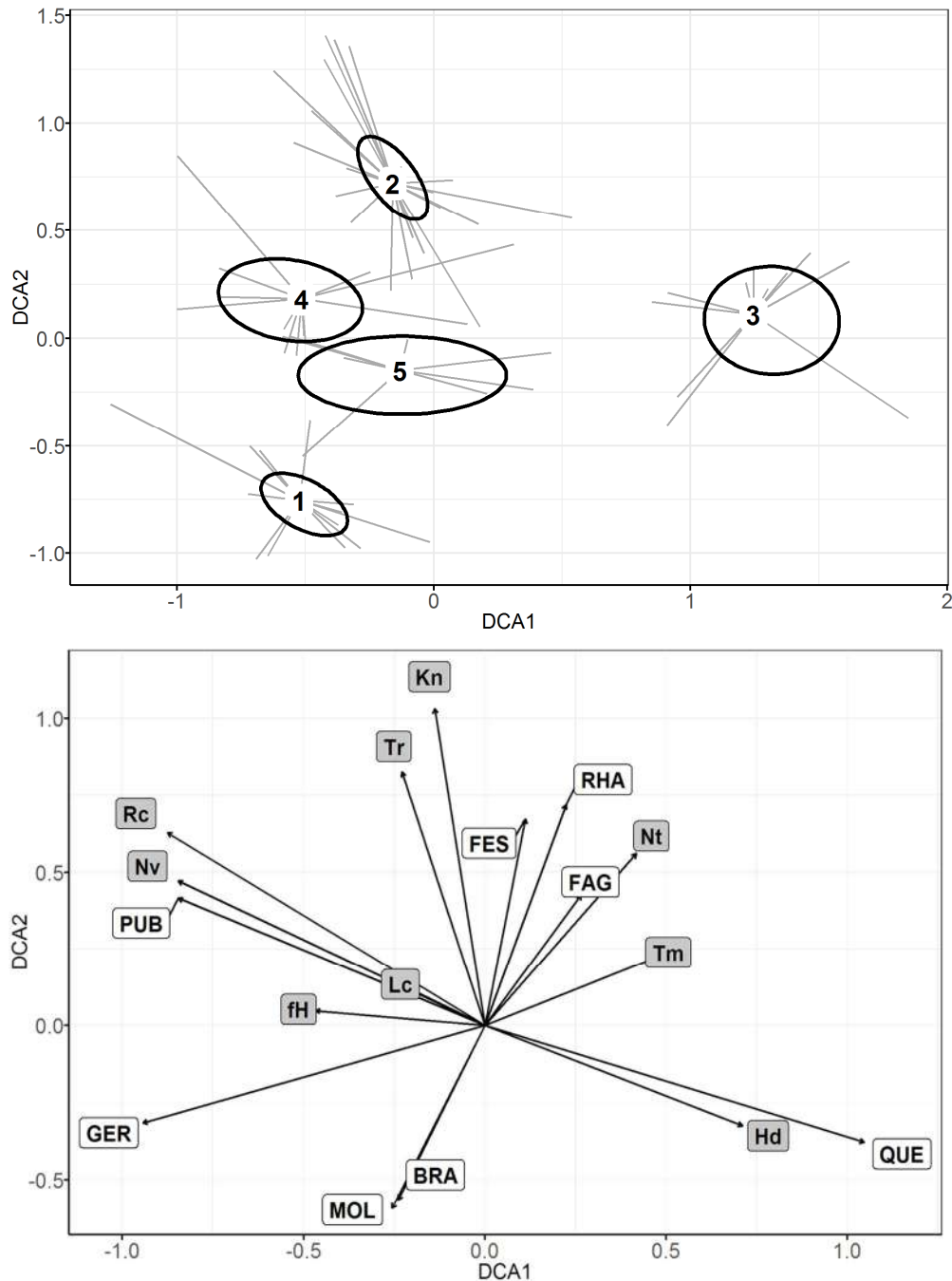


Рисунок 4.2. Ординаційна DCA-модель рослинності ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ (табл. А.1, Г.1). Позначення синтаксонів: 1 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris*; 2 і 3 – *Carici praecocis-Quercetum roboris* var. *typicum* + var. *Agrostis vinealis*; 4 і 5 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris* subass. *violetosum mirabilis* + subass. *dianthetosum fisheri*.

Серед екологічних змінних найбільша довжина векторів у факторів кислотності, Rc та континентальності, Kn. Хоча вектор Lc (світловий режим) є коротким, але це не означає другорядність цього фактору. Усі угруповання

КДЛ мають світлий (розріджений) деревний ярус, але між собою вони суттєво не відрізняються за цим показником. Це пояснює незначну довжину вектору Lc. У той же час, показники реакції ґрунтів угруповань різних синтаксонів сильно варіюють, і вектор Rc є довгим.

Фітосоціологічні змінні, спроектовані у ординаційну площину на рис. 4.2, свідчать, що фітосоціологічна структура синтаксонів КДЛ є складною (комплексною). Види таких класів рослинності, як *Quercetea pubescentis*, *Quercetea robori-petraeae*, *Carpino-Fagetea*, *Trifolio-Geranietae*, *Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, відіграють значну роль у диференціації синтаксонів. Це важливо, враховуючи неоднозначне синтаксономічне трактування КДЛ, про що піде мова у розділі 8.1. Фітосоціологічні змінні QUE (*Quercetea robori-petraeae*) та GER (*Trifolio-Geranietae*) корелюють в основному з першою віссю ординації.

Взаємне розташування векторів екологічних факторів та фітосоціологічних змінних дає ґрунт для виявлення кореляцій між частками видів тих чи інших класів рослинності і екологічними умовами місцезростань. Як видно на рис. 4.2, вектор PUB (*Quercetea pubescentis*) спрямований в один бік із вектором Rc (збільшення рН) і у протилежний бік відносно напрямку вектору Hd (зменшення вологості). Для вектору QUE ситуація є протилежною – частка видів ацидофільного класу *Quercetea robori-petraeae* зростає на фоні зростання кислотності (зменшення рН) і вологості ґрунтів. Частки видів класів *Festuco-Brometea* (вектор FES) та *Crataego-Prunetea* (вектор RHA) спрямовані в один бік з векторами Tr і Kn. Вектор класу *Carpino-Fagetea* (FAG) спрямований в один бік із вектором Nt. У протилежний бік спрямовані вектори MOL та BRA, і кореляція видів двох останніх класів і *Carpino-Fagetea* є зворотньою.

Оцінка значимості різних факторів на основі ординаційних моделей не обов'язково буде співпадати з результатами інших методів – аналізу відхилень (розділ 4.2) та ANOVA (розділ 4.3). Пояснюється це тим, що на основі ординаційного підходу тестується зв'язок, як правило, лише з першою

та другою ординаційними вісями, а вони відображають лише частину загальної варіації. Чим меншою є частка варіації, що відображається першими двома вісями, тим більші ймовірні розходження у оцінках вкладу різних факторів [41]. Що стосується ординаційного підходу, то він однозначно виграє у наочності. Статистичний аналіз тут поєднується із засобами візуалізації.

4.6 Застосування методу дерев класифікації (CART) для аналізу екологічної диференціації рослинності

Дерева класифікації, повна назва – дерева класифікації і регресії (англ. Classification and Regression Tree, CART), це один із методів машинного навчання (machine learning). Його завданням є побудова т.з. бінарного дерева рішень [240]. Тому цей метод належить до т.з. класу методів розпізнавання образів (pattern recognition).

Нами запропонований підхід на основі дерев класифікації і даних фітоіндикаційного оцінювання різних синтаксонів, що є новим і може використовуватися як багаторівневого аналізу екологічної диференціації, так і для розпізнавання синтаксономічної належності описів на основі даних фітоіндикації.

На кожному ступені (вузлі) проводиться поділ на дві гілки на основі одного логічного правила (умови), яке передбачає відповіді лише так чи ні (альтернативний поділ). Алгоритм CART відбирає таку ознаку, поділ за якою зменшував би неоднорідність у вузлах-нащадках у найбільшій мірі. Якщо при заданому параметрі складності дерева (ср, complexity parameter) знайти ознаку поділу (правило) неможливо, відповідна гілка дерева завершується термінальним вузлом. Якість розпізнавання оцінюється частотою правильних рішень класифікатора у термінальних вузлах після проходження усіх ступенів поділу. Відповідність рішень (виходів) класифікатора відомим класам (у деревах класифікації) або значенням залежної величини (у деревах регресії) перераховується у ймовірності і подається для кожного класу

(термінального вузла). Значення близькі до 1 говорять про безпомилковість розпізнавання об'єктів відповідного класу і, навпаки, у випадках прямування значень до нуля.

Популярність метод дерев класифікації набув завдяки тому, що побудовані з використанням цього методу моделі відповідають людській логіці прийняття рішень. Він дозволяє визначати перелік найбільш інформативних ознак для класифікації (розпізнавання) об'єктів, малочутливий до множинної кореляції ознак (мультиколінеарності) і дозволяє проводити не лише відбір ознак, а й визначає межі (граничні значення), за якими класи / групи відрізняються. Оскільки метод дерев класифікації є непараметричним, він виграє у лінійного дискримінантного аналізу [48, 52], який має багато обмежень.

Галузь можливого використання CART у фітоценології полягає у класифікації великих масивів описів за показниками фітоіндикації (синтаксономічна ідентифікація) [77]. Класами розпізнавання є синтаксони, а предикторами (незалежними змінними) – значення екологічних факторів, розраховані за методикою фітоіндикації [71].

Апробація методу дерев класифікації була проведена нами на синтаксонах ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ (рис. 4.3). Побудова моделі здійснювалася у середовищі R (<https://cran.r-project.org/>) з використанням пакету `grpart` [415]. Екологічні показники для навчання моделі CART розраховані за методикою фітоіндикації [270]. Навчання моделі проводили на 20% описів з відомою належністю до синтаксонів за результатами їх флористичної класифікації, а інші 80% використовували для тестування моделі.

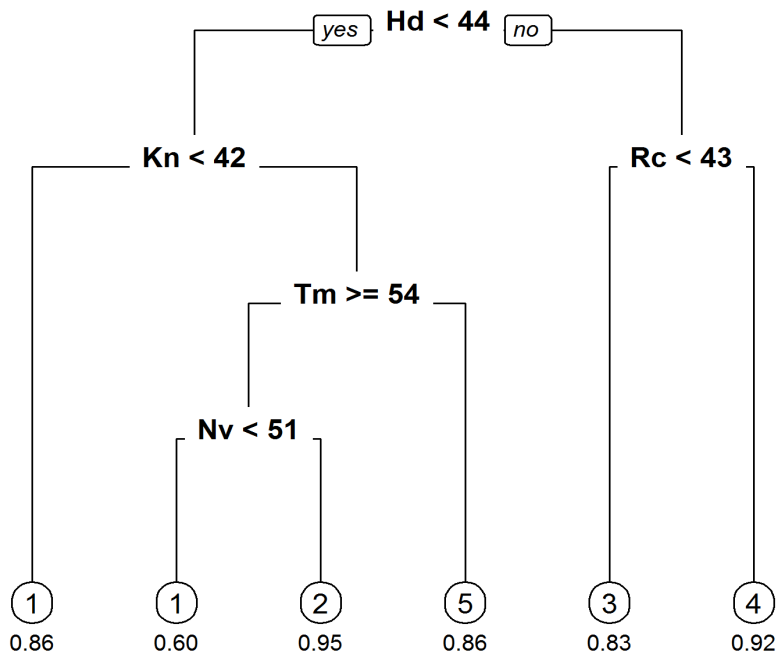


Рисунок 4.3. Дерево класифікації синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів набору даних НДЗ за даними їх фітоіндикаційної оцінки. Позначення синтаксонів такі ж як на рис. 4.2

У контексті аналізу екологічної диференціації рослинності важливими є декілька питань. Які фактори "спрацювали" на вищих рівнях поділу? Чи знайдені правила розділення для усіх синтаксонів? Які граничні значення кожного показника є межами амплітуд синтаксонів? Яка частка правильних класифікацій у кожного синтаксону? На переважну кількість цих питань не можна отримати відповіді з використанням інших розглянутих нами методів.

Як бачимо з рис. 4.3, кількість рівнів поділу класифікатора – чотири. Із дев'яти екологічних факторів, що використовувалися на етапі навчання, класифікатору "вистачило" 5 факторів (Hd, Kn, Rc, Tm, Nv), щоб побудувати дерево класифікації. На найвищому рівні поділу "спрацювала" вологість (Hd). Значення 44 бали стандартизованої 100-бальної шкали є граничним для відділення синтаксонів 3 та 4 від решти. Відхилення оптимумів у цих синтаксонів у бік більших значень Hd помітне також на діаграмі розмаху (рис. 4.1). На другому рівні у правій гілці розділилися синтаксони 3 та 4, причому найбільша диференціація їх амплітуд спостерігається за фактором

кислотності, Rс. Чистота (прим. – під чистотою (purity) вузлів розуміють частку правильно класифікованих об'єктів) відповідних термінальних вузлів складає 0.83 та 0.92, що є високим показником. Провідна роль факторів вологості і кислотності збігається з результатами ANOVA, де ці показники мали найвищі значення F-статистики (табл. 4.4).

У групі синтаксонів (1, 2, 5) на другому рівні класифікатор визначив фактор континентальності, як такий, за яким синтаксон 1 (асоціація *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris*) найбільше відхиляється ($K_n < 42$ бали). На ординаційній моделі (рис. 4.2) вектор K_n був спрямований у бік протилежний від синтаксону 1 (менші значення континентальності). Синтаксон 1 повторюється у термінальних вузлах двічі. Це пояснюється тим, що частина його описів має $K_n > 42$. Повторення у термінальних вузлах одних і тих же синтаксонів, або їх випадіння, спостерігаються у випадках неможливості знайти фактор (із переліку врахованих), за яким би поділ би був однозначним.

Отже, метод дерев класифікації відрізняється від розглянутих раніше підходів. Зокрема, він дозволяє визначати які фактори "працюють" на рівні тих чи інших синтаксонів, визначати межі екологічних показників для розділення синтаксонів, а також моделює диференціацію синтаксонів на основі правил, що нагадує ключ для визначення рослин і у цьому сенсі є близьким для ботаніків.

4.7 Апробація методів статистичного аналізу даних фітоіндикації на прикладі лісової рослинності м. Київ та околиць

В табл. 4.5 наведені значення 9 фітоіндикаційних показників, розрахованих за методикою синфітоіндикації [95, 270] для 18 синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць набору даних НД2 (табл. А.1). Диференціація синтаксонів на градієнтах 9 екологічних факторів показана на основі профілів стандартизованих відхилень фітоіндикаційних показників від екофону (табл. 4.6).

**Статистичні показники (середні значення та 95%-довірчий інтервал)
екологічних амплітуд синтаксонів лісової рослинності НД2**

Син- таксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn
1	46.4±2.3	47.3±1.4	34.5±1.7	55.8±4.9	66.9±6.4	60.1±4.4	41.7±4.6	55.9±2.9	43.8±2.6
2	48.6±1.5	47.8±1.5	33.4±1.4	63.2±3.9	54.7±5.0	55.3±3.9	36.1±3.9	60.5±1.5	40.2±1.6
3	48.4±0.8	46.2±1.0	34.4±1.2	71.3±3.7	50.3±4.1	49.6±2.4	31.9±4.7	60.9±1.8	40.0±1.8
4	48.2±0.9	48.0±0.5	32.0±0.7	72.4±4.5	50.4±3.8	46.2±1.9	35.9±3.1	62.6±0.9	41.9±1.6
5	47.4±1.2	47.6±1.1	31.3±0.7	69.1±2.8	45.7±4.4	45.1±2.8	35.4±5.0	63.3±1.8	39.4±2.7
6	54.3±2.8	45.2±1.7	29.8±1.1	61.9±2.7	38.7±4.9	38.9±2.1	50.1±2.7	58.5±1.6	35.6±2.7
7	47.7±0.7	47.5±1.3	30.2±1.3	63.2±3.9	39.2±5.7	41.4±3.5	50.7±6.5	59.2±1.9	36.9±2.2
8	47.9±0.8	45.7±1.3	29.9±1.1	63.3±4.4	44.6±6.5	44.8±3.7	46.8±6.6	59.8±2.0	38.8±2.5
9	49.3±0.8	45.5±1.4	29.2±0.7	64.4±1.8	36.5±6.5	41.6±3.2	50.0±3.3	57.1±1.1	35.8±2.4
10	48.3±1.1	45.7±1.5	29.7±1.0	61.4±3.7	36.6±5.8	41.4±3.5	51.2±5.7	59.1±2.3	36.4±2.9
11	48.0±0.8	46.4±1.5	29.7±1.2	63.9±4.2	38.1±6.5	41.8±3.4	50.6±5.6	58.7±1.7	36.3±2.2
12	47.9±1.1	45.5±1.9	30.5±2.0	63.3±3.9	52.2±8.3	48.4±5.0	40.1±4.9	58.9±2.1	41.2±1.8
13	47.4±1.1	43.3±2.3	27.8±1.6	53.4±5.6	53.7±4.6	45.6±2.1	43.1±4.0	57.9±1.7	42.5±1.8
14	46.9±1.2	43.5±2.1	28.1±1.2	52.1±4.7	52.6±3.3	45.2±2.5	44.0±4.0	58.1±2.5	41.5±1.5
15	47.9±0.9	42.9±2.3	29.2±1.4	56.7±5.7	49.7±4.6	46.9±2.5	42.5±4.2	56.1±2.2	41.1±1.7
16	48.0±1.1	43.6±2.7	28.9±1.5	57.9±5.5	50.0±4.1	45.8±2.7	41.5±5.1	58.7±3.0	41.6±1.8
17	45.9±1.3	38.8±3.3	28.7±2.6	45.8±6.0	64.7±6.4	51.3±4.4	47.9±6.3	52.9±3.5	42.9±1.7
18	44.1±1.5	40.5±2.7	27.2±2.0	42.8±5.7	63.9±5.0	48.8±2.7	50.1±4.2	54.3±2.9	41.6±1.4
Екофон	47.6±1.8	44.7±3.2	29.9±2.4	58.9±8.5	49.8±10.5	46.7±5.8	44.4±7.4	58.2±3.3	40.1±3.1

Позначення синтаксонів: Клас *Salicetea purpureae*: 1 – *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae*; Клас *Robinietea*: 2 – *Galio aparines-Aceretum negundi* var. *Aristolochia clematitidis*; 3 – *Galio aparines-Aceretum negundi typicum*; 4 – *Balloto nigrae-Robinetum* var. *Acer tataricum*; 5 – *Balloto nigrae-Robinetum typicum*; Клас *Carpino-Fagetea*: 6 – *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*; 7 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Acer campestre*; 8 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Prunus avium*; 9 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Mercurialis perennis*; 10 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Carex pilosa*; 11 – *Galeobdoloni-Carpinetum typicum*; 12 – com. *Acer platanoides+Lapsana communis*; Клас *Quercetea robori-petraeae*: 13 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Cardamine impatiens*; 14 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Fragaria vesca*; 15 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Carex ericetorum*; 16 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris typicum*; Клас *Vaccinio-Piceetea*: 17 – *Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris*; Клас *Quercetea pubescentis*: 18 – *Polygonato odorati-Quercetum roboris*. Позначення екофакторів: Hd – вологість ґрунтів, Rc – кислотність, Tr – загальний сольовий режим, Nt – азот ґрунтів, Lc – світловий режим, fH – змінність зволоження, Nv – індекс природності видового складу, Tm – терморезим, Kn – континентальність

Таблиця 4.6

**Профілі відхилень від екофону фітоіндикаційних показників 9
екологічних факторів у синтаксонів лісової рослинності м. Київ та
околиць набору даних НД2 (табл. А.1)**

синтаксон	клас	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn	sumsq	ranks
1	PUR	-0.03	0.06	0.15	-0.05	0.34	0.29	-0.06	-0.04	0.09	0.244	1
2	ROB	0.02	0.07	0.11	0.07	0.10	0.19	-0.19	0.04	0.00	0.105	9
3	ROB	0.02	0.03	0.15	0.21	0.01	0.06	-0.28	0.05	0.00	0.153	4
4	ROB	0.01	0.07	0.07	0.23	0.01	-0.01	-0.19	0.07	0.04	0.107	8
5	ROB	0.00	0.06	0.05	0.17	-0.08	-0.03	-0.20	0.09	-0.02	0.093	12
6	FAG	0.14	0.01	0.00	0.05	-0.22	-0.17	0.13	0.01	-0.11	0.129	5
7	FAG	0.00	0.06	0.01	0.07	-0.21	-0.11	0.14	0.02	-0.08	0.094	11
8	FAG	0.01	0.02	0.00	0.07	-0.10	-0.04	0.05	0.03	-0.03	0.023	15
9	FAG	0.04	0.02	-0.03	0.09	-0.27	-0.11	0.12	-0.02	-0.11	0.122	6
10	FAG	0.02	0.02	-0.01	0.04	-0.26	-0.11	0.15	0.01	-0.09	0.117	7
11	FAG	0.01	0.04	-0.01	0.08	-0.24	-0.10	0.14	0.01	-0.09	0.103	10
12	FAG	0.01	0.02	0.02	0.07	0.05	0.04	-0.10	0.01	0.03	0.020	16
13	QUE	0.00	-0.03	-0.07	-0.09	0.08	-0.02	-0.03	0.00	0.06	0.026	13
14	QUE	-0.01	-0.03	-0.06	-0.12	0.06	-0.03	-0.01	0.00	0.03	0.024	14
15	QUE	0.01	-0.04	-0.02	-0.04	0.00	0.00	-0.04	-0.04	0.02	0.008	18
16	QUE	0.01	-0.03	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	-0.07	0.01	0.04	0.008	17
17	PIC	-0.03	-0.13	-0.04	-0.22	0.30	0.10	0.08	-0.09	0.07	0.188	3
18	PUB	-0.07	-0.10	-0.09	-0.27	0.28	0.04	0.13	-0.07	0.04	0.202	2
sumsq		0.031	0.056	0.087	0.320	0.619	0.215	0.333	0.035	0.073		
ranks		9	7	5	3	1	4	2	8	6		

Найбільші відхилення (екологічна диференціація) спостерігаються за фактором світлового режиму, Lc. Це пояснюється різноманіттям структури деревного ярусу у досліджених синтаксонів – від доволі світлих лісів (альювіальні тополеві, синтаксон 1, та хвойні і світлі дубові, синтаксони 17 та 18) до зімкнутих деревостанів у широколистяних лісів (синтаксони 6–11). У останніх стовпчики відхилень за фактором Lc спрямовані у протилежний бік (нестача фактору).

Значна диференціація синтаксонів спостерігається також за фактором азоту ґрунтів, Nt. Вочевидь, що показник Nt характеризує не лише мінеральний азот, а багатство (родючість) ґрунтів в цілому. Хвойні і світлі дубові ліси (синтаксони 17–18) займають бідніші піщані ґрунти. Менші

показники Nt пояснюються у цьому випадку прискореними процесами мінералізації на легких аерованих ґрунтах. Як наслідок, сполуки азоту, здебільшого розчинні та леткі, не накопичуються у ґрунті. Доволі часто за показником Nt спостерігаються значні відмінності у синтаксонів саме лісового типу рослинності [74].

Показник Nt також корелює з рівнем антропогенного навантаження, про що піде мова у розділі 5. Це пояснюється збільшенням кількості і рясності нітрофілів внаслідок антропогенного впливу, причому це спостерігається як у трансформованих природних ценозів, так і в угрупованнях антропогенної рослинності – синтаксони 3–5 з класу *Robinietaea* (табл. 4.6).

Вирівняним є профіль відхилень за показником вологості (Hd). Більшість лісових неморальних видів є мезофітами. Вологіші умови характерні лише для асоціації *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* (синтаксон 6) (відхилення +0.14), а ксерофітніші – у синтаксону 18 світлих дубових лісів (відхилення -0.07).

За змінністю зволоження, fH, помітні значні відхилення у синтаксонів 1 та 2 (заплавні ліси). Це пояснюється значними коливаннями рівня ґрунтових вод протягом сезону – у період весняної повені та у посушливий літній період. Навпаки, для угруповань широколистяних лісів важливим є стабільний режим зволоження ґрунтів. У синтаксонів 6–11 (широколистяні ліси) основна частина видів є гідроконтрастофобними, і тому значення fH тут мають від'ємні відхилення (табл. 4.6).

Враховуючи, що аналізований масив даних репрезентує рослинність урбанізованої території (м. Київ та околиці), значна диференціація спостерігається за фактором природності видового складу – Nv (Borhidi's naturalness value) [232]. Виражено штучним (від'ємні відхилення) є видовий склад синтаксонів класу *Robinietaea* (синтаксони 3–5), а найбільш збереженим (додатні відхилення) – ліси класу *Carpino-Fagetea* (синтаксони 6–11). Частково це можна пояснити переважним розташуванням угруповань

Carpino-Fagetea на почленованому рельєфі, на крутосхилах, у місцях гіршої транспортної доступності і меншої рекреаційної привабливості, за рахунок чого питома антропогенне навантаження може бути меншим. Детальніше питання антропогенної трансформації рослинності будуть розглянуті у розділі 5.

Результати дисперсійного аналізу фітоіндикаційних показників синтаксонів лісової рослинності набору даних НД2 (табл. А.1) узагальнено в табл. 4.7. Відмінності фітоіндикаційних показників у парних порівняннях синтаксонів (синтаксон-синтаксон) перевірялися як і раніше (розділ 4.3) тестом Тьюкі і показані літерами. Однакові літери (хоча б одна, якщо їх декілька) свідчать про відсутність достовірної диференціації амплітуд пари синтаксонів за відповідним фітоіндикаційним показником (прим. – порівнювати літери слід по стовпчиках, не по рядках).

Ранжування факторів за величинами F-статистики (рядок F-rank) свідчить, що найбільша диференціація синтаксонів лісової рослинності НД2 спостерігається за факторами світлового режиму та азоту ґрунтів. Це співпадає із результатами аналізу відхилень (табл. 4.6).

Екологічні ряди синтаксонів за двома факторами із найбільшими значеннями F-статистики (світловий режим і азот ґрунтів) показано на рис. 4.4. У верхньому ряду зірочками позначено рівень значимості тесту на відмінність середнього значення синтаксону від загального середнього, екофону (пунктирна лінія). Нижній ряд літер на рисунку відповідає табл. 4.7 за результатами тесту Тьюкі парних порівнянь (синтаксон-синтаксон).

Екологічний ряд синтаксонів за світловим режимом, Lc, розпочинається з доволі світлих тополевих заплачних лісів (синтаксон 1, асоціація *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae*). Далі йдуть антропогенні ліси (синтаксони 2–5), у яких середні значення Lc у більшості синтаксонів достовірно не відрізняються.

Дисперсійний аналіз (F-stat, p-value) та тест Тьюкі (літери) аналізу відмінностей фітоіндикаційних показників у синтаксонів лісової рослинності модельного набору даних НД2 (табл. А.1).

синтаксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn
1	df	a	a	efg	g	i	cg	gh	f
2	ab	a	ab	a	a	a	ab	abc	abcd
3	ab	ab	a	b	abc	bc	a	abd	abc
4	abc	ab	bc	bc	abcd	bdefg	abc	bd	abdef
5	acd	a	c	bc	bde	de	ab	d	bc
6	e	abcde	cdef	ade	ef	h	def	abcefg	g
7	ac	a	cd	a	f	h	d	abce	g
8	a	b	d	a	de	de	ef	abce	c
9	b	abcd	def	ac	f	dfh	def	efgh	g
10	ab	ab	de	ad	f	fh	de	abce	g
11	ab	ab	de	a	f	fh	d	ce	g
12	abc	bd	cd	a	ac	bcg	bcg	ace	abde
13	acd	cde	fg	fg	ac	deg	cfg	cefg	def
14	cdf	ce	fg	f	ac	de	fg	ef	ade
15	ab	e	def	eg	abc	beg	cg	fgh	abd
16	ab	ce	ef	de	bc	e	cg	ce	de
17	f	f	ef	h	g	c	def	i	ef
18	g	f	g	h	g	bcg	de	hi	ade
F-stat	48.85	52.29	61.30	84.28	99.12	77.13	38.28	33.07	49.61
p-value	3.3E-102	2.0E-107	3.4E-120	3.5E-148	1.4E-163	4.4E-140	8.2E-85	2.4E-75	2.2E-103
F-rank	7	5	4	2	1	3	8	9	6

У широколистяних лісів видовий склад сциофітний, тому у частині синтаксонів 6–11 екологічний ряд Lc значною мірою "просідає" нижче лінії екофону. Що стосується мішаних лісів (синтаксони 13–16), то їх деревостан середньозімкнутий, і екологічний ряд виходить на рівень екофону. І завершується він синтаксонами хвойних та світлих дубово-соснових лісів (синтаксони 17, 18), де показники світлового режиму помітно перевищують екофон, 64–65 балів (табл. 4.5).

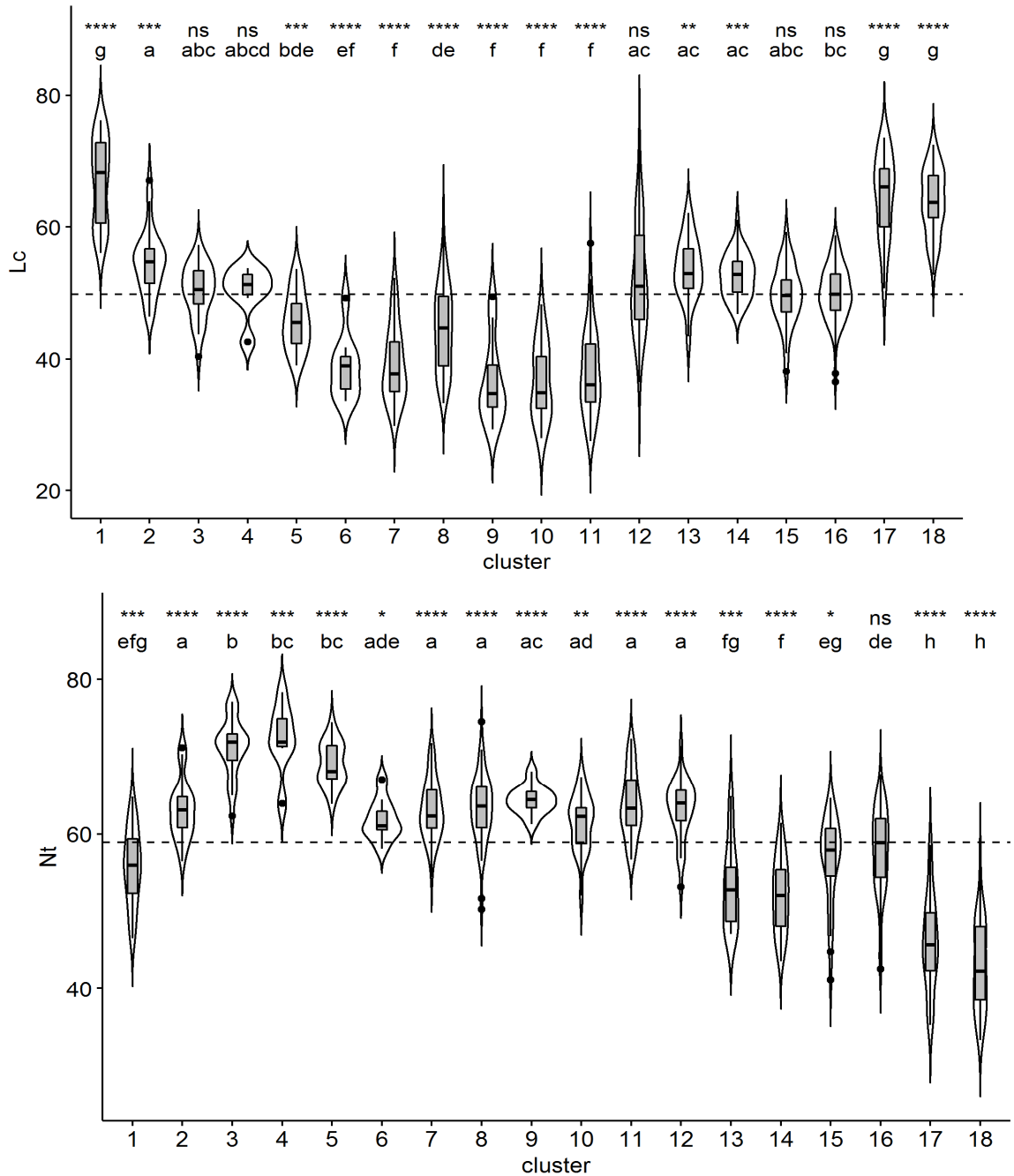


Рисунок 4.4. Екологічні амплітуди синтаксонів лісової рослинності набору даних НД2 (табл. А.1) за світловим режимом (Lc) та азотом ґрунтів (Nt).

Номери синтаксонів і позначення факторів див. табл. 4.5.

Екологічний ряд за азотом ґрунтів, Nt, є оберненим (зворотна кореляція) до ряду за світловим режимом. Найбіднішими є опідзолені піщані ґрунти (асоціації 17, 18 *Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris*, *Polygonato*

odorati-Quercetum roboris). Синтаксони 2–5 (клас *Robinietaea*) відхиляються у протилежний бік, їх видовий склад збагачений нітрофілами (рис. 4.4).

Результати ординації лісової рослинності НД2 і проекції векторів екологічних та фітосоціологічних змінних показані на рис. 4.5.

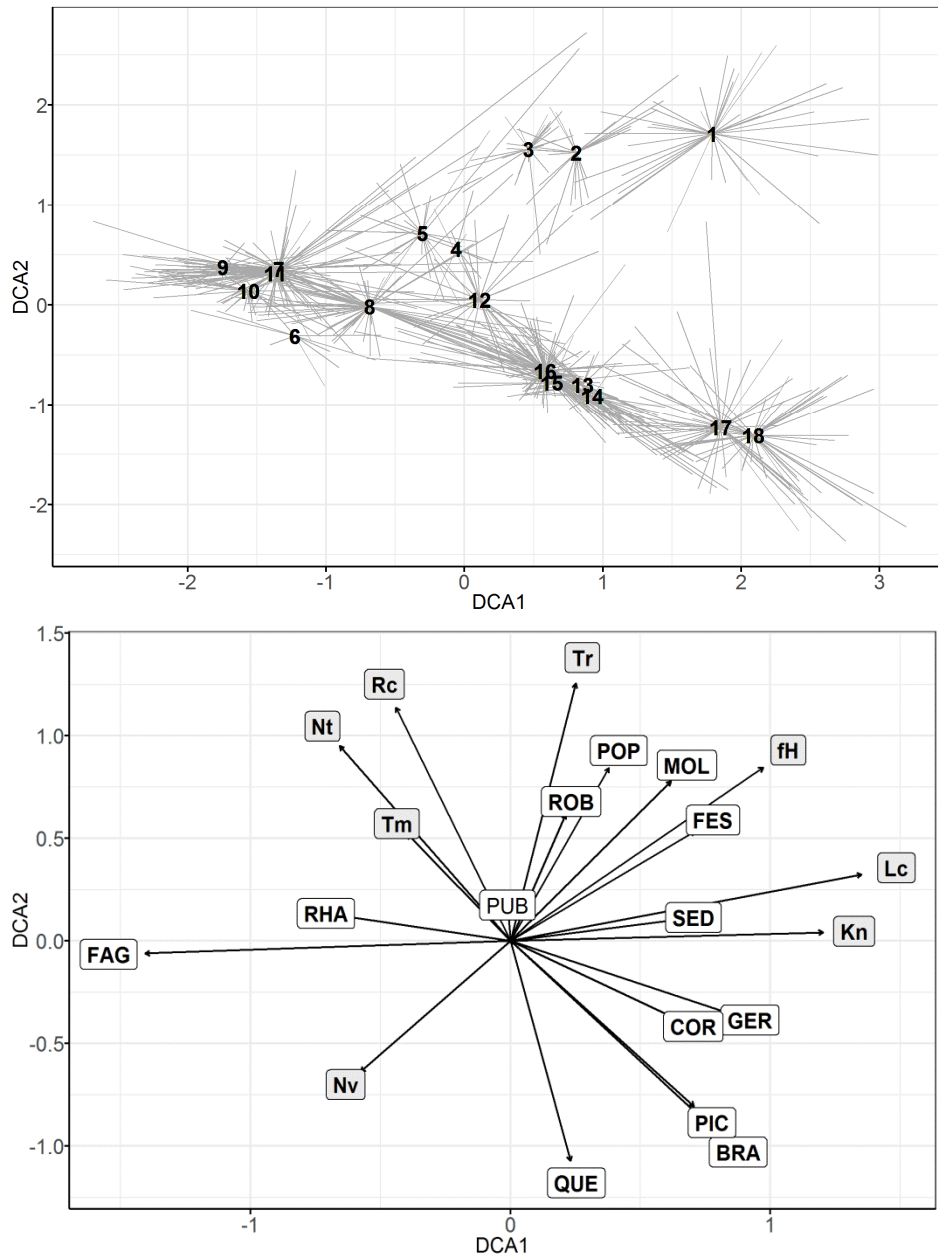


Рисунок 4.5. Ординаційна DCA-модель лісової рослинності м. Київ та околиць НД2 та проекції екологічних та фітосоціологічних (класи Браун-Бланке) змінних у площині двох перших ординаційних осей. Позначення синтаксонів і екологічних змінних див. табл. 4.5

Як видно з рис. 4.5 (верхній малюнок), досить подібними є синтаксони 6–11 (широколистяні ліси) і 13–16 (дубово-соснові ліси), оскільки усередині цих груп перекривання доволі значне. У бік синтаксонів 17 та 18 спрямовані вектори *Vaccinio-Piceetea* та *Brachypodio-Betuletea pendulae*, частково також *Koelerio-Corynepharetea* і *Trifolio-Geranietea*. Це пояснюється їх формуванням на боровій терасі, де едафічні умови доволі однорідні – переважають дерново-підзолисті піщані ґрунти. У протилежний бік від синтаксонів 17 та 18 спрямовані вектори Rс та Nt, оскільки хвойні і світлі дубові ліси формуються на кисліших і бідніших ґрунтах. Істотно відрізняється видовий склад синтаксону 1 (заплавні ліси, асоціація *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae*). Останній розташований на рис. 4.5 відокремлено. У бік цієї асоціації спрямовані вектори *Salicetea purpureae*, *Molinio-Arrhenatheretea* і *Festuco-Brometea*, що свідчить про відносне збагачення її угруповань видами цих класів, які відіграють роль диференційних. У бік цієї асоціації спрямований вектор змінності зволоження, fH, а також значними є проєкції векторів континентальності (Kn) та світлового режиму (Lс). Отже, у видовому складі асоціації *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae* переважають субконтинентальні, субгеліофітні, гемігідроконтрастнофільні види. Синтаксони широколистяних лісів (6–11) розташовані на протилежному боці осі DCA1 і у напрямку векторів Kn, Lс, fH. Тому у екологічному відношенні вони становлять протилежність – основу видового складу формують субокеанічні, сциофітні, гідроконтрастобні види.

На рисунку 4.6 показане дерево класифікації синтаксонів лісової рослинності набору даних НД2 (табл. А.1) за показниками їх фітоіндикаційної оцінки (прим. – щодо методики використання CART у фітоіндикації див. розділ 4.6). Розрахунки здійснювалися у середовищі R (<https://cran.r-project.org/>) з використанням бібліотеки rpart [415]. Параметр складності (ср, complexity parameter), що впливає на розгалуженість дерева, було встановлено на рівні $ср = 0.015$.

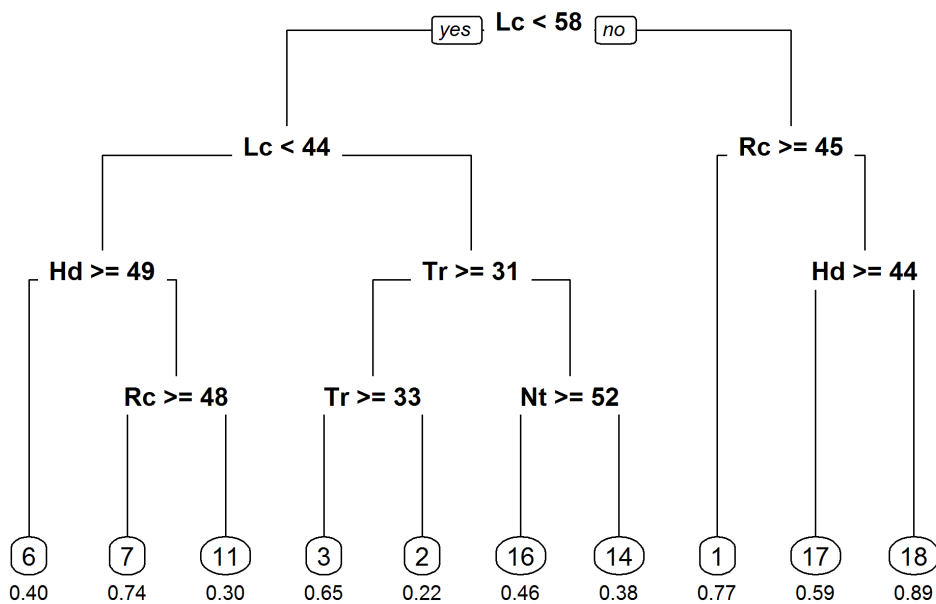


Рисунок 4.6. Дерево класифікації синтаксонів лісової рослинності модельного набору даних НД2 (табл. А.1) за даними їх фітоіндикаційної оцінки. Позначення синтаксонів і факторів див. табл. 4.5

У термінальних вузлах дерева (рис. 4.6) наявні синтаксони 1–3, 6–7, 11, 14, 16–18, екологічна диференціація яких є чіткою. Навпаки, для синтаксонів 4–5, 8–10, 12–13, 15 не знайшлося екологічних факторів (серед врахованих!), за якими би їх екологічні амплітуди чітко розділилися. У синтаксонів 2, 6, 11, 14, 16 чистота вузлів коливається від 0.22 до 0.46, що є наслідком їх нечіткої екологічної диференціації. На найвищих рівнях поділу класифікатор відібрав фактори L_c та R_c , за якими загальний пул описів є найбільш гетерогенним. Провідна роль фактору L_c у диференціації синтаксонів була показана також за результатами інших методів, зокрема дисперсійного аналізу (табл. 4.7) та ординації (рис. 4.5).

4.8 Апробація методів статистичного аналізу даних фітоіндикації на прикладі лучної рослинності заплав Дніпра і Сейму

У табл. 4.8 наведені статистичні показники екологічних амплітуд 10 синтаксонів, виділених за результатами класифікації рослинності [290].

Таблиця 4.8

Статистичні показники (середні значення та 95%-довірчий інтервал) екологічних амплітуд синтаксонів лучної рослинності заплав Дніпра і Сейму набору даних НД4

Син-таксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kп
1	36.1±3.9	48.3±2.3	39.1±2.6	40.5±4.6	80.6±1.2	65.3±4.1	47.2±3.8	54.2±1.8	47.7±3.6
2	40.5±3.0	48.6±2.4	36.8±2.7	45.8±3.3	78.9±1.6	59.0±5.6	49.2±3.0	53.8±1.9	45.7±3.2
3	45.2±2.4	47.2±1.7	38.4±1.3	50.6±3.5	77.8±1.3	60.8±2.6	46.3±5.0	54.4±1.3	44.6±2.0
4	45.5±2.0	46.6±1.7	37.5±1.4	51.9±2.1	78.0±1.5	61.8±4.2	46.6±2.7	54.4±1.9	42.0±3.0
5	47.2±2.4	45.7±2.0	38.3±2.6	54.0±3.8	78.2±1.2	65.2±4.6	41.8±3.6	56.6±2.9	42.8±2.0
6	56.2±3.8	44.3±1.5	37.9±2.3	54.3±2.9	75.2±2.7	62.6±8.1	46.8±4.3	51.7±2.4	42.2±1.5
7	49.9±3.1	48.1±1.9	36.5±1.4	51.4±3.6	77.5±1.9	59.4±4.5	51.2±5.1	52.0±2.8	43.7±2.6
8	54.2±4.6	47.5±3.7	41.8±3.2	55.9±2.0	76.4±2.4	67.4±9.2	40.4±5.6	56.9±3.2	46.6±2.9
9	58.8±3.3	45.9±3.3	38.7±2.9	51.9±2.9	77.0±1.9	64.4±9.0	50.2±5.6	51.2±2.4	46.3±2.1
10	60.0±3.5	47.7±1.8	39.1±2.1	59.3±3.8	76.5±1.9	60.6±7.3	53.7±4.6	53.0±2.4	46.3±2.2
Екофон	50.4±8.2	47.0±2.5	38.5±2.7	53.0±6.3	77.5±2.2	62.8±6.7	47.3±6.3	54.2±3.1	44.7±3.2

Позначення синтаксонів: Порядок/союз *Galietales veri/Agrostion vinealis*: 1 – *Eryngio plani-Bromopsietum inermis*, 2 – *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Asparagus officinalis*; 3 – *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Ranunculus polyanthemos*; Порядок/союз *Arrhenatheretalia elatioris/Arrhenatherion elatioris*: 4 – *Galio molluginis-Festucetum pratensis*; 5 – *Medicago lupulinae-Phleetum pratensis*; Порядок/союз *Molinietalia caeruleae/Deschampsion cespitosae*: 6 – *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae*; 7 – *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici*; 8 – *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae*; 9 – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Agrostis stolonifera*; 10 – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Scutellaria galericulata*. Позначення екофакторів: Hd – вологість ґрунтів, Rc – кислотність, Tr – загальний сольовий режим, Nt – азот ґрунтів, Lc – світловий режим, fH – змінність зволоження, Nv – індекс природності видового складу, Tm – терморегіон, Kп – континентальність.

Найбільш чітким і послідовним є екологічний ряд за вологістю (Hd) – від остепнених (асоціація *Eryngio-Bromopsietum inermis*, синтаксон 1) до болотистих лук (асоціація *Poo palustris-Alopecuretum pratensis*, синтаксон 10). Порівнюючи ряди відхилень за різними факторами, слід відмітити кореляцію факторів Hd і Nt. Але найбільш чітко вони виражені у синтаксонів, що знаходяться у кінцевих частинах обох градієнтів. Псамофітні луки формуються на легких піщаних ґрунтах і мають значні від'ємні відхилення обох показників Hd і Nt, і навпаки, болотисті луки мають додатні відхилення (табл. 4.9).

Профілі відхилень фітоіндикаційних показників 9 екологічних факторів у синтаксонів лучної рослинності модельного набору даних НД4 (табл. А.1)

синтаксон	порядок	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn	sumsq	ranks
1	GAL	-0.28	0.03	0.01	-0.24	0.04	0.04	0.00	0.00	0.07	0.144	1
2	GAL	-0.19	0.04	-0.05	-0.14	0.02	-0.06	0.04	-0.01	0.02	0.066	3
3	GAL	-0.10	0.00	0.00	-0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.00	0.00	0.014	10
4	ARH	-0.10	-0.01	-0.03	-0.02	0.01	-0.02	-0.01	0.00	-0.06	0.015	9
5	ARH	-0.06	-0.03	-0.01	0.02	0.01	0.04	-0.12	0.04	-0.04	0.024	6
6	MOL	0.12	-0.06	-0.02	0.02	-0.03	0.00	-0.01	-0.05	-0.06	0.024	7
7	MOL	-0.01	0.02	-0.05	-0.03	0.00	-0.05	0.08	-0.04	-0.02	0.016	8
8	MOL	0.08	0.01	0.08	0.05	-0.01	0.07	-0.15	0.05	0.04	0.047	4
9	MOL	0.17	-0.02	0.00	-0.02	-0.01	0.03	0.06	-0.06	0.04	0.038	5
10	MOL	0.19	0.02	0.01	0.12	-0.01	-0.04	0.14	-0.02	0.04	0.073	2
sumsq		0.226	0.008	0.014	0.095	0.003	0.018	0.066	0.012	0.018		
ranks		1	8	6	2	9	5	3	7	4		

За кліматичними факторами (Тm та Кn) профіль відхилень є доволі вирівняним – значних відхилень не спостерігається. Відсутність значної диференціації лучних синтаксонів за кліматичними показниками пояснюється тим, що, по-перше, регіон, у межах якого вони були виділені, кліматично однорідний, а по-друге, луки – азональний тип рослинності. Не спостерігається значної диференціації також за факторами кислотності та сольового режиму – відхилення незначні (рис. 4.9). Це пов'язано з відносною однорідністю за цими показниками ґрунтів у заплавах і неглибоким заляганням ґрунтових вод. Вирівняним є профіль відхилень за світловим режимом, оскільки видовий склад лучної рослинності доволі однорідний, субгеліофітний. У цьому відношенні лучна рослинність істотно відрізняється від лісової, де фактор Lc є провідним, що пояснюється складною вертикальною структурою лісових угруповань (розділ 4.7).

Результати дисперсійного аналізу фітоіндикаційних показників лучної рослинності модельного набору даних НД4 (табл. А.1) показані в табл. 4.10.

Таблиця 4.10

**Дисперсійний аналіз (F-stat, p-value) та тест Тьюкі (літери) відмінностей
фітоіндикаційних показників синтаксонів лучної рослинності
модельного набору даних НД4 (табл. А.1)**

Син- таксон	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	fH	Nv	Tm	Kn
1	g	a	bc	e	b	ab	ab	a	b
2	a	a	ab	a	ab	a	ab	ab	ab
3	b	ab	abc	b	acd	ab	abc	abc	abc
4	b	ab	abc	b	ac	ab	a	a	c
5	b	bc	abc	bc	a	b	cd	c	c
6	cd	c	abc	bc	e	ab	a	b	c
7	e	a	a	b	acd	a	be	ab	ac
8	c	a	d	c	cde	b	d	c	b
9	df	abc	abcd	bc	acde	ab	abe	ab	ab
10	f	a	c	d	de	a	e	ab	b
F-stat	147.45	9.04	9.41	65.59	16.54	5.18	33.37	15.56	16.95
F-rank	1	8	7	2	5	9	3	6	4
p-value	2.2E-93	8.9E-12	2.8E-12	4.0E-60	3.7E-21	1.9E-06	7.1E-38	5.2E-20	1.3E-21

Вологість (Hd) та азот ґрунтів (Nt) мають найбільші значення F-статистики (147.45 і 65.59 відповідно). Остання максимізується у разі збільшення відношення міжгрупової дисперсії (між синтаксонами) до внутрішньогрупової (усередині синтаксонів). Вологість за показником F-статистики значно випереджає азот (більш ніж удвічі).

На рис. 4.7 показані екологічні амплітуди синтаксонів лучної рослинності НД4 за факторами з найбільшими значеннями F-статистики (табл. 4.10). Як бачимо, екологічні ряди за обома факторами подібні – фактори Hd та Nt корелюють. Відмінності середніх від екофону за вологістю достовірні у більшості синтаксонів. За вмістом азоту профіль у середній частині градієнту більш вирівняний – у синтаксонів 3–7 і 9 достовірних відмінностей від екофону не спостерігається; але помітно відхиляються синтаксони псамофітних лук (1 та 2) у бік менших значень Nt (бідніші ґрунти) і синтаксони вологих лук 8 та 10 у бік більших значень. Загалом,

екологічна диференціація синтаксонів є більш вираженою у периферійній частині градієнтів факторів вологості і азоту і менш чіткою у середній частині.

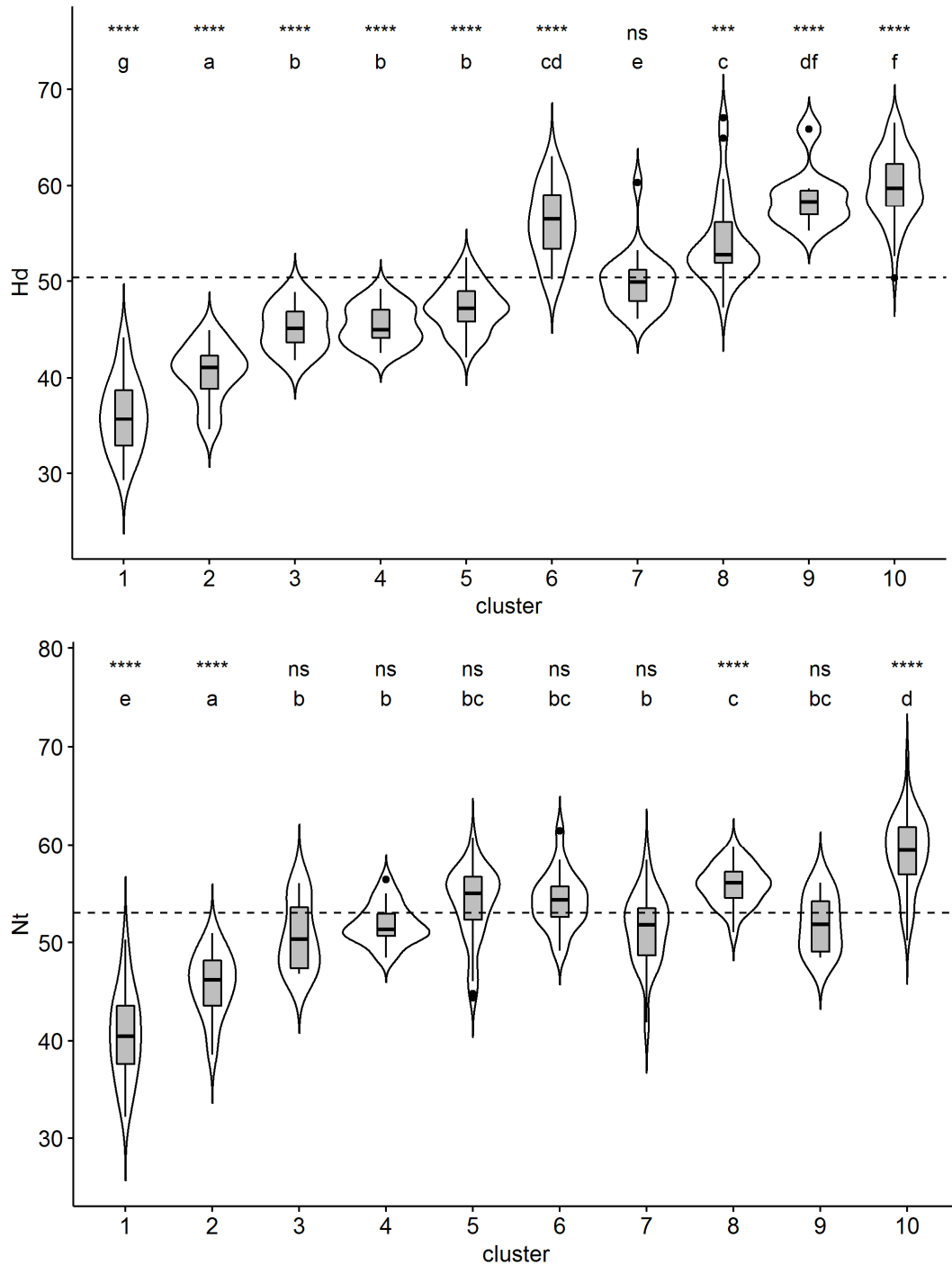


Рисунок 4.7. Екологічні ряди синтаксонів лучної рослинності НД4 за вологістю (Hd) та азотом ґрунтів (Nt). Номери синтаксонів відповідають табл. 4.8). Пунктиром позначена лінія екофону

Ординація лучної рослинності проводилася з використанням техніки NMDS, неметричного багатовимірного шкалювання, non-metric multidimensional scaling [348]. Методи DCA та NMDS найбільш часто використовуються у фітоценології для непрямой ординації. Вибір між ними здійснюється з урахуванням ЕФД даних, який оцінюють довжиною першої вісі DCA. Якщо довжина вісі DCA1 перевищує 3.5–4 S.D. ("species turnover" units [350]), рекомендованою є ординація методом NMDS, а якщо менше або дорівнює – DCA або іншими унімодальними методами [350]. У нашому випадку довжина першої DCA вісі склала 8.16 S.D, тому вибір на користь NMDS був очевидним. Розрахунки проводилися у середовищі R з використанням функції metaMDS [374]. Значення параметру кількість вісей було встановлено $k = 2$. Проекція екологічних та фітосоціологічних змінних на ординаційну площину одержана з використанням функції envfit [374]. Екологічні чинники оцінювалися з використанням методики фітоіндикації [270]. За основу класифікації діагностичних видів щодо класів рослинності було взято систему класифікації EVC [368].

Значення стресу, що є загальним показником якості NMDS-моделі у відношенні відображення матриці відстаней, дорівнювало 0.19, що вважається задовільним (мінімізація значень стресу є бажаною). Більшість синтаксонів на ординограмі (рис. 4.8) відмежовані чітко, що свідчить про їх чіткі флористичні відмінності. За видовим складом доволі близькими виявилися синтаксони 9 та 10, що класифіковані як варіанти однієї асоціації – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Agrostis stolonifera* та var. *Scutellaria galericulata*, а також асоціації 6 та 8 (*Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae* та *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae*). Полярні позиції на кінцях першої вісі зайняли остепнені луки (*Eryngio plani-Bromopsietum inermis*, синтаксон 1) та чотири синтаксони вологих лук 6, 8–10. Це пояснюється тим, що фактор вологості є провідним (табл. 4.10). Якщо аналізувати розташування векторів екологічних факторів у ординаційній площині, то найдовшими є вектори Nd (вологість) та Nv (антропогенний вплив). Перший фактор в основному

корелює з віссю NMDS1, а другий – з NMDS2. Із першою віссю також корелюють Nt та Lc, але вони спрямовані у протилежні боки (зворотна кореляція).

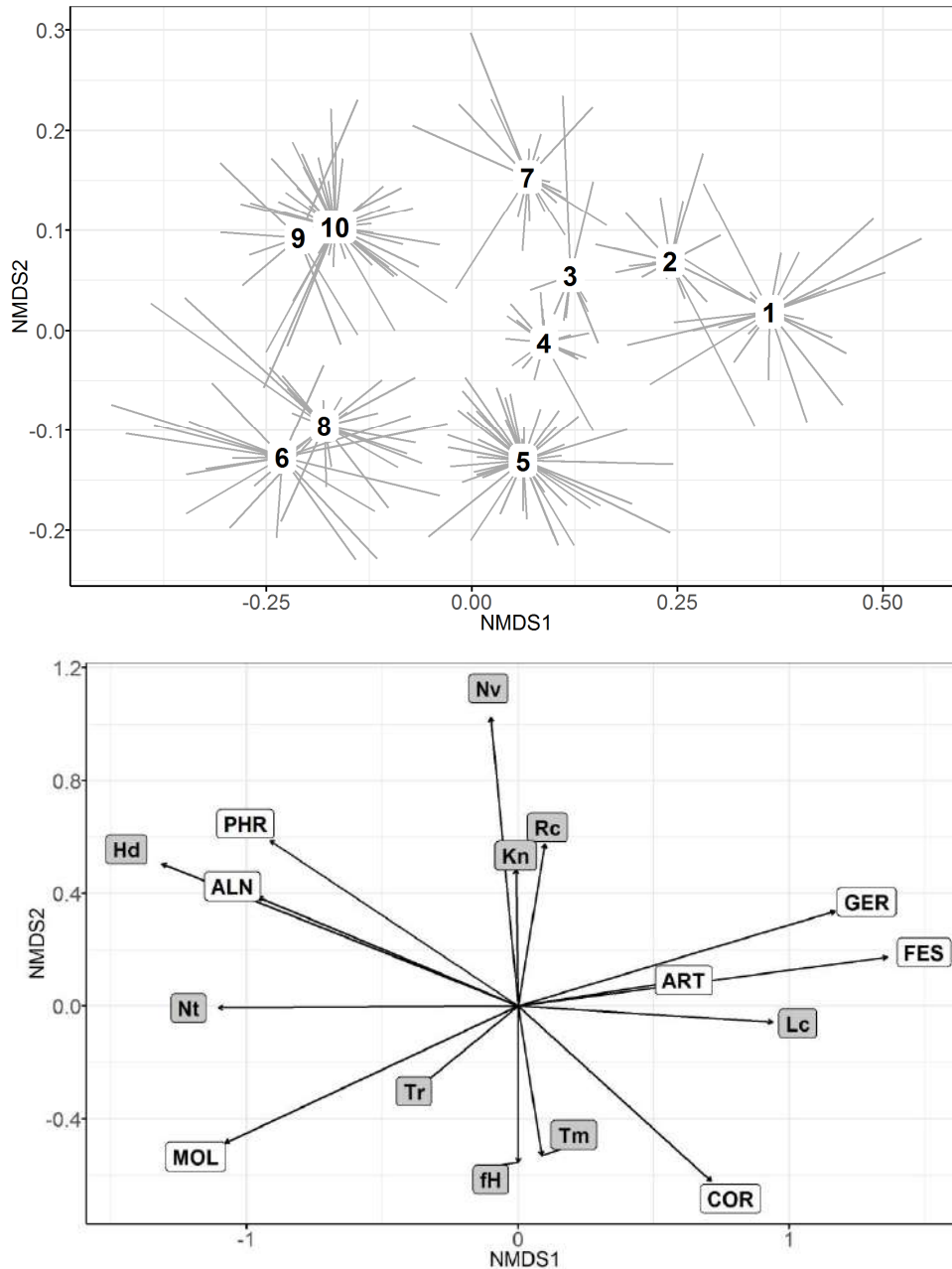


Рисунок 4.8. Ординаційна NMDS-модель лучної рослинності заплав Дніпра та Сейму, НД4 (табл. А.1) та проекції екологічних та фітосоціологічних змінних. Позначення синтаксонів і екологічних змінних див. табл. 4.8.

Напрямок векторів фітосоціологічних змінних у бік різних синтаксонів свідчить про розподіл видів відповідних класів рослинності у тих чи інших

синтаксонах. Так, синтаксони 9 та 10 (*Poo palustris-Alopecuretum pratensis*) диференціюються видами *Phragmito-Magnocaricetea*. Синтаксони остепнених і псамофітних лук 1 та 2 (асоціації *Eryngio plani-Bromopsietum inermis*, *Koelerio delavignei-Agrostietum vinealis*) диференціюються видами з класів *Festuco-Brometea* та *Trifolio-Geranietea*. У протилежний бік на рис. 4.8 спрямовані вектори *Phragmito-Magnocaricetea* і *Koelerio-Corynepherea*, *Trifolio-Geranietea* і *Festuco-Brometea* та *Molinio-Arrhenatheretea*. Тобто між частками видів цих класів спостерігається зворотна кореляція, що пояснюється їх різною екологічною специфікою. Остепнення лук корелює із зниженням показників азоту ґрунтів, оскільки вектори *Festuco-Brometea* і *Trifolio-Geranietea* та вектор Nt мають протилежний напрямок (рис. 4.8).

На рис. 4.9 показане дерево класифікації синтаксонів лучної рослинності НД4, побудоване за показниками їх фітоіндикаційної оцінки з використанням бібліотеки *grart* [415]. Параметр складності (розгалуженості дерева) був встановлений на рівні $sr < 0.02$.

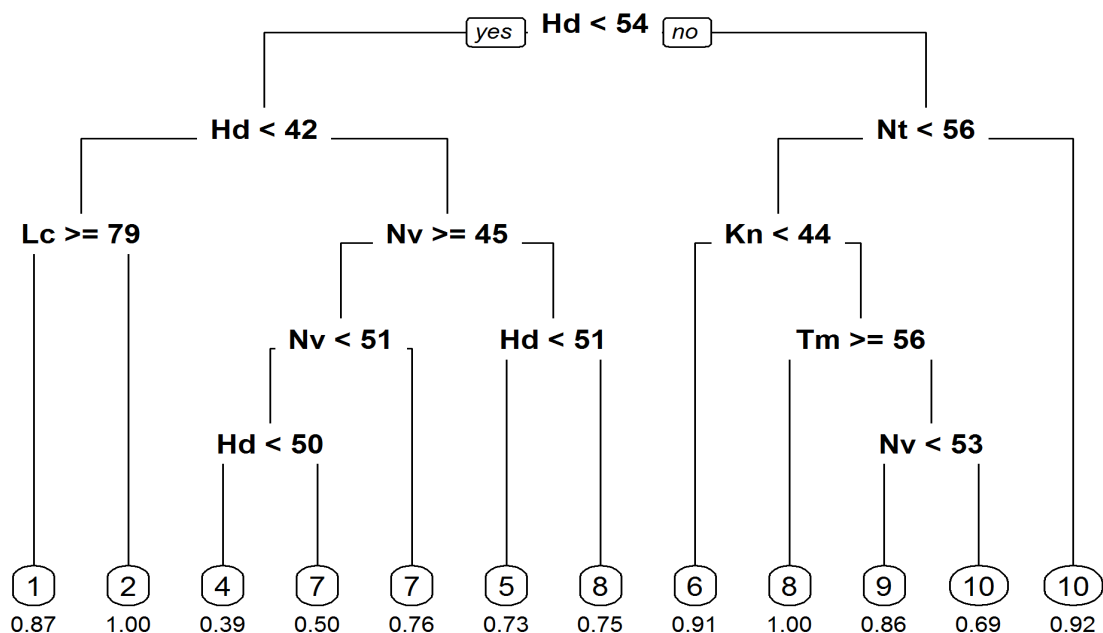


Рисунок 4.9. Дерево класифікації синтаксонів лучної рослинності НД4 (табл. А.1) за даними їх фітоіндикаційної оцінки. Позначення синтаксонів і факторів див. табл. 4.8.

На першому рівні поділу алгоритм CART відібрав фактор вологості (Nd), а на другому рівні поділу синтаксони вологих лук (6–10) диференційовані за фактором Nt. Межею остепнених лук (синтаксони 1 та 2) є значення вологості $Nd < 42$ бали, межею справжніх лук – $Nd < 54$ бали (рис. 4.9). Значна роль фактору вологості у диференціації синтаксонів лучної рослинності була доведена також результатами інших тестів – ANOVA (табл. 4.10), аналізу відхилень (табл. 4.9), аналізу екофакторів в ординаційній площині (рис. 4.8).

Не для усіх синтаксонів класифікатор знайшов правила поділу за екологічними показниками. У термінальних вузлах відзначилися синтаксони 1–2, 4–5, 6–10 (рис. 4.9), а не ідентифікуються синтаксони 3 та 7. Це пояснюється їх менш чіткою диференціацією з урахуванням ознак, включених у модель (загальна кількість врахованих екологічних факторів – 9, табл. 4.8). Екофактори, які були задіяні класифікатором при побудові дерева – Nd, Nt, Lc, Nv, Tm, Kp, але переважна частина їх має локальний характер впливу на диференціацію, оскільки стосується лише нижніх рівнів поділу. Не були відібрані класифікатором фактори кислотності і сольового режиму, Rc і Tr. Це вказує на те, що за цими факторами не спостерігається чіткої диференціації досліджених лучних синтаксонів набору даних НД4.

4.9 Анотація розділу

Використання стандартизованих екологічних шкал забезпечує порівнюваність фітоіндикаційних оцінок не лише між синтаксонами, а й між факторами з різною кількістю балів у шкалах.

Дослідження екологічної диференціації синтаксонів на основі аналізу відхилень розширює можливості оцінки за рахунок врахування знаку (напрямку дії) фактору і величини відхилення (ступеня диференціації). Екофон відіграє роль точки відліку у подібній оцінці. Аналіз відхилень має переваги за значного еколого-фітоценотичного діапазону даних, оскільки у такому випадку імовірні кореляції екофакторів лише у частині градієнтів, а

також зміна провідних факторів диференціації на рівні окремих груп синтаксонів (союзів, порядків і т.д.).

При оцінці ступеня диференціації амплітуд синтаксонів за різними факторами на основі дисперсійного аналізу відносна значимість факторів може бути оцінена шляхом їх ранжування за значеннями F-статистики у випадку застосування стандартизованих за кількістю балів шкал.

Перспективним для аналізу екологічної диференціації синтаксонів є метод дерев класифікації. Він дозволяє проводити моделювання екологічної диференціації рослинності на основі системи логічних правил (дихотомічного класифікатора) і розробити правила розпізнавання синтаксономічної належності описів за показниками їх фітоіндикаційної оцінки.

РОЗДІЛ 5

ЗАСТОСУВАННЯ КІЛЬКІСНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОСЛИННОСТІ

5.1 Огляд підходів до оцінки антропогенної трансформації флори і рослинності

Дослідженню антропогенної трансформації присвячена значна кількість зарубіжних і вітчизняних робіт [6, 21, 23, 85, 86, 108, 109, 156, 193, 282, 412, 431]. Багато уваги приділяють питанням чужинності видів та фітоінвазій [126, 157]. Класифікація чужинності видів походить від робіт М. Ріклі [388], А. Теллунга [371], Я. Корнася [333], Ф.-Г. Шрьодера [402]. Адвентивні види класифікують за наступними критеріями: часом імміграції, способом занесення та ступенем натуралізації [26, 156, 402]. Традиційно для оцінки антропогенної трансформації флори оцінюють співвідношення видів на основі кожної із зазначених систем класифікацій [21–23, 411]. Важливим індикатором антропогенного впливу є частка однорічників (англ. *annuality*) [229, 310], яка з посиленням антропогенного навантаження суттєво зростає. Цей показник близький до індексу терофітизації [5, 91, 159], оскільки більшість однорічників є терофітами.

Крім змін на рівні флористичного складу, необхідно враховувати ще зміни структури біоценозів та екологічних режимів. Розрізняють 5 груп ознак відповідно до тих функціональних елементів екосистеми, яких вони стосуються [92]:

- 1 показники стану деревного ярусу;
- 2 показники підросту та підліску (щільність підросту, шт./га; видова різноманітність (багатство); сухостій у відсотках);
- 3 показники надгрунтового покриву (п.п. мохів; п.п. злаків; вигоптаність площі у відсотках);
- 4 показники рослинного компоненту в цілому (ступінь синантропізації; ступінь адвентивізації; ступінь терофітизації);

- 5 показники ґрунтів (зменшення потужності ґрунтового профілю; площа ерозійних форм рельєфу; площа нашарувань техногенних субстратів; зменшення гумусності верхнього шару ґрунтів).

У випадку застосування біоіндикаційного підходу необхідно враховувати різну стійкість окремих компонентів біогеоценозів. Деревний ярус руйнується доволі пізно. Ґрунти теж доволі інертний компонент, а помітні ознаки ерозії спостерігаються лише на ділянках, де рослинний покрив повністю знищений. Дуже чутливими до рекреаційного навантаження є нижні яруси – трав'яний і мохово-лишайниковий. Важливість залучення їх до діагностики пояснюється можливістю критичний рівень антропогенного навантаження до того, як екосистема втратить здатність до саморегуляції та відновлення.

М. Hill [310] зазначає наступний перелік показників і індикаторів антропогенних змін рослинності:

- гемеробія (англ. hemeroby) [229, 321, 336, 340];
- урбанітет (англ. urbanity) [285];
- рудеральність (англ. ruderality) [300];
- частка однорічників (англ. annuality) у видовому складі [229];
- чужинність (англ. xenicity) – частка чужинних видів у видовому складі.

Зазначені ознаки виміряні у різних шкалах. Гемеробія, урбанітет та індекс природності – це шкали порядку, тому їх розрахунок може спиратися на принципи фітоіндикації. Інші показники (рудеральність, стрес-толерантність, частка однорічників і чужинність) є номінальними, тому для них підходять методи, які традиційно використовуються у флористиці – спектри, підрахунки частот і співвідношень видів.

Для оцінки антропогенної трансформації рослинності перспективним є застосування методики Браун-Бланке [238]. Це було показано, зокрема, роботами геоботаніків уфимської школи [139, 218]. Напрямки антропогенної трансформації можна характеризувати класами (або іншими

синтаксономічними одиницями) рослинності. Останні можна трактувати як окремі вектори (напрямки) антропогенно-керованих змін. Розрахунки індексів синантропізації стають ґрунтовнішими, якщо в основу класифікації синантропних видів покласти систему категорій (класів) системи Браун-Бланке.

5.2 Загальні закономірності і стадії антропогенної трансформації на прикладі лісової рослинності

Питанню класифікації стадій дигресії лісових ценозів значну увагу приділяють у лісовій рекреалогії. Зазвичай виділяють 4-5 стадій у залежності від відсотку витопаної площі, фрагментації стежками, стану підросту і трав'яного покриву та ін. [107, 111].

Наші дослідження також підтверджують існування чотирьох стадій, які мають чіткі флористичні і структурні ознаки. Нижче ми наводимо дві класифікації стадій антропогенної трансформації лісових ценозів – функціональну та еколого-флористичну. Перша, хоча в основному і базується на ознаках флори і рослинності, але стосується змін у функціонуванні лісової екосистеми в цілому. Ця класифікація розроблена нами в основному за даними маршрутних спостережень і враховує комплекс ознак. Класифікація стадій антропогенної трансформації на основі флористичних ознак розроблена як результат еколого-флористичної класифікації лісової рослинності м. Київ набору даних НД2 (табл. А.1).

Нижче зазначено стадії та ключові ознаки функціональної класифікації:

- *квазикорінний стан* – непорушений шар лісового опаду, виразне переважання лісових (індигенних) видів; частка синантропних видів не більше 10%; адвентивні види відсутні; вертикальна і горизонтальна структура фітоценозів відповідає природному (клімаксовому) стану;
- *стадія зсуву або збурення* – збереженість переважної частини природних видів на фоні збільшення частки синантропних видів, переважно

терофітів, за рахунок чого видове багатство ценозів може навіть дещо зростати у порівнянні з клімаксовими угрупованнями;

- *стадія декомпенсації* – випадіння природних, переважання синантропних, впровадження адвентивних видів; ознаки ерозії ґрунтів; видова різноманітність істотно знижується; з'являються паттерни, які не пов'язані із рельєфом та ґрунтами, а помічають місця інтенсивнішого антропогенного впливу – смуги витоптування, куртини лісових рослин, білястовбурові кільця і т.п.;
- *стадія невідновлення* – "парковий" деревостан; задерніння ґрунту; панування синантропних і адвентивних видів; угруповання бідні, монотипні, лісові види складають менше 10%.

Діагностика стадій у польових умовах ускладнюється через феномен гетерохронності – нерівномірний, хвильовий характер змін у окремих компонентах біогеоценозу. Пояснюється це тим, що різні компоненти біогеоценозу володіють неоднаковою стійкістю і мають різну швидкість трансформації. Тому зазвичай у польових умовах спостерігається поєднання ознак різних стадій у межах однієї ділянки.

На наш погляд, для об'єктивізації діагностики стадій і ступеня антропогенної трансформації рослинності слід ставити акцент не тільки (і не стільки) на розширенні переліку ознак, які важко піддаються вимірюванню у польових умовах, а на врахуванні повного флористичного складу рослинних угруповань. У цій інформації "закодовано" історію їх змін від початку антропогенного впливу. Часові (сукцесійні) і просторові серії найчастіше повторюють одна одну, тому видовий склад контактних угруповань теж є важливим і містить підказки про те, які зміни відбувалися у рослинності у минулому.

Нижче подано класифікацію стадій антропогенної трансформації на прикладі широколистяних лісів на основі флористичних ознак (рис. 5.1).

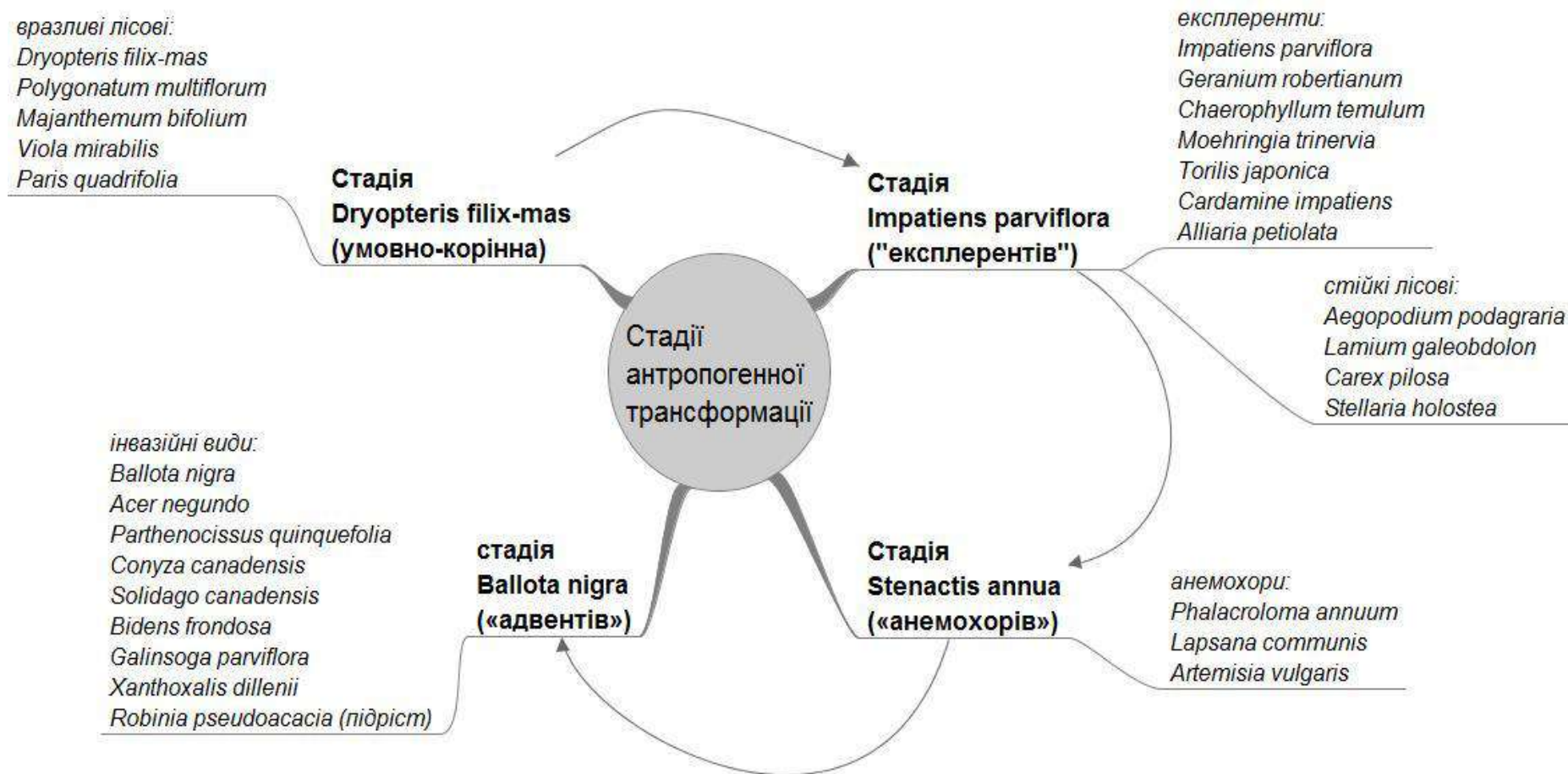


Рисунок 5.1. Стадії антропогенної трансформації широколистяних лісів та їх діагностичні види

1. *Dryopteris*-стадія (стадія геофітів) – характерним є трапляння вразливих лісових видів, більшість яких є представниками життєвої форми геофітів (криптофітів) (*Polygonatum multiflorum*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, *Scilla siberica* та ін.);
2. *Impatiens*-стадія (стадія експлерентів) – характеризується збільшенням рясності експлерентів (*Impatiens parviflora*, *Geranium robertianum*, *Chaerophyllum temulum* та ін.). Цю стадію можна розділити:
 - 2а – переважають види першої стадії,
 - 2б – переважають види другої стадії;
3. *Stenactis*-стадія (стадія анемохорів) – характеризується появою у трав'яному ярусі видів з нетиповим для лісу способом поширення діаспор (або запилення), а саме анемохорів (*Stenactis annua*, *Artemisia vulgaris*), епізоохорів (*Galium aparine*, *Torilis japonica*) та ін. Серед природних видів зберігаються переважно стійкіші, найчастіше домінанти трав'яного ярусу широколистяних лісів (*Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea* і т.д.).
 - 3а – зміни не спостерігаються у деревостані, він має природний склад і структуру, здебільшого двохярусний;
 - 3б – зміни стосуються усіх ярусів.
4. *Ballota*-стадія (стадія адвентів) – характеризується впровадженням адвентивних (*Parthenocissus quinquefolia*, *Conyza canadensis*, *Solidago canadensis*, *Bidens frondosa*, *Galinsoga parviflora*, *Acer negundo*) і переважанням синантропних нелісових видів (*Artemisia* sp., *Arctium* sp., *Tussilago farfara*, *Rumex obtusifolius*), а також змінами на рівні структури угруповань (екологічної, фітосоціологічної і т.п.) – зростає частка лучних і узлісних видів і т.п.

У процесі антропогенної трансформації рослинності зміни флористичного складу, структури угруповань і екологічних режимів відбуваються спряжено [56]. Зазвичай це приймається аксіоматично. У табл. 5.1 ми подаємо характеристику чотирьох стадій, яка підтверджує

сказане, за сукупністю показників, включаючи видове багатство угруповань, зімкнутість різних ярусів, співвідношення видів різних еколого-ценотичних груп, дані фітоіндикаційної оцінки описів рослинності, які відповідають різним стадіям антропогенної трансформації [35, 78, 83].

Таблиця 5.1

Показники видового багатства, ярусної, еколого-ценотичної структури угруповань, екологічних режимів на різних стадіях антропогенної трансформації широколистяних лісів м. Київ та околиць

Стадія	S (max)	Ярусні, еколого-ценотичні показники		Фітоіндикаційні показники з найбільшою амплітудою змін			
		ДЧТ	ЕЦС	Hd	Rc	Nt	Lc
1	28	73 / 15 / 77	73 / 6 / 16 / 4	12.04±0.08	7.98±0.05	6.9±0.09	4.55±0.12
2	26	61 / 11 / 80	69 / 7 / 21 / 3	11.82±0.12	7.98±0.17	6.72±0.35	5.05±0.23
3	32	61 / 19 / 82	56 / 13 / 27 / 4	12.05±0.11	8.05±0.04	7.18±0.04	5.44±0.18
4	37	26 / 16 / 96	31 / 23 / 38 / 7	11.91±0.19	8.01±0.14	7.00±0.26	6.4±0.14

Умовні позначення: S (max) – максимальне значення кількості видів на ділянку / опис; ДЧТ – середня зімкнутість (у відсотках) ярусів дерев / чагарників / трав, ЕЦС – співвідношення еколого-ценотичних груп лісових / лучних / синантропних / узлісних видів у видовому складі синтаксонів. *Фітоіндикаційні показники:* Hd – вологість, Rc – кислотність, Nt – азот ґрунтів, Lc – світловий режим. Наведені довірчі інтервали середнього при рівні значимості $p = 0.05$

За результатами проведеного аналізу стадій антропогенної трансформації на прикладі широколистяних лісів можна зазначити наступні закономірності.

1. Зміни видового багатства угруповань.

Слід зазначити, що слабкий та сильний антропогенний вплив, ймовірно, по-різному впливають на альфа-різноманіття. Слабкий антропогенний вплив, не знищуючи основної частини природних видів, корелює із зростанням кількості антропофітів. Тому, альфа-різноманіття на початкових стадіях трансформації може навіть дещо зростати. Але

подальший вплив призводить до випадіння природних видів, тому видове багатство зменшується.

2. Збільшення однорідності рослинного покриву.

Якщо у природній, непорушеній рослинності неоднорідні топографічні / едафічні умови призводять до диференціації, то антропогенний вплив, навпаки, нівелює усі відмінності. Його "нівелюючий" вплив пояснюється тим, що антропофіти здебільшого мають широкі екологічні амплітуди. Зростання їх частки в угрупованнях призводить до зростання середньої подібності описів, зменшення синтаксономічної різноманітності і збільшення гомотонності рослинності.

3. Збільшення частки експлерентів.

Рослини з довгим життєвим циклом характерні для клімаксових або квазістабільних угруповань. Навпаки, однорічники з їх високою насінною продуктивністю більш пристосовані до порушень у біоценозах, інтенсивність яких зазвичай перевищує можливості адаптації рослин стрес-толерантної стратегії. Види-експлеренти (*Impatiens parviflora*, *Alliaria petiolata*, *Moehringia trinervia*, *Geranium robertianum*, *Cardamine impatiens*, *Lapsana communis*, *Chaerophyllum temulum*, *Torilis japonica*) є надійними індикаторами антропогенного впливу, навіть на початкових стадіях змін.

4. Зменшення частки природних видів.

Зменшення частки природних видів відбувається одночасно із зміною їх кількісних співвідношень. Це пояснюється неоднаковою стійкістю різних видів до антропогенного фактору. Наприклад, руйнування ярусу дерев характеризує в основному пізні стадії дигресії. Трав'яні види є більш реактивними, а домінанти трав'яного ярусу (*Carex pilosa*, *Stellaria holostea*, *Lamium galeobdolon*) стійкіші.

5. Розповсюдження анемохорних / анемофільних видів у трав'яному ярусі.

Анемохорні та анемофільні види – це переважно види верхніх ярусів лісового фітоценозу, оскільки швидкість вітру під наметом дерев різко

знижується. У нижніх ярусах такі види є виключенням, і зосереджені вони на межі лісу та відкритого простору. Поява рослин з нетиповим способом запилення чи поширення діаспор зазвичай вказує на порушені лісові ділянки (фрагментацію лісу).

6. Збільшення частки чужинних видів.

Розповсюдження адвентивних видів у широколистяних лісах пов'язане майже виключно з людиною. На відміну від місцевих синантропних видів (апофітів), вони з'являються у значній кількості лише на пізніх стадіях трансформації. Більшість адвентивних видів мають північно-американське походження (*Acer negundo*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Conyza canadensis*, *Phalacrologium annuum*, *Xanthoxalis dillenii*, *Robinia pseudoacacia*, *Bidens frondosa*), лише деякі іншого південноамериканського (*Galinsoga parviflora*), центрально-азійського (*Impatiens parviflora*) [156].

7. Збільшення частки рослин-нітрофілів у видовому складі угруповань.

Збільшення частки нітрофілів пов'язане як із надходженням біогенів ззовні внаслідок засмічення, так і відбувається внаслідок змін колообігу речовин [251]. З табл. 5.1 видно, що показник *Nt* збільшується у тому ж напрямку, що і *Lc*. Вологий, тінистий та прохолодний мікроклімат широколистяних лісів сприяє накопиченню органічних сполук, у тому числі зв'язаного азоту. Антропогенний вплив, і пов'язані з ним зміни режимів вологості та освітлення, чинять протилежну дію, вивільняючи азот у мінеральній формі.

8. Зміни вертикальної структури угруповань.

Зміни покриття (зімкнутості) стосуються усіх ярусів (табл. 5.1) – деревного, чагарникового та трав'яного. Зменшення зімкнутості у деревному ярусі (від 73% до 26%) корелятивно пов'язане із зростанням покриття трав'яного ярусу (від 77% до 96%). Збільшення кількості проникаючого світла, що видно по зростаючому показнику *Lc* (табл. 5.1), призводить до збільшення частки лучних і узлісних видів, які швидше ростуть, аніж вузькоспеціалізовані сциофітні лісові види, і тому виграють у боротьбі за

територію і ресурси.

9. Зміни еколого-ценотичної структури угруповань.

На різних стадіях антропогенної трансформації рослинності відбуваються зміни на рівні структури угруповань:

- частка лісових видів зменшується у 2 – 2,5 рази, від 73% до 31% (табл. 5.1);
- частка лучних видів зростає майже у 4 рази, від 6% до 23%;
- частка узлісних видів збільшується у 1,5 – 2 рази, від 4% до 7%.

10. Зміни фітосоціологічної структури угруповань.

Зміни фітосоціологічної структури угруповань проявляються змінами співвідношень видів різних класів рослинності (рис. 5.2). Основні вектори антропогенної трансформації угруповань *Carpino-Fagetea* спрямовані у напрямках трьох класів антропогенної рослинності *Galio-Urticetea*¹, *Artemisietea*, *Robinietea*.

У табл. 5.2 зміни фітосоціологічної структури продемонстровані частками діагностичних видів різних класів рослинності. У лівій частині таблиці – співвідношення видів різних класів без урахування їх трапляння (за списками видів), у правій – з урахуванням трапляння, тобто "зважені" частки. Індекс синантропізації розрахований як співвідношення кількості діагностичних видів природних та синантропних класів рослинності.

Основні зміни фітосоціологічної структури угруповань широколистяних лісів (табл. 5.2) наступні:

- частка видів класу *Carpino-Fagetea* зменшується як за зваженого (від 31% до 13%), так і за незваженого (від 27% до 13%) способу розрахунків. Оскільки останній враховує константність видів, то зменшується не лише загальна кількість лісових видів, а і їх трапляння;

¹ Система класів рослинності у роботі відповідає Musina et. al (2016), проте ми дотримуємося концепції самостійності класу *Galio-Urticetea*, не вважаючи його синонімом *Epilobietea angustifolii*, що є більш традиційним для української синтаксономії, зокрема визнається у останньому виданні продромусу рослинності України [155]

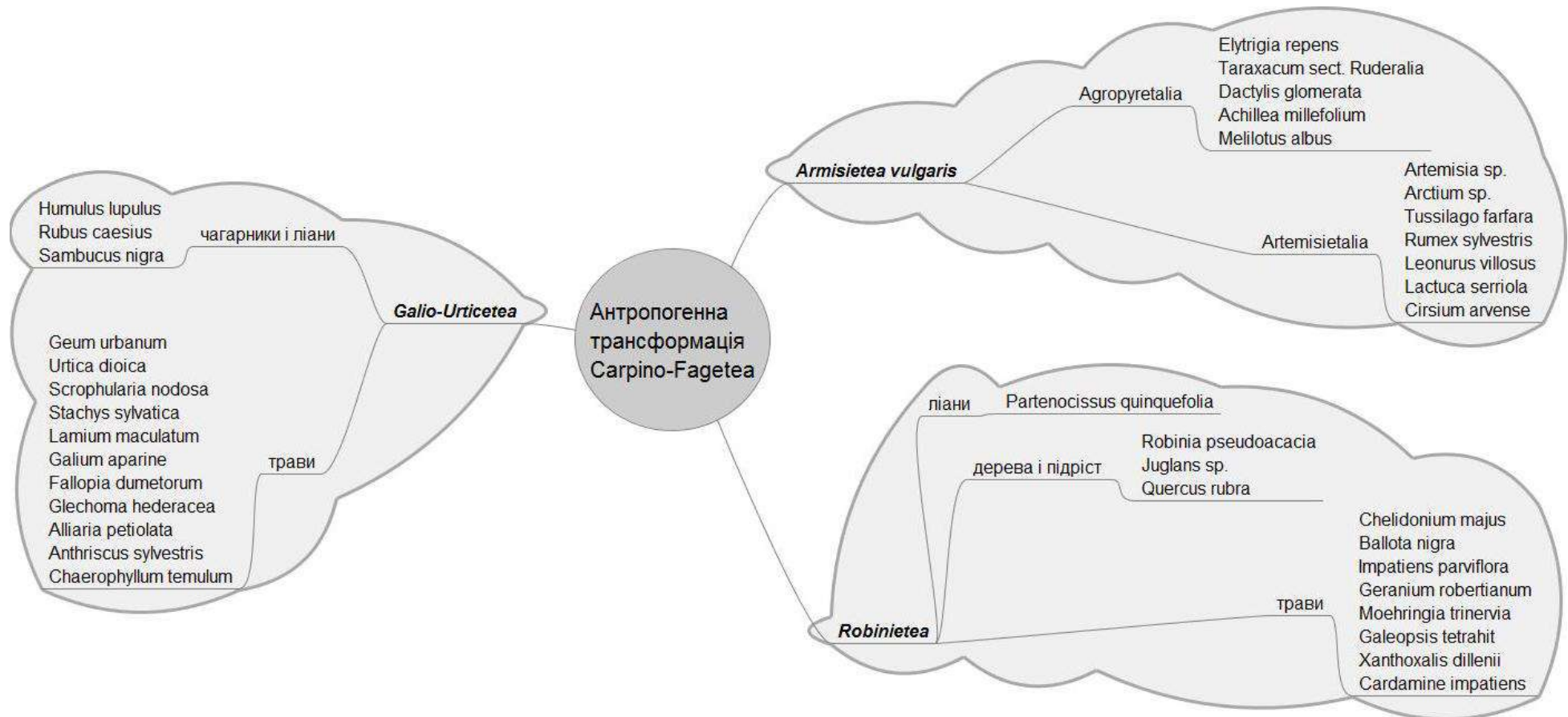


Рисунок 5.2. Класи синантропної рослинності, які вказують на переважні напрямки антропогенної трансформації лісів класу *Carpino-Fagetea*

Таблиця 5.2

Співвідношення діагностичних видів різних класів природної та синантропної рослинності на різних стадіях антропогенної трансформації лісової рослинності

Клас рослинності	ФЦС, незважені частки, %					ФЦС, зважені частки, %				
	1	2	3	4	середнє	1	2	3	4	середнє
<i>Carpino-Fagetea</i>	27	25	19	13	21,0	31	29	21	13	23,5
<i>Alnetea glutinosae</i>	10	8	10	7	8,8	9	10	10	8	9,3
<i>Crataego-Prunetea</i>	7	7	5	3	5,5	8	8	6	3	6,3
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	3	4	5	7	4,8	2	3	4	6	3,8
<i>Trifolio-Geranietea</i>	5	6	4	4	4,8	2	6	3	3	3,5
<i>Galio-Urticetea</i>	15	15	14	15	14,8	16	14	17	15	15,5
<i>Artemisietea vulgaris</i>	5	7	8	9	7,3	5	7	8	10	7,5
<i>Epilobietea</i>	7	6	6	6	6,3	7	7	7	6	6,8
<i>Chenopodietea</i>	3	4	6	9	5,5	3	2	6	10	5,3
<i>Robinietea</i>	4	5	4	3	4,0	5	4	6	4	5,3
Інші синантропні класи	3	1	5	8	4,3	1	1	4	9	3,8
Інші природні	11	12	14	16	13,8	11	9	8	13	10,5
Загалом										
Класи синантропної рослинності	37	38	43	49		37	37	48	54	
Класи природної рослинності	63	62	57	51		63	63	52	46	

- зменшується різниця часток видів першого та другого класів ФЦС, що означає поступове заміщення типових (центральных) угруповань перехідними (екотонними);
- співвідношення кількості видів класів синантропної і природної рослинності (останні два рядки в табл. 5.2) змінюється – від 37 / 63% до 49 / 51%;
- серед синантропних класів частка видів *Galio-Urticetea* є найбільшою і відносно мало змінюється (фонові види) на різних стадіях трансформації (від 14% до 17%).

5.3 Використання екологічних шкал гемеробії для оцінки антропогенної трансформації рослинності

У цьому розділі ми розглянемо можливості оцінки антропогенної

трансформації рослинності на основі методики фітоіндикації [14, 94, 95, 138, 161, 188, 206, 207, 270, 278, 279]. Використання цього підходу дозволяє забезпечити моніторинг на значних територіях при відносно невеликих затратах [76]. Ключовими поняттями у фітоіндикації є чутливість і специфічність [94]. *Чутливість* – це здатність реагувати на фактори незначної інтенсивності впливу. *Специфічність* – це вибіркова чутливість, висока до одного фактору та низька до іншого.

Методика фітоіндикації є однією з найбільш перспективних для оцінки антропогенної трансформації рослинності. Це пояснюється тим, що у фітоіндикації враховується повний флористичний склад угруповань, а не лише окремі групи (адвентивні, синантропні види і т.д.). Але традиційно у фітоіндикації оцінюються природні фактори. Разом з тим, багато випадків, коли антропогенний фактор є провідним – і він не потрапляє до факторів, що враховуються. Для цього необхідні екологічні шкали, які задовольняють двом умовам: характеризують пристосувальні можливості рослин щодо антропогенного фактору (у різних його проявах) та можуть бути переведені у числову порядкову шкалу для розрахунку середнього.

Концепція гемеробії (англ. hemeroby) бере початок у 50-х роках минулого сторіччя [321] і отримала подальший розвиток [229, 336, 337, 413]. Гемеробія (антропотолерантність) – це властивість комплексна. Здатність виду пристосовуватися і існувати у антропогенно-змінених біотопах залежить від багатьох факторів – особливостей біоморфи, фізіології фотосинтезу, пристосувальної пластичності, насінної продуктивності і т.д. У відношенні угруповань використовують термін "гемеробіальність" [152, 153]. Індекс гемеробіальності [151] враховує частку гемеробних видів у видовому складі фітоценозу:

$$I_{gem} = \sum K \times D_{gem} \quad (5.1)$$

де I_{gem} – індекс гемеробіальності, K – коефіцієнт (бал) гемеробії видів, D_{gem} – частка видів кожного класу гемеробії.

Близьким до гемеробії, але протилежним за напрямком, є індекс природності (англ. naturalness value, Nv) [232]. А. Борхіді наводить бальні оцінки за цим показником для 2,5 тис. видів Угорщини. На разі, індекс природності – це показник, у який було закладено автором дві класифікації – життєвих стратегій (SBT-класифікація, англ. social behavior type) та рідкості (англ. rarity value) [232].

Нами був проведений порівняльний аналіз основних шкал, що стосуються антропогенного фактору (у різних його проявах) – гемеробії і урбанітету [285] та індексу природності [232]. Метою аналізу була порівняльна оцінка зазначених шкал, а також оцінка можливості їх застосування на території України, оскільки усі вони розроблялися для західних регіонів Центральної Європи.

У табл. 5.3 наведені наступні показники шкал: медіани, діапазон значень, інформаційні індекси Шенона [404] і Пілу [380], кількість видів присутніх у шкалах і у флорі України [366].

Таблиця 5.3

Порівняльний аналіз екологічних шкал відношення видів до антропогенного фактору – гемеробії [285], урбанітету [285] та природності [232]

Шкала	Мін. бал	Макс. бал	Середній бал	Медіана шкали	Заг. кількість видів	У тому числі в Україні	Shaenon's H-index	Pielou's evenness, %
Nv, naturalness	-3 (aggressive aliens)	10 (unique specialist)	3.5	4	2591	2207	3.12	84
Hm, hemeroby	1 (a-hemerob)	7 (meta-hemerob)	4	3	2214	1991	2.62	79
Ur, urbanity	1 (urbano-phob)	5 (urbano-phil)	3	1	2154	1843	1.83	79

За показником "покриття" української флори, шкали відрізняються на 200–350 видів. У відсотках від загальної кількості видів у шкалах, частка

видів, які трапляються в Україні, складає приблизно 85%. Оскільки у описах рослинності трапляється лише незначна частина видів від загального списку, то принципової різниці між шкалами щодо оцінки антропогенної трансформації на рівні окремих описів швидше за все не спостерігатиметься.

Встановлено, що шкали антропогенних факторів у порівнянні із шкалами природних чинників відрізняються значною лівосторонньою асиметрією. Щоб оцінити положення "центру мас" у шкалах відношення рослин до антропогенного фактору, ми розраховували медіану кожної шкали з урахуванням балів усіх наявних видів. Одержане значення порівнювалося відносно "центру мас" шкали, тобто напівсуми мінімального та максимального балів. Найбільша асиметрія у шкали урбанітету, де медіана і мінімальне значення співпадають (табл. 5.3). Враховуючи, що у фітоіндикації розраховується середнє бальних оцінок видів, це є небажаним.

Важливою характеристикою екологічних шкал є кількість градацій (категорій) шкали. При цьому важливим є не кількість балів (*прим.* – у Л.Г. Раменського максимальний бал шкали вологості сягав 120), а кількість градацій (ступінь детальності) шкали. Так, шкала природності має 13 градацій, а урбанітету – лише 5. Тому, з математичної точки зору використання першої має більший потенціал для передачі відмінностей між синтаксонами.

Але навіть при значній кількості градацій, інформативність шкали визначається рівномірністю розподілу видів між окремими градаціями (класами). Якщо переважна кількість видів зосереджена в небагатьох класах, загальна інформативність шкали втрачається. Для оцінки ступеня "вирівняності" шкал ми використали відомі індекси Шенона [404] та Пілу [380]. Як бачимо з табл. 5.3, шкала N_v дійсно виграє у інших, бо має вищі значення обох індексів ($H = 3.12$, $P = 84\%$).

Оцінка кореляції шкал відношення до антропогенного фактору, представлених у табл. 5.3 – гемеробії, урбанітету та природності, вказує на рівень кореляції, вищий за середній, у межах 0.6 – 0.7, у різних парах

факторів. Це пояснюється тим, що реакція рослин на антропогенний чинник мало залежить від виду антропогенного впливу. У масштабах еволюційного часу антропогенний чинник має дуже коротку історію. Тому адаптації щодо нього неспецифічні і відповідають поняттю "преадаптації", тобто не пристосуванню у дарвінівському розумінні, а використанню наявних у того чи іншого виду адаптаційних можливостей, які виявилися "корисними" у нових умовах інтенсивного антропогенного впливу.

Якщо оцінити за шкалою гемеробії ступінь антропогенної трансформації угруповань широколистяних лісів різних стадій (рис. 5.1), то спостерігається монотонний екологічний ряд: $Hm_1 < Hm_2 < Hm_3 < Hm_4$ (рис. 5.3). Аналогічні ряди спостерігаються для показників Ur та Nv , що пояснюється кореляціями між ними. Пунктирні лінії на рисунку відповідають балам 3, 4 та 5 шкали гемеробії (мезогемероби, бета-, альфа-еугемероби). Як бачимо, у видовому складі досліджених угруповань широколистяних лісів переважають мезогемеробні види, тоді як основна частина видів на четвертій стадії – це альфа-еугемероби [285].

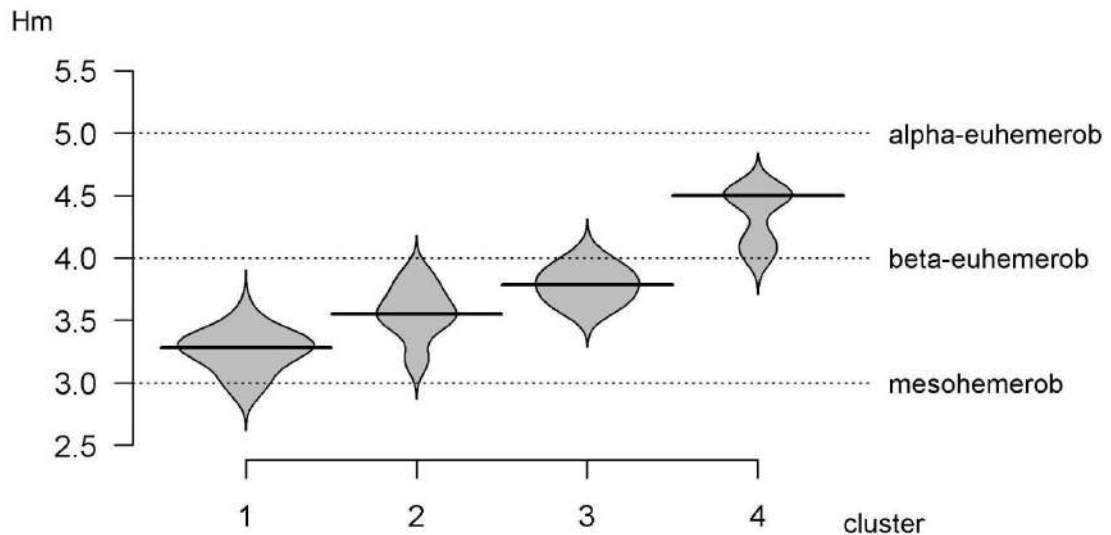


Рисунок 5.3. Розподіл значень гемеробії (Hm) на різних стадіях антропогенної трансформації в угрупованнях широколистяних лісів м. Київ та околиць

5.4 Оцінка антропогенної трансформації рослинності за співвідношеннями видів різних екологічних стратегій і біоморф

Екологічні стратегії – це сукупність пристосувань, що забезпечують можливість співіснувати з іншими видами, підтримувати чисельність і займати певну екологічну нішу [158]. На заході популярними є системи стратегій Піанки-Уїттекера [203, 379] та Дж. Грайма, яка відома як трикутник Грайма або CSR-стратегій [300]. Детальний аналіз різних систем класифікації екологічних стратегій зроблений Ю.А. Злобіним [104, 105].

У табл. 5.4 наведені спектри (співвідношення) видів різних екологічних стратегій у синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць на різних стадіях антропогенної трансформації. Наводяться незважені та зважені частки видів різних стратегій. У першому випадку значення трапляння не враховувалися. У другому випадку, при розрахунках зважених часток, для кожного виду бралися значення трапляння переведені у частки одиниці. Види, які мають перехідний тип життєвої стратегії, наприклад, CS- або SR-види, зараховувалися до кожної з базових стратегій C, S, R.

Для оцінки антропогенної трансформації нами пропонується використовувати нормовані співвідношення кількості видів різних екологічних стратегій: стрес-толеранти / рудерали (ISR) і конкуренти / рудерали (ICR), значення яких лежать у діапазоні [-1;+1]:

$$ISR = (S - R) / (S + R) \quad (5.2)$$

$$ICR = (C - R) / (C + R) \quad (5.3)$$

де *ISR* – співвідношення кількості видів (S-) стрес-толерантної та (R-) рудеральної стратегії; *ICR* – співвідношення конкурентної (C-видів) та рудеральної (R-видів) стратегії.

Нормовані показники забезпечують порівнюваність оцінок між синтаксонами з різною загальною кількістю видів.

Таблиця 5.4

Співвідношення видів різних екологічних стратегій у видовому складі синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць на різних стадіях антропогенної трансформації

Кількість/ Частки	Тип стратегії	Незважені частки				Зважені частки			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Частки, %	C	44	42	43	42	45	37	49	50
	S	35	32	32	30	33	25	32	32
	R	21	26	25	28	22	21	29	35
індекс, ISR		0,23	0,12	0,13	0,02	0,20	0,10	0,04	-0,05
індекс, ICR		0,34	0,24	0,26	0,19	0,34	0,28	0,25	0,18

Як бачимо з табл. 5.4, у напрямку збільшення ступеня антропогенної трансформації частка конкурентних (С-видів) мало змінюється (42 – 44%), частка стрес-толерантних (S-видів) дещо зменшується від 35% до 30%, а частка R-видів збільшується від 21% до 28%. Зважені частки змінюються аналогічним чином. Це свідчить про те, що зміни співвідношень видів різних екологічних стратегій стосуються видів різного трапляння, низького і високого.

Із збільшенням антропогенного навантаження ISR-індекс зменшується і стає від'ємним на четвертій стадії трансформації з переважанням видів R-стратегії (0,20, 0,10, 0,04, -0,05). У ICR-індексу зменшення значень теж спостерігається, але швидкість зміни цього показника є меншою. Це пояснюється більшою стійкістю С-видів у порівнянні з S-видами, оскільки у обох індексів (5.2 – 5.3) частка R-видів враховується однаковим чином. Базисний приріст показника ISR складає $\Delta ISR = (ISR_4 - ISR_1) / ISR_4 = (0,02 - 0,23) / 0,02 = -0,9$, а відносний приріст на кожному етапі (стадії) $\partial ISR = ((ISR_2 - ISR_1) / ISR_1 + (ISR_3 - ISR_2) / ISR_2 + \dots) / 3 = -0,41$. Аналогічні базисний приріст і середня швидкість росту для ICR складають $\Delta ICR = -0,43$ та $\partial ICR = -0,16$. Як бачимо, вони є меншими за аналогічні значення для показника ISR ($\Delta ISR < \Delta ICR$ і $\partial ISR < \partial ICR$). Це підтверджує сказане вище про різну швидкість зміни співвідношень *ISR* та *ICR*. У природних

угруповань їх значення додатні, бо видів, що реалізують рудеральний тип стратегії, у них мало. Отже, співвідношення видів різних екологічних стратегій змінюється наступним чином:

- за слабкого і помірного антропогенного впливу частка С-видів і індекс ICR мало змінюються. Це пояснюється тим, що С-види як правило стійкі;
- частка S-видів різко зменшується від самого початку антропогенного впливу, тому індекс ISR прямує до нуля швидше, ніж індекс ICR. Тому швидкість зміни показників ISR та ICR є різною;
- § індекс ISR більш чутливий у разі початкових стадій антропогенних сукцесій, а значні зміни ICR вказують на глибокий ступінь антропогенної трансформації.

По аналогії із системою екологічних стратегій, для оцінки ступеня змін біоморфологічної структури ми пропонуємо використовувати співвідношення геофіти/терофіти:

$$ITG = (G - T) / (G + T) \quad (5.4)$$

У табл. 5.5 показано зміни біоморфологічної структури синтаксонів лісової рослинності на різних стадіях антропогенної трансформації.

Таблиця 5.5

Співвідношення видів різних життєвих форм К. Раункієра на різних стадіях антропогенної трансформації лісової рослинності м. Київ та околиць

Життєва форма	Частки видів, % різних життєвих форм			
	1	2	3	4
фанерофіти	18	15	17	12
нанофанерофіти	6	3	7	3
хамефіти	4	3	7	6
гемікриптофіти	45	52	48	51
геофіти (криптофіти)	17	16	8	6
терофіти	7	10	13	16
<i>індекс IGT</i>	<i>0.42</i>	<i>0.23</i>	<i>-0.23</i>	<i>-0.45</i>

У природних угруповань показник *ITG* є додатнім, у сильно трансформованих – від'ємним.

Як бачимо з табл. 5.5, найбільш суттєво змінюються внаслідок антропогенної трансформації частки терофітів і геофітів (позначені жирним шрифтом) – відбувається зростання частки терофітів (від 7% до 16%) і зменшення частки геофітів (від 17% до 6%).

У табл. 5.6 показано зміни біоморфологічної структури угруповань лісової рослинності м. Київ та околиць на основі системи І.Г. Серебрякова [183].

Таблиця 5.6

Спектри життєвих форм за системою І.Г. Серебрякова на різних стадіях антропогенної трансформації лісової рослинності м. Київ та околиць

Показник	Життєва форма	1	2	3	4
Частки, %	однорічники	6	5	7	9
	одно-дворічники	6	11	12	12
	трав'яні багаторічники	57	61	53	58
	кущі + кущики	9	7	10	8
	дерева	22	16	18	13
Сума, %		100	100	100	100
Абс. кількість	монокарпіки	10	9	13	16
	полікарпіки	71	47	54	58
Сума		81	56	67	74

Отже, антропогенний вплив спричиняє зміни структури угруповань на рівні співвідношень рослин різних екологічних стратегій і життєвих форм. Тому використання цих співвідношень у якості індикаторів для оцінки антропогенного навантаження є інформативним. Комплексний підхід на основі оцінки усіх індексів (*IGT*, *ICR*, *ISR*) є найбільш надійним, враховуючи неоднакову стійкість рослин різних екологічних стратегій і життєвих форм до антропогенного фактору.

5.5 Порівняльна оцінка ступеня антропогенної трансформації синтаксонів різних класів лісової рослинності

У табл. 5.7 наведені оцінки антропогенної трансформації синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць за індексами синантропізації (ISyn) і адвентизації (IAd), гемеробії (Hm) і природності (Nv). Індекси адвентизації / синантропізації розраховані як частки адвентивних / синантропних видів серед 30-ти видів найвищого трапляння у кожному синтаксоні з метою оцінити ступінь впровадження антропофітів в угруповання. Показники Hm і Nv приведено до 100-бальної шкали для порівнюваності значень між ними.

Таблиця 5.7

Оцінка ступеня антропогенної трансформації синтаксонів різних класів лісової рослинності м. Київ та околиць

Синтаксон	Клас	IAd	ISyn	Hm	Nv	Nv/Hm
1	PUR	14.30	37.10	40.20	41.70	0.02
2	ROB	16.70	53.50	38.00	36.10	-0.03
3	ROB	27.10	54.30	40.30	31.90	-0.12
4	ROB	28.40	68.20	43.70	35.90	-0.10
5	ROB	21.60	64.90	38.70	35.40	-0.04
6	FAG	4.50	26.80	29.90	50.10	0.25
7	FAG	3.50	27.70	30.30	50.70	0.25
8	FAG	6.30	28.50	31.60	46.80	0.19
9	FAG	4.90	34.50	30.10	50.00	0.25
10	FAG	9.80	24.50	29.30	51.20	0.27
11	FAG	9.40	24.90	33.50	50.60	0.20
12	FAG	19.70	45.90	36.70	40.10	0.04
13	QUE	17.50	42.10	35.20	43.10	0.10
14	QUE	16.50	42.90	35.70	44.00	0.10
15	QUE	18.60	43.50	34.70	42.50	0.10
16	QUE	16.10	36.30	38.50	41.50	0.04
17	PIC	8.70	34.70	34.80	47.90	0.16
18	PUB	6.00	38.70	38.30	50.10	0.13

Позначення синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі лісової рослинності м. Київ та околиць, наведеній у розділі 10.1. Позначення класів рослинності відповідають EVC [368]

Частка адвентивних видів (IAd) у видовому складі синтаксонів лісової рослинності НД2 коливається у межах від 3.5% до 28.4%, і є найвищою у

асоціації *Balloto nigrae-Robinetum*. Частка синантропних видів більша, і коливається від 24.5% до 68.2%. Це пояснюється тим, що серед синантропних видів є місцеві види (апофіти). Співвідношення синантропні/адвентивні види у досліджених синтаксонів приблизно становить 3:1. Як видно з діаграм у колонках IAd і ISyn (табл. 5.7), ці показники корелюють, оскільки залежать від одного фактору – рівня антропогенного навантаження. Гемеробія, частки адвентивних та синантропних видів найменші в угрупованнях класу *Carpino-Fagetea* (кластери 6 – 11), за виключенням перехідного синтаксону (12) *com. Acer platanoides+Lapsana communis*. Це свідчить про те, що угруповання широколистяних лісів збереглися порівняно краще, аніж інших типів лісової рослинності. Показник природності їх видового складу (Nv) також більший. Невисокою є частка адвентивних видів в угрупованнях сухих соснових лісів *Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris* і ксеромезофітних дубово-соснових *Polygonato odorati-Quercetum roboris* – 8.7% і 6% відповідно, а частки синантропних видів у цих синтаксонів – 34.7% і 38.7%. Значною мірою трансформованими, особливо за показниками адвентивних видів (14.3%) і гемеробії (40.2%), є угруповання асоціації *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae* (табл. 5.7). Доволі значною (16.1–17.6%) частка адвентивних видів виявилася у синтаксонів мішаних лісів (13–16) *Quercetea robori-petraeae*. Отже, у порівнянні з широколистяними лісами, угруповання мішаних лісів виявилися більш відкритими до проникнення адвентивних видів. А якщо врахувати, що зазначені частки стосуються співвідношень серед 30-ти видів найбільшого трапляння, то значним є також ступінь їх впровадження (натуралізації) в угрупованнях. За показником природності Nv ксеромезофітні дубово-соснові ліси (синтаксон 18) наближаються до широколистяних (синтаксони 6–11). Втім, абсолютне значення показника Nv приблизно у 50 балів (табл. 5.7) швидше є середнім, аніж високим, і близьке до середини 100-бальної шкали. Тобто правильніше угруповання називати напівприродними.

Проведений аналіз показав, що більш ефективною є оцінка антропогенної трансформації на основі співвідношення природності / гемеробіальності, індекс "природності-гемеробіальності", або INH:

$$\text{INH} = (\text{Nv} - \text{Hm}) / (\text{Nv} + \text{Hm}) \quad (5.5)$$

По-перше, у шкалі Nv краще представлені види природної флори, що видно з її асиметрії і різниці показника медіани шкали і центру шкали (табл. 5.3). Навпаки, у шкалі гемеробії представленість синантропних видів вища. Тому врахування обох показників природності і гемеробії збільшує роздільну здатність загальної оцінки. По-друге, у випадку поєднання в угрупованнях природних і синантропних видів, а це більшість реальних ситуацій у сучасній рослинності, індекс INH має можливість розрізняти це від випадків переважання видів лише однієї групи.

5.6 Анотація розділу

За результатами досліджень широколистяних лісів м. Київ та околиць запропоновано розрізняти 4 стадії антропогенної трансформації: умовно-корінну (геофітів), експлерентів, анемохорів та адвентів.

Основними проявами (індикаторами) антропогенної трансформації є збіднення флористичного складу угруповань; збільшення однорідності рослинності, середньої подібності описів рослинності і частки перехідних угруповань; збільшення частки терофітів, адвентів, рудералів, а також нітрофілів; зниження життєвості природних видів; експансія видів з нетиповим для трав'яного ярусу способом поширення діаспор (зоохори, анемохори, автомеханохори), зростання часток видів лучного і узлісного ценоелементів, зміни вертикальної структури угруповань – загушення ярусу чагарників і розрідження деревного ярусу, контагіозний характер розміщення лісових рослин.

Зміни флористичного складу, структури угруповань і екологічних режимів відбуваються спряжено. Із зростанням рівня антропогенного навантаження встановлено зменшення показників вологості і кислотності та

збільшення показників світлового режиму і азоту.

Внаслідок антропогенної трансформації у фітосоціологічній структурі синтаксонів широколистяних лісів спостерігається зростання часток видів класів *Artemisietea* (від 5 до 9%), *Robinietaea* (від 4 до 6%), *Galio-Urticetea* (від 14 до 17%).

Проведений аналіз шкал відношення рослин до антропогенного фактору (гемеробії, природності, урбанітету) показав, що вони характеризуються приблизно однаковою представленістю видів української флори, але суттєво різняться за інформаційними індексами Шенона і Пілу. Пріоритетною для використання у методиці фітоіндикації виявилася шкала природності, яка має і більшу кількість градацій і більш вирівняний розподіл.

Аналіз співвідношень рослин різних життєвих форм і екологічних стратегій показав, що найбільш ефективними у відношенні оцінки антропогенної трансформації рослинності є наступні показники: 1) геофіти / терофіти (IGT); 2) стрес-толеранти / рудерали (ISR); 3) конкуренти / рудерали (ICR). За рахунок нормування (діапазон значень у індексів ISR, ICR, IGT від -1 до +1) забезпечується порівнюваність між синтаксонами з різною загальною кількістю видів.

Частка адвентивних видів (IAd) у видовому складі синтаксонів різних класів лісової рослинності м. Київ коливається у широких межах, від 3.5% до 28.4%. У широколистяних лісах, які виявилися більш збереженими, діапазон значень є значно меншим від 3.5% до 9.8%. Значною є частка адвентивних видів (16.1–17.6%) у синтаксонах мішаних лісів. Досить значною є частка адвентивних у синтаксонів заплавної лісів (14.3%). Це пояснюється зокрема тим, що водотоки – один із шляхів міграції адвентивних видів, а легкі і рухливі піщані ґрунти заплави сприяють їх закріпленню в угрупованнях.

РОЗДІЛ 6

ФІТОСОЦІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНОМІЧНОЇ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ РОСЛИННОСТІ

6.1 Сутність і завдання фітосоціологічного аналізу у синтаксономії

Фітосоціологічний аналіз – це метод дослідження структури фітоценозів/синтаксонів, який базується на співвідношеннях у видовому складі діагностичних видів різних класів рослинності. Таке співвідношення одержало назву *фітосоціологічний спектр* (ФЦС). Вперше цей термін з'явився у роботах геоботаніків уфимської школи [31, 130, 134, 137, 139, 218]. Розрахунки спектрів традиційно використовуються при вивченні структури флор [205], а оскільки фітосоціологічний спектр базується на категоріях синтаксономії, то він є прикладом поєднання методів флористики і об'єкту вивчення геоботаніки [57, 80]. Для розрахунків співвідношень діагностичних видів найчастіше беруть рівень класів, але не виключається порівняння на інших рівнях – порядків, союзів і т.п. Вибір класів зумовлений більш чіткою класифікацією видів між класами рослинності.

Метод ФЦС базується на тому, що "чисті" угруповання, флористичний склад яких формують лише види одного класу рослинності, трапляються дуже рідко. Синтаксон – багатопараметрична система [65, 181], а фітосоціологічний спектр – координати у просторі, сформованому вісьма класів Браун-Бланке [66]. Тому усі одиниці рослинності можна трактувати з позицій нечіткої логіки [53]. За відсутності характерних видів як діагностичний критерій можна використовувати "характерну" комбінацію видів різних класів [84]. Перелік провідних класів ФЦС – це своєрідна "формула" синтаксонів [75].

Фітосоціологічний аналіз не обмежений розрахунками співвідношень (спектрів). Додавання фітосоціологічних змінних дозволяє ґрунтовніше інтерпретувати ординаційні моделі. Аналіз взаємного розташування векторів екофакторів та фітосоціологічних змінних у ординаційній площині (рис. 4.2,

4.5, 4.8) несе інформацію про те, з впливом якого фактору пов'язане збільшення або зменшення частки видів певного класу в угрупованнях. Метод ФЦС базується на уніфікованій системі синтаксономічних категорій (класів), тоді як у класифікаціях еколого-ценотичних груп багато розбіжностей у різних авторів. Види яких класів рослинності і у яких співвідношеннях формують видовий склад угруповань і синтаксонів – це є не лише флористичною, а й екологічною характеристикою [44, 84]

Переваги фітосоціологічного аналізу найбільш очевидні у разі дослідження екотонів [84]. На відміну від класичного підходу Браун-Бланке, метод ФЦС не потребує віднесення синтаксону лише до одного класу рослинності. Це зближує його з відомим методом дедуктивної класифікації [332]. Але на відміну від останнього, ФЦС є ближчим до ординації, оскільки базується на співвідношенні видів різних класів, що є ознакою кількісною.

6.2 Аналіз фітосоціологічної структури на прикладах синтаксонів різних класів рослинності

У цьому розділі на прикладах модельних наборів даних НД2, НД3, НД4 (табл. А.1) ми розглянемо переваги, недоліки та інформативність аналізу на основі фітосоціологічних спектрів синтаксонів на прикладі різних класів рослинності.

Техніка розрахунків ФЦС подібна до інших спектрів (життєвих форм, таксономічної структури, екологічних стратегій і т.п.), але потребує врахування множинної класифікації видів. Для одержання часток або відсотків необхідне нормування не загальною кількістю видів, а сумою набраних балів (голосів) за усіма класами, види яких беруть участь у формуванні видового складу того чи іншого синтаксону.

Техніка розрахунків ФЦС була у випадках усіх модельних наборів даних (НД2-НД4) наступною:

- у об'єднаному флористичному списку синтаксонів відмічаються види, що наводяться як діагностичні [368] для різних класів рослинності;

- розраховується кількість видів кожного класу рослинності і переводиться у частки шляхом ділення на суму за всіма класами;
- у кожного синтаксону відбираються по топ-4 (3 – 5) класи із найбільшими частками діагностичних видів і формується загальний перелік класів;
- фітосоціологічні спекти синтаксонів зводяться у "матрицю" фітосоціологічного аналізу для порівняння між синтаксонами і між класами;
- розраховується різниця часток видів двох перших класів у кожного синтаксону як показник його екотонності.

У табл. 6.1 наведено фітосоціологічні спектри, розраховані для синтаксонів набору даних НДЗ (табл. А.1). Пусті клітинки таблиці не означають повної відсутності видів відповідного класу, а вказують на те, що клас не увійшов до переліку 4-х перших класів за кількістю діагностичних видів. У колонці "diff" наведено різницю часток видів першого і другого класу ФЦС.

Таблиця 6.1

**Фітосоціологічні спектри синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів
модельного набору даних НДЗ (табл. А.1)**

синтаксон	diff	GER	FAG	BRA	FES	PUB	MOL
1	0.08	0.25	0.14	0.17	–	–	0.13
2	0.04	0.24	0.28	0.12	0.18	–	–
3	0.08	0.27	0.17	–	0.19	0.15	–
4	0.05	0.21	0.28	0.23	–	0.14	–
5	0.03	0.28	–	0.25	0.13	–	0.13
min	0.03	0.21	0.14	0.12	0.13	0.14	0.13
max	0.08	0.28	0.28	0.25	0.19	0.15	0.13

Позначення синтаксонів: 1 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris*, 2 – *Carici praecocis-Quercetum roboris typicum*, 3 – *Carici praecocis-Quercetum roboris var. Agrostis vinealis*, 4 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris violetosum mirabilis*. 5 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris dianthetosum fisheri* Позначення класів рослинності: GER – *Trifolio-Geranietea*, FAG – *Carpino-Fagetea*, BRA – *Brachypodio-Betuletea*, FES – *Festuco-Brometea*, PUB – *Quercetea pubescentis*, MOL – *Molinio-Arrhenatheretea*

Привертає увагу значна загальна кількість класів, види яких беруть участь у формуванні видового складу угруповань КДЛ, при відносно невеликій кількості синтаксонів – їх співвідношення 6 / 5 (табл. 6.1). Частки видів різних класів відрізняються мало, а максимальне значення різниці *diff* часток першого і другого класу ФЦС не перевищує 0.08.

Особливість фітосоціологічної структури КДЛ – відсутність чіткої маніфестації класу *Quercetea pubescentis* в усіх синтаксонів. У розділі 8 ми проаналізуємо основні відмінності КДЛ Східної Європи більш детально. Основу угруповань формують види *Trifolio-Geranietea*, частка якого коливалася від 0.21 до 0.28, збільшуючись у розріджених деревостанах. Це високий показник, враховуючи, що цей клас вийшов на перше місце у синтаксонів 1, 3, 5. Незважаючи на переважання видів *Trifolio-Geranietea*, угруповання КДЛ не можуть бути віднесені до цього класу, оскільки є лісовими (середня зімкнутість деревного ярусу 0.6), а *Trifolio-Geranietea* є класом трав'яної рослинності.

Наявність у фітосоціологічній структурі відразу трьох класів трав'яної рослинності (*Trifolio-Geranietea*, *Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*) корелює із значним різноманіттям і флористичним багатством угруповань, яке забезпечується в основному видами трав'яного ярусу. Слід відмітити потрапляння до загального переліку класу *Brachypodio-Betuletea*, що корелює із зростанням континентальності клімату у напрямку на схід. Доволі значна частка видів *Carpino-Fagetea* (від 0.14 до 0.28) пояснюється тим, що угруповання КДЛ часто формуються на межі та у контакті з угрупованнями широколистяних лісів. Флористичний склад контактних угруповань суттєво позначається на фітосоціологічній структурі угруповань, внаслідок взаємного проникання видів. Це тим більше вірно, враховуючи екотонний характер видового складу КДЛ.

В табл. 6.2 наведені фітосоціологічні спектри синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць НД2 (табл. А.1). Кількість синтаксонів і ЕФД у цього набору даних, значно більший, аніж у попередньому випадку.

**Фітосоціологічні спектри синтаксонів лісової рослинності м. Київ
та околиць набору даних НД2 (табл. А.1).**

синтаксон	diff	FAG	EPI	POP	ROB	MOL	BRA	QUE	GER
1	0.02	–	0.24	0.26	0.09	0.23	–	–	–
2	0.01	0.13	0.32	0.33	0.15	–	–	–	–
3	0.01	0.10	0.32	0.33	0.25	–	–	–	–
4	0.05	0.17	0.33	0.22	0.28	–	–	–	–
5	0.03	0.18	0.28	0.24	0.31	–	–	–	–
6	0.04	0.32	0.19	0.36	0.10	–	–	–	–
7	0.29	0.52	0.13	0.23	0.07	–	–	–	–
8	0.10	0.38	0.15	0.28	0.10	–	–	–	–
9	0.15	0.43	0.17	0.28	0.13	–	–	–	–
10	0.43	0.65	0.13	0.22	–	–	–	–	–
11	0.31	0.54	0.14	0.23	0.09	–	–	–	–
12	0.05	0.25	0.32	0.27	0.17	–	–	–	–
13	0.02	0.24	0.19	0.22	–	–	0.14	–	–
14	0.01	0.24	0.17	0.25	–	–	0.10	–	–
15	0.02	0.29	0.27	0.27	–	–	0.09	–	–
16	0.04	0.24	0.23	0.28	0.15	–	–	–	–
17	0.03	0.18	0.19	0.17	–	–	–	0.22	–
18	0.05	0.14	–	–	–	–	0.17	0.15	0.22
min	0.01	0.10	0.13	0.17	0.07	0.23	0.09	0.15	0.22
max	0.43	0.65	0.33	0.36	0.31	0.23	0.17	0.22	0.22

Позначення синтаксонів: 1 – *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae*; 2 – *Galio aparines-Aceretum negundi* var. *Aristolochia clematitidis*; 3 – *Galio aparines-Aceretum negundi typicum*; 4 – *Balloto nigrae-Robinetum* var. *Acer tataricum*; 5 – *Balloto nigrae-Robinetum typicum*; 6 – *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*; 7 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Acer campestre*; 8 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Prunus avium*; 9 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Mercurialis perennis*; 10 – *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Carex pilosa*; 11 – *Galeobdoloni-Carpinetum typicum*; 12 – *com. Acer platanoides+Lapsana communis*; 13 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Cardamine impatiens*; 14 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Fragaria vesca*; 15 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Carex ericetorum*; 16 – *Dryopterido-Pinetum sylvestris typicum*; 17 – *Chamaecyctiso zingeri-Pinetum sylvestris*; 18 – *Polygonato odorati-Quercetum roboris*.

У формуванні видового складу синтаксонів лісової рослинності НД2 беруть участь види 8 класів рослинності (табл. 6.2), у тому числі антропогенної рослинності – *Epilobietea* (incl. *Galio-Urticetea*) та *Robinietea*. Розподіл часток видів окремих класів є нерівномірним. Види одних класів

(QUE, GER, MOL) зосереджені у небагатьох синтаксонах і відіграють роль диференційних, а інших класів (FAG, EPI, POP) трапляються у більшості синтаксонів і відіграють роль фонових (константних). Привертає увагу відсутність у загальному переліку класу *Vaccinio-Piceetea*, що пояснюється розташуванням регіону досліджень на межі лісової та лісостепової зони.

Найбільш відмінними за видовим складом є заплавні ліси, синтаксон 1, який на ординаційній діаграмі розташувався відокремлено (рис. 4.5). Значну роль у цьому відіграють лучні види – частка *Molinio-Arrhenatheretea* у ФЦС сягає 0.23, найвищого значення у порівнянні з іншими синтаксонами (табл. 6.2). Це пояснюється, з одного боку, формуванням угруповань у заплаві, де зазвичай поширені луки, а з іншого – світлим деревостаном, що сприяє зростанню світлолюбних лучних видів.

Види *Carpino-Fagetea* беруть значну роль у формуванні угруповань не лише широколистяних лісів (синтаксони 6–11). Частка *Carpino-Fagetea* коливається у широких межах від 0.10 до 0.65 (табл. 6.2). Цей клас входить до переліку 4-х перших класів за кількістю видів у 17 синтаксонів, у тому числі віднесених (розділ 10.1) до інших класів рослинності. Особливостями фітосоціологічної структури угруповань широколистяних лісів є більш виразне домінування у ФЦС першого класу (*Carpino-Fagetea*). Так, у асоціації *Galeobdolori luteae-Carpinetum betuli* (синтаксони 7–11) різниця часток видів першого та другого класу коливається від 0.10 (перехідний тип) до 0.43 (типіві ценози) (табл. 6.2).

Частки видів класів антропогенної рослинності є значними (прим. – регіон даних НД2 м. Київ та околиці, табл. А.1). Так, частка видів *Galio-Urticetea* коливається від 0.13 до 0.33. Діапазон частки *Robinietea* у ФЦС з урахуванням усіх досліджених синтаксонів є ще більшим, від 0.07 до 0.31. Але види останнього зосереджені у меншій кількості синтаксонів, переважно 2–5, що віднесені до класу *Robinietea*. Види *Galio-Urticetea* мають більш рівномірний розподіл між синтаксонами, оскільки з'являються вже на початкових стадіях антропогенної трансформації рослинності, тоді як види

Robinietaea характерні для пізніх стадій трансформації і повністю штучних насаджень. Сума часток видів класів антропогенної рослинності є надійним показником природності чи штучності видового складу досліджених ценозів. Цей показник коливається від 0.13 до 0.61. Він є закономірно найвищим у синтаксонів 2–5 з класу *Robinietaea* (середнє значення 0.56), і меншим у синтаксонів 6-11 широколистяних лісів (від 0.13 до 0.3) та світлих дубових лісів (синтаксон 18), які збереглися порівняно краще.

Значення різниці часток першого та другого класів (стовпчик *diff*, табл. 6.2) коливаються у широких межах, від 0.01 до 0.43. Більш чітко домінування першого класу спостерігається у синтаксонів широколистяних лісів. У заплавах лісів і мішаних дубово-соснових розрив між першим та наступним другим класом значно скорочується.

У табл. 6.3 наведені фітосоціологічні спектри синтаксонів лучної рослинності заплави Дніпра і Сейму набору даних НД4 (табл. А.1). У колонці "diff" наведено різницю часток видів першого і другого класу ФЦС. Позначення класів рослинності і фітосоціологічна класифікація видів базуються на EVC [368].

У видовому складі синтаксонів дослідженої лучної рослинності, крім видів основного класу *Molinio-Arrhenatheretea*, формують види 6 інших класів, які відіграють роль диференційних. Частка видів класу *Molinio-Arrhenatheretea* коливається у широких межах (від 0.15 до 1.00). Найбільші значення спостерігаються не у мезофітних, як слід було би очікувати, а у гігромезофітних умовах [73]. На остепнених луках (порядок *Galietaalia veri*) помітно зростають частки видів *Festuco-Brometea* та *Koelerio-Corynepherea*, що залежить від едафічних умов – на багатих чи бідних, піщаних ґрунтах вони сформувалися.

Таблиця 6.3

**Фітосоціологічні спектри синтаксонів лучної рослинності заплав Дніпра
і Сейму набору даних НД4 (табл. А.1).**

синтаксон	diff	MOL	ART	FES	COR	GER	ALN	PHR
1	0.00	0.15	0.33	0.33	0.18	–	–	–
2	0.03	0.32	0.18	0.34	0.16	–	–	–
3	0.03	0.41	0.21	0.39	–	–	–	–
4	0.36	0.55	0.15	0.19	–	0.11	–	–
5	0.39	0.61	0.17	0.22	–	–	–	–
6	0.56	0.78	0.22	–	–	–	–	–
7	0.59	0.79	–	–	–	–	0.21	–
8	1.00	1.00	–	–	–	–	–	–
9	0.53	0.77	–	–	–	–	–	0.23
10	0.47	0.74	–	–	–	–	–	0.27
min	0.00	0.15	0.15	0.19	0.16	0.11	0.21	0.23
max	1.00	1.00	0.33	0.39	0.18	0.11	0.21	0.27

Позначення синтаксонів: 1 – *Eryngio plani-Bromopsietum inermis*, 2 – *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Asparagus officinalis*; 3 – *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Ranunculus polyanthemos*; 4 – *Galio molluginis-Festucetum pratensis*; 5 – *Medicago lupulinae-Phleetum pratensis*; 6 – *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae*; 7 – *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici*; 8 – *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae*; 9 – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Agrostis stolonifera*; 10 – *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Scutellaria galericulata*

Частка псамофітів *Koelerio-Corynephoretea* у досліджених синтаксонів не перевищувала 0.16–0.18, тоді як максимальна частка *Festuco-Brometea* сягала 0.33 (табл. 6.3). На вологих луках (порядок *Molinietalia*) закономірно зростає частка видів гідрофітних класів – *Alnetea glutinosae* та *Phragmiti-Magnocaricetea*. Частка *Phragmiti-Magnocaricetea* сягає 0.27 і досягає максимуму у асоціації *Poo palustris-Alopecuretum pratensis*. За рівнем зволоження (рис. 4.7) ця асоціація становить поступовий перехід до боліт. Асоціація *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici* (синтаксон 7) відрізняється від інших синтаксонів союзу *Deschampsion cespitosae*. Її гідрофільну фракцію формують переважно види *Alnetea glutinosae* (частка до 0.21), а не *Phragmiti-Magnocaricetea*.

Антропогенна трансформація лучної рослинності відбувається в

основному у напрямку класу *Artemisietea vulgaris*, частка видів якого коливається від 0.15 до 0.33 (табл. 6.3). Більш трансформованими є луки у ксерофітній частині градієнту, а при переході до мезофітних лук (синтаксони 4-5) частка видів *Artemisietea vulgaris* зменшується майже вдвічі і складає 0.15–0.17. У синтаксонів союзу *Deschampsion cespitosae* синантропну фракцію формують види інших класів антропогенної рослинності (*Plantaginetea majoris*, *Bidendetea tripartitae* та ін.).

6.3 Анотація розділу

Перевагами методики фітосоціологічного аналізу є достатньо чітка система класифікації діагностичних видів на рівні класів і можливості застосування цього підходу у випадках, де система Браун-Бланке має обмеження: екотонні типи рослинності, рослинність із переважанням угруповань, де відсутні характерні види нижчих синтаксономічних одиниць і т.п.

Недоліками методики фітосоціологічного аналізу є врахування лише кількісних співвідношень видів різних класів, неможливість врахувати домінування видів, ярусний розподіл і ненадійність для угруповань з малою кількістю видів, де зазначені ознаки дуже важливі для синтаксономічної ідентифікації. Тому застосування методики ФЦС недоцільне для угруповань і типів рослинності, де фізіономічний критерій є головним для діагностики (водна, піонерна, маловидові угруповання антропогенної рослинності і т.д.)

Другою важливою проблемою є різний "об'єм" трактування класів у системі Браун-Бланке, внаслідок чого суттєво відрізняється кількість діагностичних видів у різних класів [42, 70]. Для прикладу, у класу *Robinietea* у EVC наводиться 25 діагностичних видів, тоді як у *Festuco-Brometea* – більше 400. Це призводить до того, що ймовірність потрапляння у ФЦС і виходу на перші місця у "широких" класів є значно вищою, аніж у "вузьких", а тому частки перших дещо завищені. Ймовірно, що подальше удосконалення методики ФЦС потребує введення корегуючих поправок на

основі теоретичних часток класів, які повинні враховувати різну кількість діагностичних видів у різних класів.

Важливим показником фітосоціологічних спектрів синтаксонів є різниця між частками видів першого та другого класів – показник екотонності їх видового складу. Середнє арифметичне цього показника для усіх синтаксонів досліджених модельних типів рослинності становив 0.18. Він залежить від наступних факторів: 1) ступеня специфічності місцезростань, 2) наявності едіфікаторів, 3) формування угруповань у регіонах на периферії чи близько до центру різноманіття (кліматичного оптимуму) того чи іншого класу, 4) антропогенного впливу; 5) загального флористичного багатства ценозів.

Для достатньо репрезентативної характеристики фітосоціологічної структури синтаксонів, так би мовити їх "синтаксономічної ніші", як правило, достатньо врахування 3 (4) класів із найбільшими частками діагностичних видів у видовому складі синтаксонів. На основі апробації на модельних наборах даних НД2, НД3 та НД4 різних типів рослинності встановлено, що частка видів першого класу у видовому складі синтаксонів у середньому становить 42.2%, другого – значно менша, 24.4%, а третього – 15.2%. Їх сума складає 81.2% і є свідченням того, що три перші класи ФЦС достатньо повно відображають особливості фітосоціологічної структури синтаксонів у більшості випадків.

РОЗДІЛ 7

КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СИНОПТИЧНИХ ДАНИХ (НА ПРИКЛАДІ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ)

Впровадження технологій баз даних у фітоценологію відкриває можливості для порівняльного аналізу синтаксонів у широкому географічному контексті. Завдяки цьому з'являються більші можливості для метааналізу і вищого синтезу.

Метааналіз (англ. meta-analysis) – це вид наукового дослідження, основою якого є узагальнення результатів декількох досліджень з використанням методів статистики для виявлення закономірностей вищого порядку, збільшення потужності і зменшення випадкових помилок за рахунок об'єднання результатів декількох досліджень [247]. Завданням метааналізу у класифікації рослинності є порівняння і узагальнення результатів більш вузьких (локальних) досліджень, у тому числі ревізії існуючих класифікаційних схем, виявлення паттернів рослинності зонально-провінціального рівня, дослідження синтаксономічної диференціації на більш високих синтаксономічних рівнях (порядку, класу і т.д.).

У цьому розділі ми проведемо апробацію різних кількісних методів у випадку їх застосування на рівні синоптичних даних, тобто для порівняння синтаксонів. Вибір модельного об'єкту для апробації – ксеромезофітних дубових лісів, набір даних НД5 (табл. А.1) був мотивований тим, що цей тип рослинності є маловивченим, неоднозначним у синтаксономічному відношенні і дискусійним з синтаксономічної точки зору.

7.1 Характеристика набору даних і методи аналізу

Для подальшого аналізу було узяті дані по рослинності термофільних (ксеромезофітних) дубових лісів у межах помірної зони Європи, від Центральної Європи до Південного Уралу [9, 20, 28, 32, 50, 125, 128, 131, 132, 141, 143, 144, 147, 150, 172, 173, 175, 190, 194, 212, 244, 254, 258, 292,

314, 318, 327, 351, 393, 433]. Загалом до аналізу було долучено 45 синтаксонів (рис. 7.1).

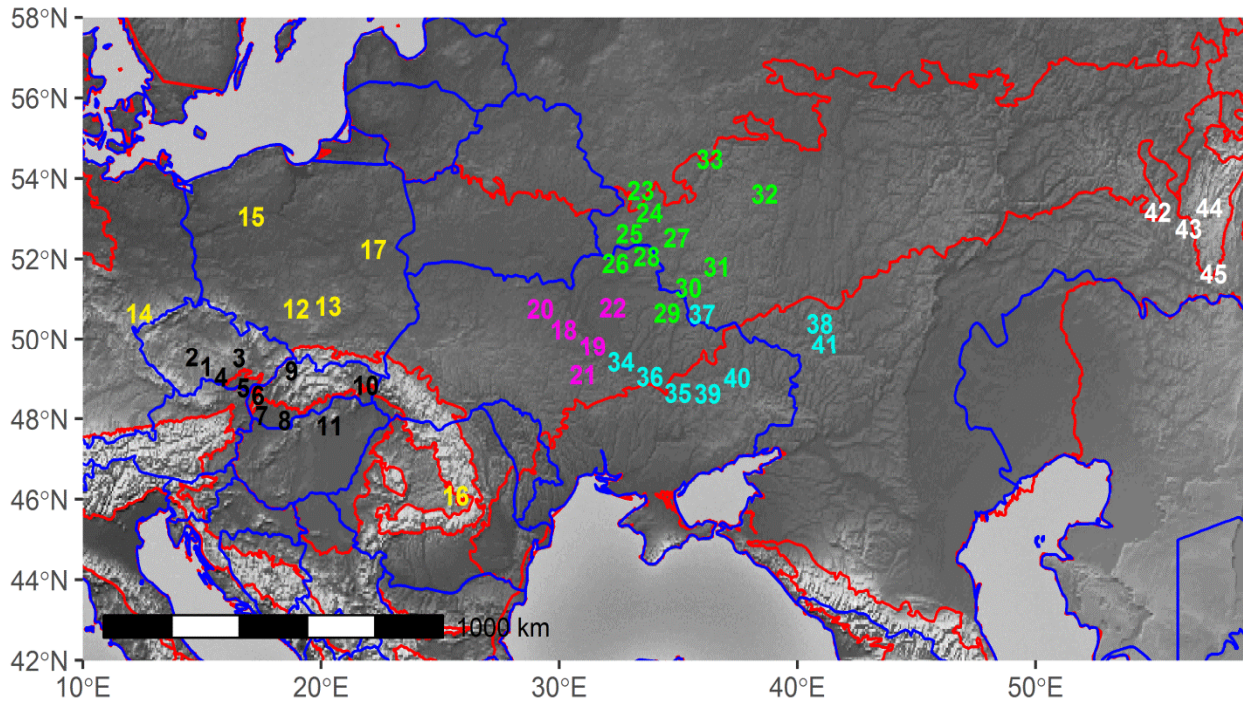


Рисунок 7.1. Синтаксони ксеромезофітних дубових лісів набору даних НД5 (табл. А.1), включені до порівняльного аналізу. Лінії позначають межі біогеографічних регіонів [280]. Номерами позначені синтаксони (табл. Б.1).

З кожної публікації нами додатково відбиралися дані, що вказуються при характеристиці синтаксонів: екотоп, площі описових ділянок, географічне розташування, кількість описів синтаксону, назва синтаксону, союз, до якого він був віднесений синтаксон (*прим.* – у відповідності до першоджерела), бібліографічне посилання. Ці дані уніфіковано і подано в табл. Б.1.

Ми не включили синтаксони термофільних лісів Криму [269], оскільки вони суттєво відрізняються і більш правильним було би порівнювати їх з термофільними лісами середземноморського регіону. Для ґрунтової інтерпретації синтаксонів і їх груп, що будуть виділені за результатами кластерного аналізу, були включені номенклатурні типи чотирьох союзів *Aceri tatarici-Quercion*, *Potentillo albae-Quercetum petraeae*, *Convallario majalis-Quercion roboris* та *Lathyro-Quercion roboris* (рядки 11, 14, 19, 43 у

табл. Б.1), ареал яких стосується території дослідження.

Географічні координати синтаксонів відповідають "положенню" джерела даних, локальної фітоценоз-таблиці, відповідно до термінології Е. Ван-дер-Маареля [426, С. 322]. Вони є приблизними, оскільки лише у сучасних роботах наводяться дані GPS, а для переважної більшості публікацій ми орієнтувалися на географічні "індикатори" (населені пункти, річкові долини, назви заповідників і т.п.). Висоти у межах усього регіону коливаються від 100 до 700 м. н.р.м., але більша частина території є рівнинною. Найвищими є західні регіони на схилах Карпат та східні на Південному Уралі. У центральній частині висоти коливаються від 100 до 300 м. н.р.м.

Регіон має найбільшу протяжність у напрямку із заходу на схід. У різних його частинах кліматичні показники суттєво відрізняються. Для прикладу наведемо деякі дані відповідно до ресурсу <https://climate-data.org/> (дата доступу 06.05.2020). Так, поблизу м. Брно (південно-східна Чехія) кліматичні умови відповідають типу клімату Cfb (помірний океанічний), середньорічна температура – +9.0 °С, мінімальна температура (січня) -4.9 °С, річна кількість опадів – 518 мм/рік. Для порівняння – поблизу м. Мелеуз (РФ, Башкортостан, національний парк "Башкірія") тип клімату Dfb, середньорічна температура – +3.6 °С, мінімальна температура (січня) -19.1 °С, річна кількість опадів – 449 мм/рік. Дуже різними є мінімальні температури – відносно м'який, субокеанічний клімат у західній частині регіону порівняльного аналізу і виразно-континентальний, морозний у східній частині. Згідно класифікації типів клімату Кеппена-Гейгера, українська частина регіону досліджень відповідає кліматичному типу Dfb (вологий континентальний з теплим літом) [335]. Найпівденніші локалітети відповідають типу Dfa (вологий континентальний з жарким літом).

Обов'язковим етапом порівняльного аналізу синтаксонів є уніфікація видового складу. Таксономічна концепція у різних авторів суттєво відрізняється. Порівняльні матриці синтаксонів відрізняються значною

довжиною списку видів при відносно невеликій кількості синтаксонів (стовпчиків). Так, у нашому випадку об'єднаний список видів 45 синтаксонів КДЛ налічував на етапі його формування 1032 таксономічних назви. А після уніфікації назв таксонів і виключення несудинних рослин та грибів, список видів скоротився майже на третину, до 753 видів (табл. Б.2).

Таксономічну уніфікацію було здійснено на основі бази Euro+Med (<http://www.emplantbase.org>, дата доступу 16.07.2019). Для деяких видів/родів ми спиралися на новітні молекулярно-філогенетичні дані [226, 324, 331, 355, 399], які ще не знайшли свого відображення у Euro+Med. Відповідність оригінальних та уніфікованих таксономічних назв ми не наводимо з причини великого розміру цих даних і наявності їх у нашій публікації [292, табл. S2].

Систематична структура ценофлори ксеромезофітних дубових лісів показана для 10-ти провідних родин на рис. 7.2. Для порівняння наведені частки видів цих же родин у флорі України [103, 366].

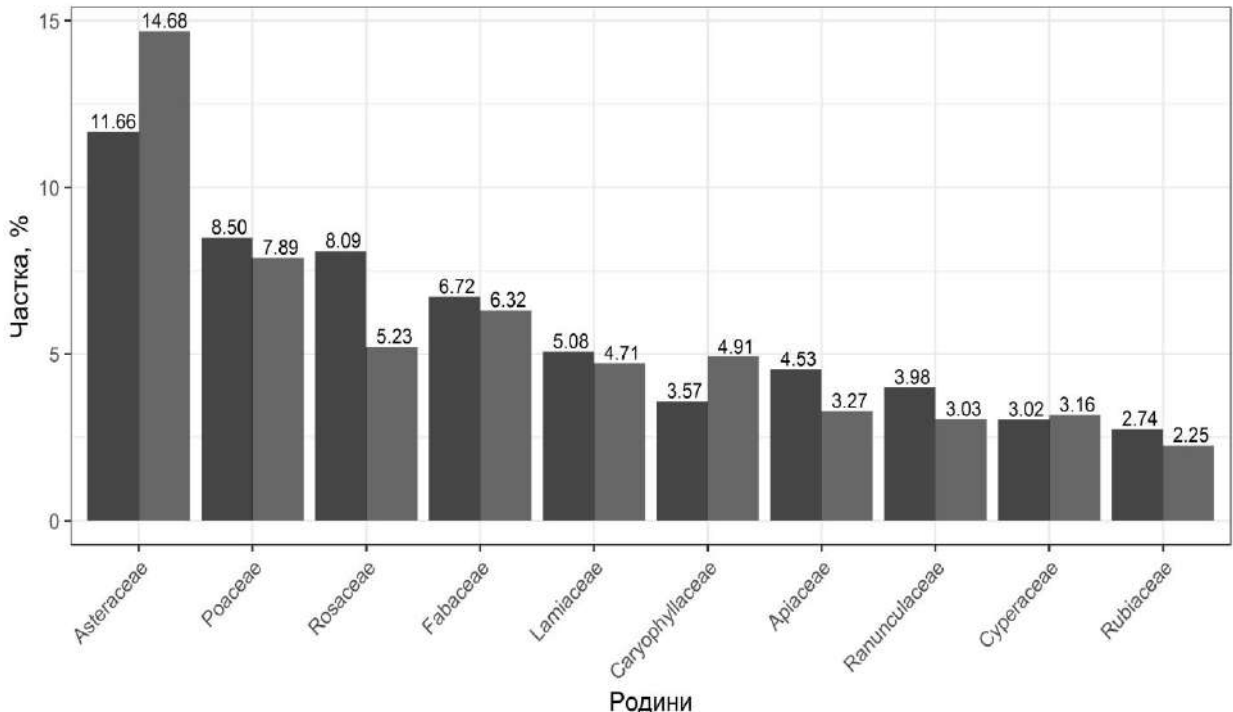


Рисунок 7.2. Розподіл кількості видів 10-ти провідних родин ценофлори ксеромезофітних дубових лісів. Перший стовпчик для кожної родини – частка видів у ценофлорі КДЛ, другий – у флорі України

Як бачимо, найбільш помітними відмінностями систематичної структури ценофлори КДЛ є зменшення частки *Asteraceae* і збільшення частки *Rosaceae* (рис. 7.2).

Базовою формою даних для подальшого аналізу є синоптична матриця (synoptic data matrix, СДМ) [356]. Синоптична та фітоценотична матриці лише зовнішньо подібні. Як і у фітоценотичній матриці (описів), синоптична матриця (синтаксонів) містить список видів і факти їх трапляння. Але синоптична матриця має вищий "порядок", оскільки містить агреговані (згорнуті, синоптичні) дані. Її колонки – синоптичні стовпчики, відповідають окремим фітоценонам [354]. У синоптичній матриці, на відміну від фітоценотичної, види характеризуються не рясністю, а частотою трапляння (константністю). Якщо у публікаціях зазначалися лише класи константності видів, вони були трансформовані нами у відсотки з урахуванням середини класових інтервалів [238]: V – 90 %, IV – 70 %, III – 50 %, II – 30 %, I – 10 %.

З методологічної точки зору, перехід від рівня окремих фітоценозів (описів) до синтаксонів, а також від проективного покриття до частот трапляння видів, чинить важливий стабілізуючий вплив у відношенні даних. На синоптичному рівні нівелюється вплив випадкових факторів, а за рахунок об'єднання списків видів окремих фітоценозів компенсується "неповночленність фітоценозів" [161].

На етапі відбору даних для порівняльного аналізу синтаксонів важливо не включати синтаксони надто широкого (чи дуже вузького) трактування у географічному та/або еколого-ценотичному відношенні. Враховуючи, що у різних авторів розуміння об'єму асоціації може бути дуже різним, бажано зменшити варіабельність даних за цим показником ще до початку аналізу. Включення синтаксонів завідомо гетерогенних може негативно позначитися на кінцевих результатах аналізу.

Для деяких аналізів, коли метою є дослідження варіабельності рослинності у географічному просторі, важливою є вимога локальності синтаксонів [426, с. 322]. Це можна визначити за наявністю у публікації, дані

з якої беруться до аналізу, б.м. чіткої географічної "прив'язки", яка зазначається при характеристиці асоціацій, а також за місцем виконання переважної частини описів. Зрозуміло, що крім однорідності у географічному відношенні, однорідність у еколого-ценотичному відношенні також має бути витримана. І, навпаки, чітка відповідність синтаксонів, що включаються до аналізу, одному союзу чи порядку / класу зовсім необов'язкова. Ми повинні враховувати ймовірність помилкової синтаксономічної інтерпретації, навіть включення доволі подібних асоціацій до різних класів рослинності.

7.2 Кластерний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

На рівні синтаксонів матриця відстаней розраховується з урахуванням частот трапляння, а не проективного покриття видів. Це позначається на методах, якими можуть оброблятися такі дані. Зокрема, це стосується методу Twinspan [307, 308], який базується на алгоритмі DCA (Detrended correspondence analysis) і не рекомендований для даних широкого ЕФД [362, с. 97]. Синоптична матриця КДЛ спочатку була піддана двоступеневій трансформації – log-трансформації значень константності видів з наступною стандартизацією за Хеллінгером (Hellinger standardisation) [346–348]. Її суть полягає у нормалізації значень трапляння видів пов'язана із застосуванням у подальшому аналізі для розрахунку відстаней між синтаксонами евклідової відстані (Euclidean Distance) [346–348]. Необхідність log-трансформації (або інших вирівнюючих трансформацій) зумовлена асиметрією розподілу значень константності видів (рис. 7.3, верхній малюнок). Після log-трансформації розподіл значень константності видів стає більш симетричним (рис. 7.3, нижній малюнок). Матриця відстаней між синтаксонами була піддана ієрархічному кластерному аналізу за методом Варда (Ward's method). Цей метод максимізує суму квадратів міжкластерних відстаней і схильний до утворення компактних кластерів. Він не чутливий до ланцюгового ефекту (the chaining phenomenon) [299] і дає результат подібний до інших широко вживаних у фітоценології методів UPGMA та flexible beta [353, 367, 421].

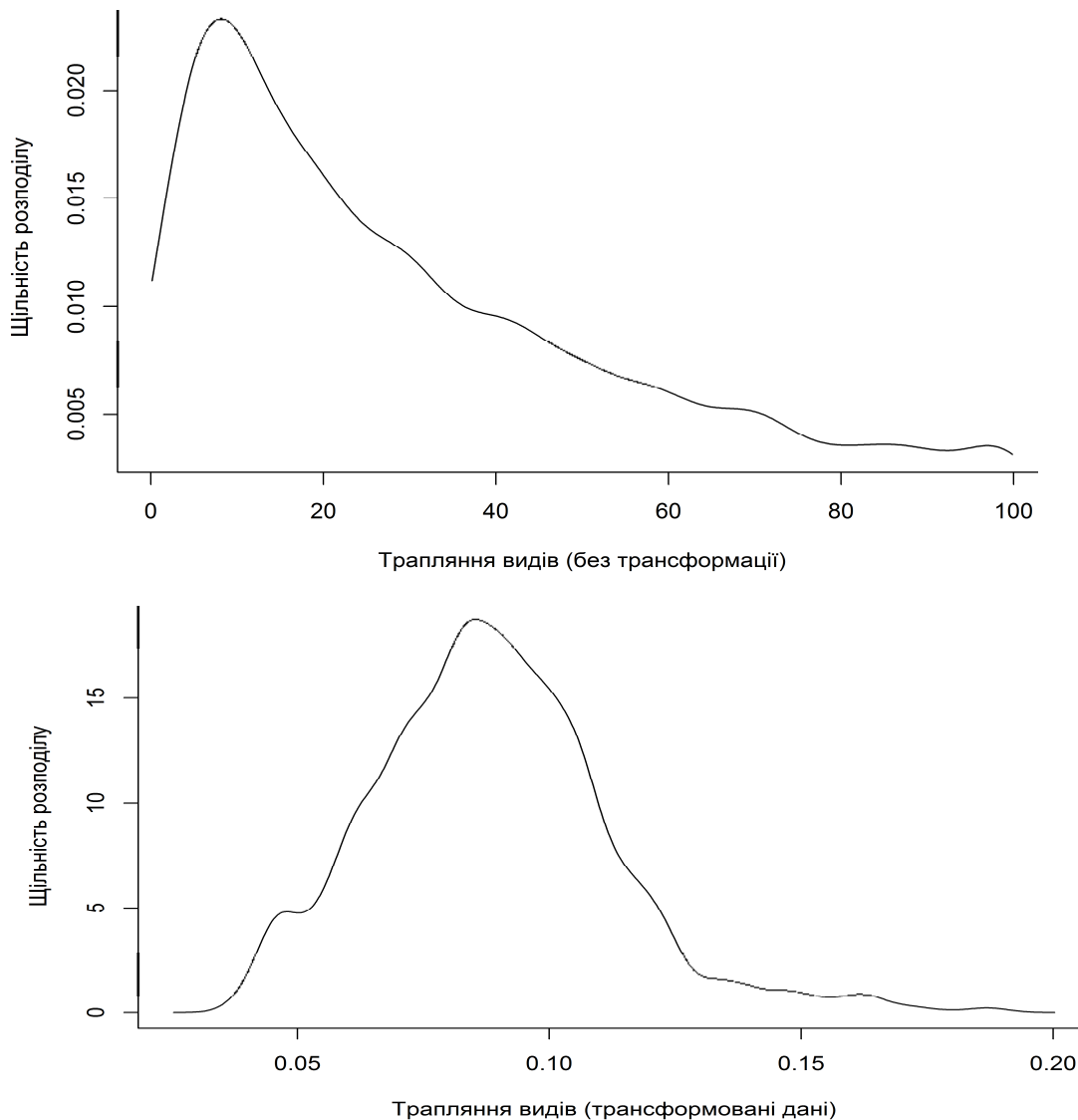


Рисунок 7.3. Розподіл значень трапляння видів у нетрансформованих та трансформованих даних синоптичної матриці ксеромезофітних дубових лісів

Для визначення оптимальної кількості кластерів ми використовували геометричний та флористичний критерії (розділ 3). Здійснювався поділ дендрограми на декількох рівнях для одержання кількості результуючих кластерів k від 2 до 20. Кожен поділ аналізувався з використанням статистики силуетів (Silhouette criterion) [302, 387] та підходу OptimClass (у модифікації OptimClass-1, Tichý et al. 2010). Класифікація діагностичних видів здійснювалася з використанням точного критерію Фішера (Fisher's criterion) із порогом $p < 0.001$ (Tichý et al. 2010).

На рис. 7.4 показані профілі значень статистики силуетів і кількості

діагностичних видів при кількості кластерів k від 2 до 20. Оптимальну кількість кластерів визначали за максимізацією зазначених показників (пунктирна лінія).

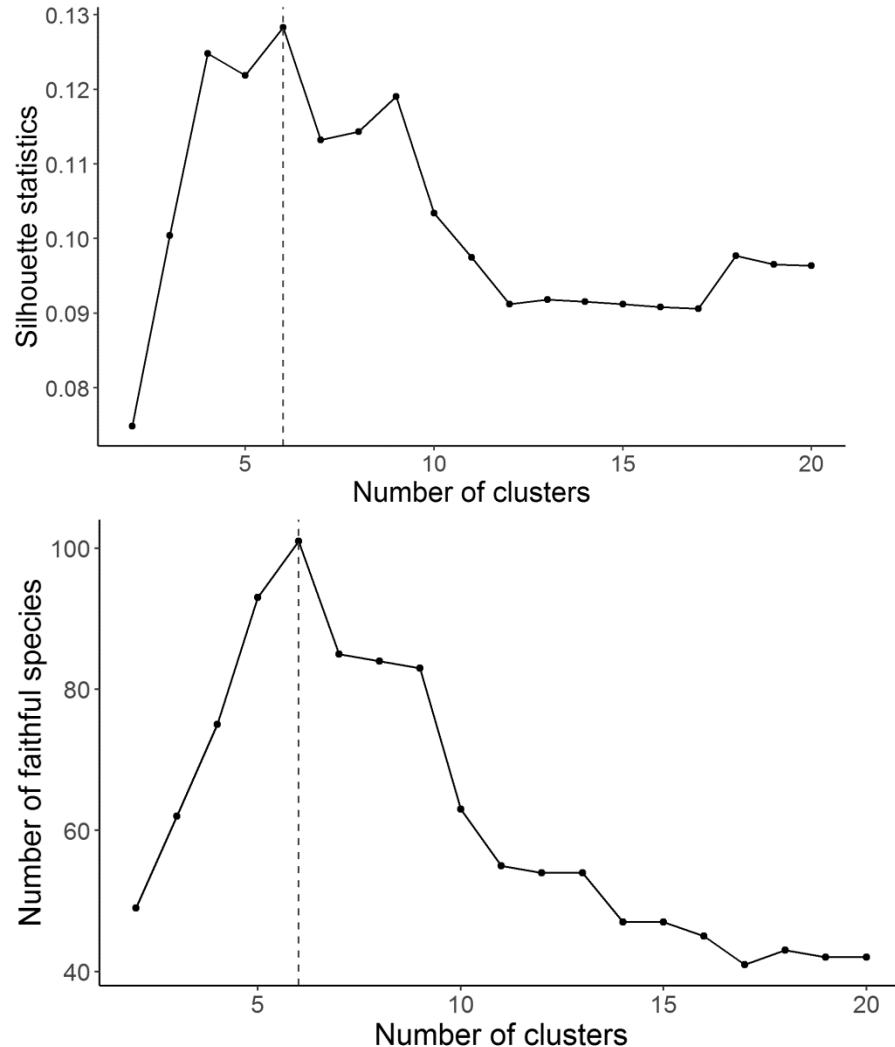


Рисунок 7.4. Визначення оптимальної кількості кластерів синоптичної матриці ксеромезофітних дубових лісів набору даних НД5 (табл. А.1)

Як бачимо на рис. 7.4, і статистика силуетів, і підхід OptimClass свідчать про наявність 6 кластерів. Той факт, що ми одержали однакові максимуми при $k = 6$ у обох випадках, підвищує надійність оцінки, оскільки кожен з критеріїв (статистика силуетів і OptimClass) базується на зовсім різних припущеннях – геометричному критерію відмежованості кластерів [221] та максимізації кількості статистично вірних (діагностичних) видів (розділи 3.1 та 3.2.3).

На рис. 7.5 показаний хід групування (дендрограма) 45 синтаксонів КДЛ за ступенем їх флористичної подібності. Шість кластерів (груп) позначені літерами А – F.

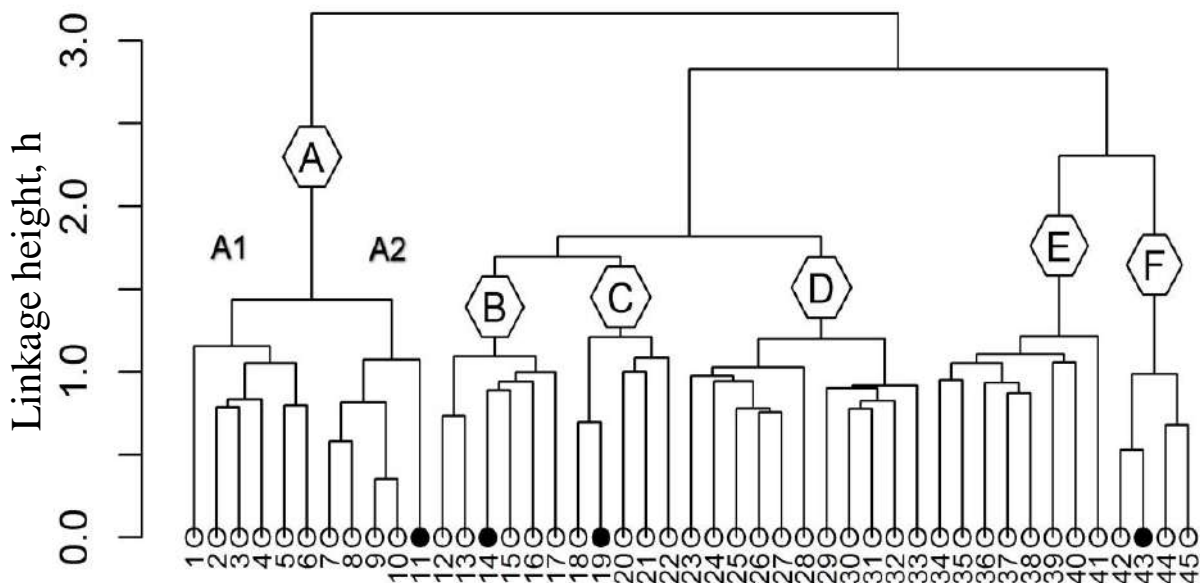


Рисунок 7.5. Кластерний аналіз синоптичної матриці ксеромезофітних дубових лісів (КДЛ). Літерами А – F позначені 6 кластерів. Голотипи союзів *Aceri tatarici-Quercion* (11), *Convallario majalis-Quercion* (19), *Potentillo albae-Quercion* (14), *Lathyro pisiformis-Quercion* (43) показані зафарбованими маркерами. Номери синтаксонів відповідають табл. Б.1 і Б.2

Якщо прийняти до уваги рівень об'єднання на дендрограмі, то найбільш відмінним за флористичним складом виявився кластер А, який приєднується останнім (рис. 7.5). Кластер Е (*Scutellario-Quercion*) об'єднався з кластером F (*Lathyro pisiformis-Quercion*) на високому рівні ($h = 2.3$), що свідчить про значні флористичні відмінності їх синтаксонів. Кластери В, С, D об'єднуються на нижчому рівні ($h = 1.7$) і більш подібні один з одним.

Кластер А (*Quercetalia pubescentis*) об'єднав європейські термофільні ліси герцинських (1–6) та північно-паннонських (7–11) регіонів (прим. – назви регіонів тут і далі даються за мапою рослинності Європи [231]). На

дендрограмі помітний поділ кластеру А на два субкластери – А1 (*Quercion petraeae*, Hercynian) та А2 (*Aceri tatarici-Quercion*, Pannonian). Останній є більш південним (рис. 7.1). Синтаксони що увійшли до субкластеру А2, найчастіше включалися авторами до союзу *Aceri tatarici-Quercion* (табл. Б.1). У субкластері А2 опинився також голотип цього союзу (11).

Кластер В (*Potentillo albae-Quercion*, Polonic) об'єднав синтаксони переважно з північних регіонів Європи (Німеччини та Польщі), і лише один (16) з Румунії [314]. На відміну від попереднього кластеру, кластер В відрізняється однаковістю синтаксономічної інтерпретації – у всіх публікаціях (табл. Б.1) він наводиться як асоціація *Potentillo albae-Quercetum petraeae* Libbert 1933. У кластері В також опинився голотип (14) союзу *Potentillo albae-Quercion*.

Кластер С (*Convallario-Quercion*, Central Ukraine) об'єднав синтаксони (18–22) з Центральної України (Середнього Придніпров'я) і частково з Лівобережжя (Чернігівське Полісся). Це ксеромезофітні мішані (дубово-соснові) ліси, які найчастіше трактуються в українських публікаціях як союз *Convallario majalis-Quercion roboris* [212]. У кластері С опинився також голотип цього союзу (19).

Кластер F (*Lathyro pisiformis-Quercion*, Southern Urals) виявився чітко відокремленим від решти синтаксонів, що пояснюється його значною географічною віддаленістю (рис. 7.1). До складу кластеру F увійшов голотип (43) союзу *Lathyro pisiformis-Quercion* – асоціація *Brachypodio pinnati-Quercetum roboris* Grigorjev in Solomeshch et al. 1989 (табл. Б.1).

Кластери D та E описані нами як нові східноєвропейські союзи – *Betonico officinalis-Quercion roboris* та *Scutellario altissimae-Quercion roboris* [292]. Вони є вікаріатами центральноєвропейських союзів *Quercion petraeae* (incl. *Potentillo albae-Quercion petraeae*) та *Aceri tatarici-Quercion* відповідно. Кластери D (*Betonico-Quercion*, Sarmatian) та E (*Scutellario-Quercion*, Pontic) чітко розмежувалися за широтним градієнтом: кластер D – південна частина лісової та північна частина лісостепової зони; кластер E – південна частина

лісостепової та північна частина степової зони (рис. 7.1).

7.3 Багаторівневий аналіз індикаторних видів (multipatt-аналіз) ксеромезофітних дубових лісів

Сортувальна процедура методу Браун-Бланке спрямована на виділення діагностичних блоків – груп видів, які трапляються переважно в одному (характерні види) або декількох (диференційні види) синтаксонах і не трапляються в інших. Класифікація видів здійснюється на статистичній основі за значеннями коефіцієнтів (індексів) вірності (розділ 2). Концепція вірності видів розроблялася для фітоценотичних матриць [223, 235, 242, 243, 255, 263, 265, 273, 417]. На вищому рівні синоптичних матриць, вона має свої особливості. Вірність видів оцінюється не для окремих синтаксонів, а їх груп – кластерів подібних за флористичним складом синтаксонів.

У результаті проведеної апробації було показано, що ефективним для класифікації і сортування діагностичних видів є т.з. Багаторівневий аналіз індикаторних видів (multipatt-аналіз, multi-level pattern analysis) [266, 267]. У цьому методі пошук діагностичних видів здійснюється не лише для окремих кластерів/синтаксонів, а й для усіх їх комбінацій. Імплементациєю у середовищі R є однойменна функція multipatt з пакету indicspes [265]. За результатами multipatt-класифікації виділяються види, які є діагностичними для окремих кластерів – А, В, С і т.д., а також для їх комбінацій – дуплетів (по два кластери) АВ, АС і т.д., триплетів (по три кластери) – АВС, АВD і т.д.

Впорядкована синоптична матриця КДЛ (табл. Б.2) була одержана на основі застосування методу multipatt-класифікації [266, 267]. Розрахунки вірності видів проводилися за допомогою пакету indicspes [265] у середовищі R (<https://cran.r-project.org/>). Враховували кластери синтаксонів і усі їх multipatt-комбінації. Вірність розраховували за індексом IndVal [273] у вирівняно-груповій модифікації (group-equalised modification) [417].

У верхній частині впорядкованої синоптичної матриці (табл. Б.2) знаходяться діагностичні блоки видів вірні лише одному кластеру (А–F),

нижче – двом кластерам (multipatt-групи АВ, АЕ, ВD, DF), потім трьом і т.д. Останнім йде блок видів афінних усім кластерам (multipatt-група ABCDEF).

Необхідним заключним етапом кластерного аналізу є оцінка якості поділу (розділ 3). Методи оцінки якості поділу, розглянуті нами у розділах 3.1, 3.2, підходять і для синоптичних матриць. Але multipatt-аналіз додає новий аспект – оцінку діагностичних блоків multipatt-класифікації. Сутність описаного далі підходу базується на методі хі-квадрат і полягає у оцінці ступеня концентрації значень трапляння видів у межах діагностичних блоків. Тест хі-квадрат (χ^2), відомий також як тест на незалежність (test of independence) – класичний тест математичної статистики виявлення асоціації двох категоріальних змінних. У нашій задачі оцінки ступеня діагоналізації синоптичної матриці, тест χ^2 слугує наближеною мірою асоціації (взаємозв'язку) видів діагностичного блоку (multipatt-групи) лише з одним кластером КДЛ. На відміну від вірності видів, тест χ^2 вимірює ступінь асоційованості усіх видів одного діагностичного блоку. Більші значення відхилень тесту χ^2 вказують на асоційованість видів лише з одним кластером КДЛ, а негативні значення відхилень можна трактувати як "уникання" кластеру видами (діагностування відсутністю).

За результатами multipatt-класифікації виділено 17 блоків діагностичних видів (табл. 7.1). З них 6 відповідають "елементарним" кластерам (singletons) (A – F), 4 блоки – дуплетам (AB, АЕ, ВD, DF) і т.д. Види з найбільш широким ареалом опинилися у блоках ABCDE і ABCDEF. Розподіл кількості діагностичних видів між блоками нерівномірний: найбільше видів у блоках А (33 види), D (38 видів), F (34 види), ABCDEF (30 видів). Кількість діагностичних видів у різних блоках multipatt-класифікації узгоджується з географічним розташуванням синтаксонів КДЛ (рис. 7.1). Наприклад, блок видів АВ нараховує 20 видів, а АЕ – лише 13, оскільки кластери А і В (Центральна Європа) ближчі один до одного у географічному відношенні, аніж кластери А і Е.

**Діагностичні блоки multipatt класифікації (multipatt-групи)
ксеромезофітних дубових лісів**

кластери		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
геогр. група		ЦЄ Пд	ЦЄ Пн	СЄ Пн	СЄ Пн	СЄ Пд	ПУр	ЦЄ Пд	ЦЄ Пн	СЄ Пн	СЄ Пн	СЄ Пд	ПУр
кільк. синтаксонів		11	6	5	11	8	4	11	6	5	11	8	4
multipatt-група		кільк. діаг. видів	повнота блоку, block fill, %					стандартизовані відхилення тесту хі-квадрат, standardized residuals of chi.square test					
A	33	58	6	1	3	3	5	16.11	-3.81	-3.58	-7.64	-3.75	-3.24
B	16	9	66	1	6	-	-	-2.1	14.21	-1.9	-3.33	-3.1	-2.76
C	2	-	-	50	5	-	-	-1.33	-0.91	7.77	-0.66	-0.8	-0.71
D	38	3	3	1	44	2	-	-6.43	-4.25	-2.95	14.26	-3.19	-4.17
E	9	4	2	13	14	60	-	-3.59	-2.74	0.97	-1.64	13.37	-2.39
F	34	2	2	1	3	4	71	-5.2	-3.28	-2.41	-4.53	-0.98	25.92
AB	20	76	68	7	11	6	-	8.75	6.58	-2.48	-7.01	-3.74	-4.94
AE	13	73	9	14	16	58	12	5.39	-4.07	-0.98	-5.33	8.08	-2.75
BD	17	9	47	7	59	4	-	-5.25	4.39	-1.53	6.62	-3.08	-3.95
DF	13	8	4	6	59	7	69	-4.74	-3.83	-1.59	5.52	-2.14	6.8
ABD	16	59	57	6	64	5	-	2.2	2.51	-2.9	2.4	-4.2	-4.88
DEF	12	15	15	17	66	65	65	-5.6	-3.54	-0.87	2	8.01	2.9
ABCD	14	69	65	60	72	3	11	1.09	1.54	5.19	0.83	-5.33	-4.05
ABDF	13	63	54	12	70	10	73	0.54	0.34	-2.21	0.89	-3.7	2.83
BCDF	11	16	73	58	84	15	68	-6.25	2.45	4.58	2.78	-2.51	2.12
ABCDE	12	79	56	45	67	59	2	1.08	-0.58	1.87	-1.27	4.07	-4.96
ABCDEF	30	77	59	57	80	60	86	-1.68	-2.28	3.72	-2.22	4.19	2.56

Позначення географічних груп: ЦЄПд – центральна і південна частина Європи, ЦЄПн – центральна і північна частина Європи, СЄПн – східноєвропейська частина, лісова і лісостепова зона, СЄПд – східноєвропейська частина, лісостепова і степова зона, ПУр – південно-уральський регіон. Позначення multipatt-груп: *Ligustrum vulgare* (A), *Juniperus communis* (B), *Allium oleraceum* (D), *Melampyrum polonicum* (C), *Acer tataricum* (E), *Lathyrus pisiformis* (F), *Quercus petraea* (AB), *Acer campestre* (AE), *Pulmonaria angustifolia* (BD), *Cytisus ruthenicus* (DF), *Potentilla alba* (ABD), *Phlomis tuberosa* (DEF), *Campanula persicifolia* (ABCD), *Brachypodium pinnatum* (ABDF), *Sorbus aucuparia* (BCDF), *Convallaria majalis* (ABCDE), *Quercus robur* (ABCDEF)

У табл. 7.1 позначення (літери) multipatt-груп видів відповідають групам синтаксонів КДЛ, виділених за результатами кластерного аналізу (рис. 7.5). Наприклад, група видів А об'єднує види афінні лише кластеру А, група АВ – види афінні кластерам А (*Quercetalia pubescentis*) + В (*Potentillo-Quercion*) (зафарбовано сірим у табл. 7.1) і т.д. Для назви діагностичного

блоку (multipatt-групи) ми вибрали види найбільшого середнього трапляння у кожному блоці. Наприклад, у діагностичного блоку АВ найбільше трапляння має *Quercus petraea*. Тому АВ-група = *Quercus petraea*-група, А-група = *Ligustrum vulgare*-група і т.д. Позначення груп вказані під табл. 7.1.

Повнота/щільність діагностичних блоків оцінюється як частка непустих (зі значеннями трапляння видів) клітинок СДМ. Для прикладу: діагностичний блок А нараховує 33 види, кількість синтаксонів кластеру А (стовпчиків) – 11 (табл. Б.2), тому максимально можлива кількість значень трапляння видів у цьому блоці – $33 \times 11 = 363$. Фактична кількість значень трапляння у блоці складає 211 (табл. Б.2), тому повнота діагностичного блоку $211 / 363 = 0.58$ (58%). У зафарбованих сірим клітинках табл. 7.1, щільність (повнота) діагностичних блоків коливається від 43% до 86% і є досить високою.

Кожен кластер можна описати діагностичною формулою (формальною дефініцією) [242]. Принцип складання діагностичних "формул" базувався на основі тесту хі-квадрат (табл. 7.1). Нижче наведено формальні дефіції шести кластерів КДЛ (рис. 7.5) з урахуванням результатів multipatt-класифікації діагностичних видів:

кластер синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів (КДЛ)	діагностичні блоки (multipatt-групи) видів
A (<i>Quercetalia pubescentis</i>)	A + AB – D – BCDF
B (<i>Potentillo albae-Quercion</i>)	B + AB + BD – D
C (<i>Convallario-Quercion</i>)	C + ABCD + BCDF + ABCDEF
D (<i>Betonico-Quercion</i>)	D – A – AB + BD
E (<i>Scutellario altissimae-Quercion</i>)	E + AE + DEF – ABCD
F (<i>Lathyro pisiformis-Quercion</i>)	F + DF – ABCDE – AB

Для прикладу, найбільші за абсолютним значенням відхилення для кластеру А мають види наступних multipatt-груп А, АВ, D, BCDF: +16.11, +8.75, –6.43, –6.25 (табл. 7.1). Знаки у формулі "A + AB – D – BCDF"

повторюють знаки відхилень (трапляння або уникання), а порядок розташування – рангам значень відхилень (більша чи менша афінність).

Важливим є той факт, що multipatt-групи об'єднали види з подібним ареалом і еколого-ценотичною приуроченістю. Так, згідно формальної дефініції, кластер А діагностується переважно видами груп А + АВ (*Ligustrum vulgare* + *Quercus petraea*), переважно центральноєвропейськими, і одночасно відсутністю видів груп D і BCDF (*Allium oleraceum* + *Sorbus aucuparia*). Кластер В діагностується видами груп В + АВ + BD (переважно ацидофільними) та відсутністю діагностичних видів блоку D. Діагностична формула для кластеру F свідчить про трапляння видів груп F + DF (східноєвропейських та східноєвропейсько-південносибірських) та відсутність видів груп ABCDE (європейських у широкому розумінні) і АВ (центральноєвропейських).

7.4 Фітоіндикаційний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

Метод фітоіндикації сформувався як спосіб оцінки екологічних параметрів місцезростання за сукупністю рослин, що зростають у ньому, тобто за видовим складом фітоценозів [160, 162]. Пізніше він набув подальшого розвитку для характеристики синтаксонів (синфітоіндикація) [95]. Традиційний підхід передбачає розрахунок фітоіндикаційних балів спочатку для окремих описів, а потім оцінку амплітуд синтаксонів. Зазвичай використовують середнє значення і показники варіації для груп описів, що належать до одного синтаксону (табл. 4.2, 4.5, 4.8).

Синоптичну матрицю (СДМ) можна уявити як набір векторів, де кожен вектор відповідає окремим синтаксонам, а значення – траплянню видів. Зважування видів проводиться не значеннями проективного покриття, а траплянням видів. Флористичний склад є агрегованим (згорнутим), оскільки стосується не окремого фітоценозу (виділу на місцевості), а типу фітоценозів. Оскільки географічний діапазон даних КДЛ є дуже широким, від

Центральної Європи до Південного Уралу (рис. 7.1), постає питання які екологічні шкали необхідно узяти для подальших розрахунків? Оптимальні для зростання видів умови не лишаються постійними у межах усього ареалу. Це пояснює "регіоналізм" екологічних шкал. Для центральноєвропейської флори традиційно застосовують шкали Г. Еленберга [257, 278, 279], а в Україні – найчастіше шкали Я. Дідуха [270]. Ми провели паралельне оцінювання синтаксонів КДЛ з використанням шкал Я. Дідуха та Г. Еленберга (табл. Б.3) і розраховали кореляції балів за різними шкалами (рис. 7.6). Розрахунки проводилися у середовищі R з використанням функції `corrplot.mixed` [425].

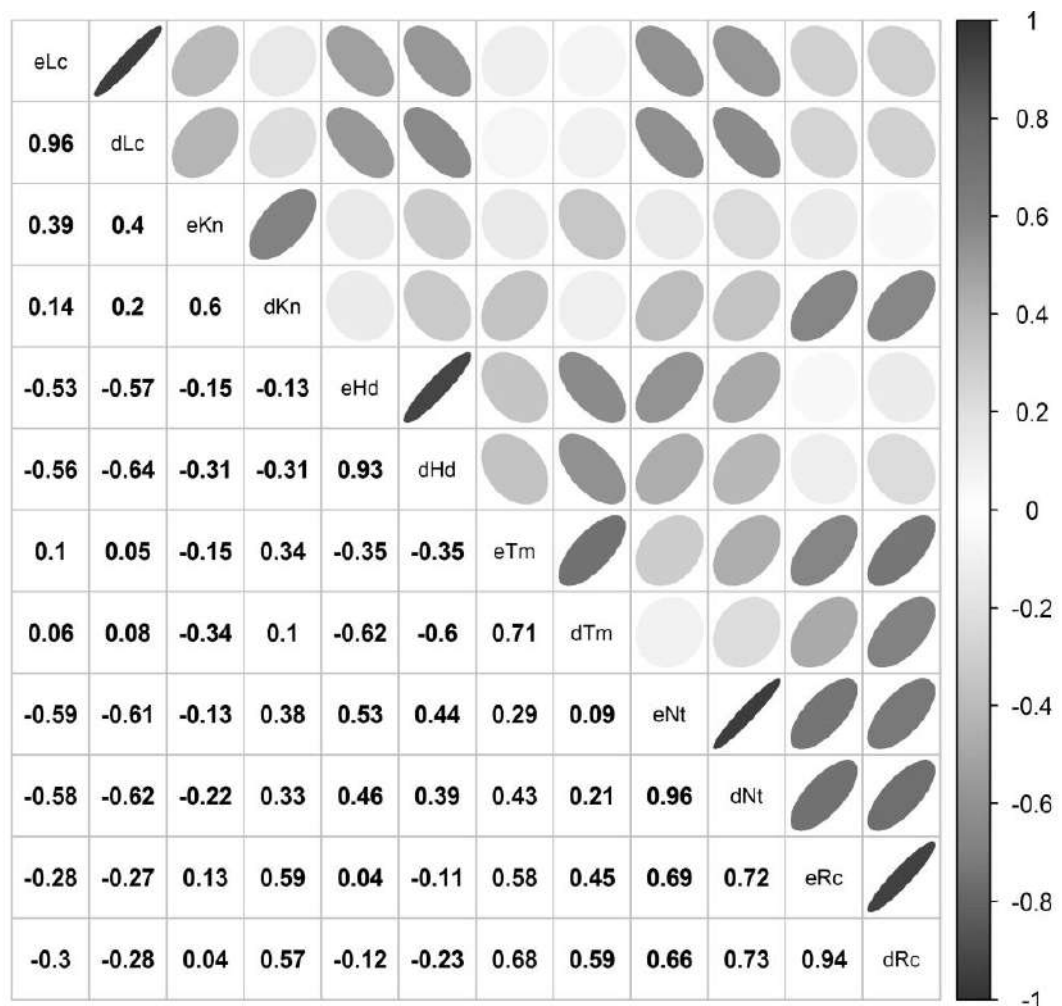


Рисунок 7.6. Кореляція фітоіндикаційних оцінок одержаних із застосуванням екологічних шкал Я. Дідуха [270] та Г. Еленберга [279]. Префікс "e" перед позначенням фактору означає оцінки, одержані за шкалами Г. Еленберга, префікс "d" – за шкалами Я. Дідуха

Як бачимо, кореляція у парах однакових факторів eHd / dHd , eRc / dRc , eNt / dNt і т.д. є дуже високою. Найбільші кореляції (0.93 – 0.96) спостерігаються для едафічних факторів (Hd , Rc , Nt) і світлового режиму (Lc); а більші відмінності за кліматичними факторами (0.6 для континентальності і 0.71 для терморезиму) (рис. 7.6). Втім і ці значення є доволі значними.

Високі значення кореляцій між оцінками синтаксонів за шкалами Я. Дідуха та Г. Еленберга, свідчать про можливість застосування обох шкал. Їх паралельне застосування не створює протиріч, а, навпаки, дає більш повну картину через можливість врахувати флористичні особливості західних і більш східних синтаксонів. Щодо спільних видів у обох шкал, то у тій частині списку видів, яка стосується КДЛ, розбіжності є незначними. Крім корелограми (рис. 7.6), це видно також по незначним кутам між векторами однойменних екофакторів ($eHd - dHd$, $eRc - dRc$ і т.д.) (рис. 7.7). Найменший кут спостерігається між векторами eLc і dLc , які йдуть майже паралельно. а найбільший – між eKn і dKn .

На рис. 7.7 зображена ординаційна модель КДЛ, одержана з використанням методу багатовимірного неметричного шкалювання (NMDS) [348, 362]. Ординацію проводили за алгоритмом монотонної регресії Краскала (the Kruskal's monotone regression to minimize the stress) [339]. У площині двох перших ординаційних вісей показані вектори екологічних факторів, розрахованих за методикою фітоіндикації (табл. Б.3). Проекція екологічних факторів є пасивною (post-hoc аналіз).

Ординаційні розрахунки проводилися з використанням функції `metaMDS` пакету `vegan` [374] на основі тієї ж DAC (log-transformed data + Hellinger standardization + Euclidean distance), що використовувалася для кластерного аналізу (розділ 7.2). Еліпси на малюнку побудовані за значеннями стандартного відхилення `sd` (standard deviation) відстаней окремих синтаксонів від центру мас кожного кластеру. Координати вершин векторів екофакторів розраховані з використанням функції `envfit` [374].

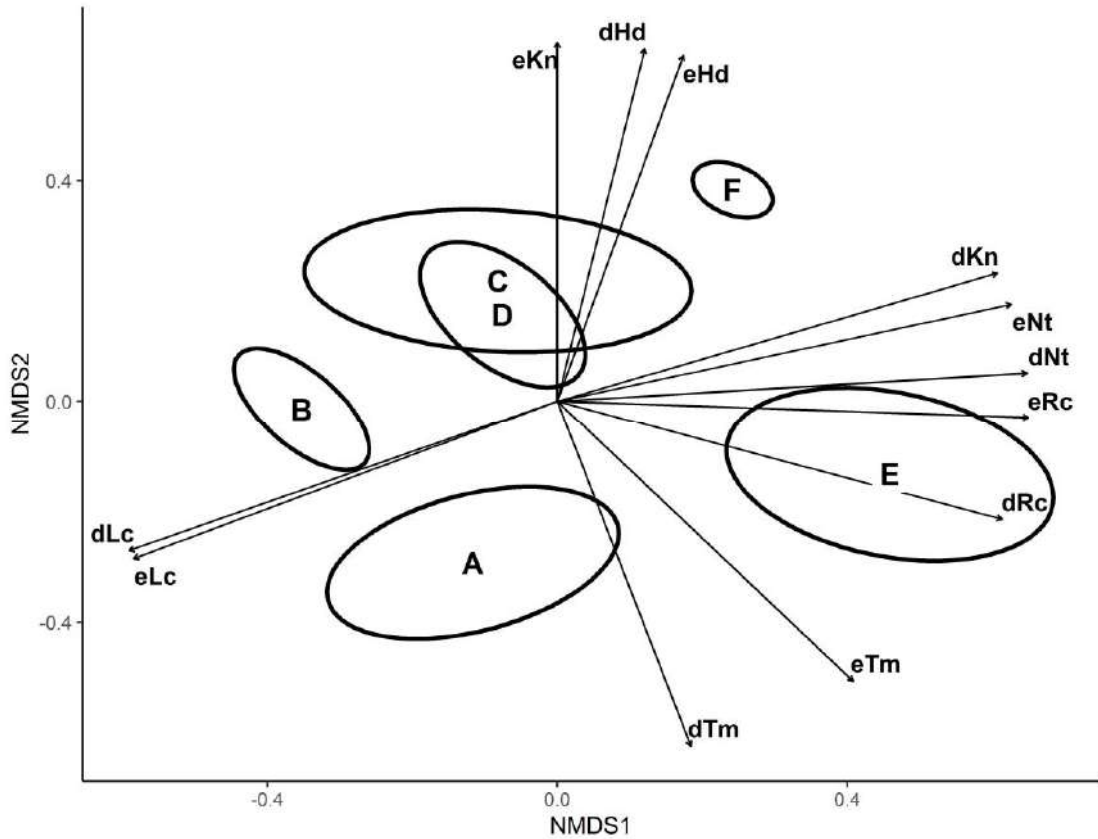


Рисунок 7.7. NMDS-ординація синтаксонів КДЛ та проекції екофакторів у площині двох перших ординаційних вісей. Показники eHd – eKn розраховані за шкалами Г. Еленберга [279], dHd – dKn – за шкалами Я. Дідуха [270]

Значення стресу NMDS моделі становило 0.2, що вважається за задовільний рівень відображення матриці відстаней. Усі екофактори (едафічні, світловий режим, кліматичні) мали значимий зв'язок з ординаційними вісями ($p < 0.001$).

Групи синтаксонів КДЛ, виділені за результатами кластерного аналізу (рис. 7.5), виявилися чітко відокремленими у ординаційній площині. Еліпси окремих кластерів не перекриваються, за виключенням C і D (рис. 7.7). Накладання кластерів C (*Convallario-Quercion*) і D (*Betonico-Quercion*) пояснюється часткою спільних видів і близьким географічним розташуванням. Ступінь середньої подібності (гомогенність) синтаксонів за флористичним складом більша у кластерів B, D і F, і, навпаки, більш гетерогенними, судячи з розміру еліпсів, є кластери A, C і E.

Кластерний поділ, одержаний за флористичним критерієм, добре узгоджується з географічним розташуванням синтаксонів. Так, кластери А і F та В і Е є найбільш віддаленими одночасно в ординаційній площині (рис. 7.7) і у географічному просторі (рис. 7.1). Це опосередковано свідчить про те, що відмінності флористичного складу КДЛ зумовлені чинниками, які залежать від географічної відстані – особливості флор різних регіонів і різні кліматичні умови зростання КДЛ у Центральній Європі та на Південному Уралі. І, навпаки, флористичну схожість КДЛ можна пояснити подібністю екологічних умов локального рівня – відносно світлі деревостани, теплі південні схили, сухі (ксеромезофітні) умови, верхні частини схилів і т.д.

Напрямок векторів екофакторів вказує на їх вплив щодо формування угруповань і синтаксонів КДЛ у різних частинах ареалу. Вектор вологості (Hd) спрямований у бік кластерів С (*Convallario-Quercion*) і D (*Betonico-Quercion*), умови зростання яких можна охарактеризувати як (ксеро) мезофітні, і у протилежний бік відносно кластеру А (*Quercetalia pubescentis*). Вектор терморезиму (Tm) спрямований у бік кластерів А і Е, які є найбільш південними (рис. 7.1). Кислотність (Rc) та азот ґрунтів (Nt) корелюють – їх вектори спрямовані в один бік. Чітко виділяються дві групи КДЛ за кислотністю – ацидофітна, кластер В (*Potentillo-Quercion*) і базифітна, кластер Е (*Scutellario-Quercion*). Це пояснюється гуміднішим кліматом Центральної Європи (кластер В) і формуванням кластеру Е переважно на карбонатних субстратах.

7.5 Оцінка впливу кліматичних факторів з використанням біокліматичних змінних

Найчастіше аналіз з використанням біокліматичних змінних пов'язують з таким напрямком як моделювання екологічних ніш (Environmental Niche Modeling, EMN) [276]. Його застосовують для виявлення можливих регіонів інвазії потенційно небезпечних видів, прогнозу змін ареалів видів у зв'язку із глобальними змінами клімату, оцінки перекриття ніш двох або більшої

кількості видів, оцінки важливості різних кліматичних факторів поширення видів [167, 245, 275, 277, 291, 306, 334, 352, 361, 376, 377, 430]. Що стосується рівня ценозів і синтаксонів, то можливість застосування EMN для прогнозу змін у рослинному покриві є поки що абсолютно новим і невивченим питанням.

Перспективність врахування кліматичних факторів пов'язана із широким географічним діапазоном наших даних. Клімат у найбільш віддалених частинах регіону порівняльного аналізу (рис. 7.1) є дуже різним (розділ 7.1). Тому кліматичні фактори відіграють значну роль у формуванні флористичних відмінностей КДЛ. Але які саме кліматичні чинники і у якій мірі найбільше впливають?

Біокліматичні змінні – інструмент, який дає можливість здійснити декомпозицію збірного поняття "клімат" на відносно прості складові/чинники, кожен з яких має або може мати специфічний вплив на види/рослинність. Аналогічний підхід використовується у фітоіндикації, де складне поняття "екотоп" розділяють на прості "екофактори". Використання біокліматичних змінних є близьким до фітоіндикаційного підходу, оскільки обидва підходи ґрунтуються на концепції адаптації (приспосувальної реакції). Але принципова відмінність полягає в тому, що біокліматичні показники, на відміну від фітоіндикаційних, не розраховуються з флористичного складу, а є визначеними для певної точки географічного простору.

Оскільки біокліматичні показники незалежні від видового складу фітоценозів/синтаксонів, це зумовлює їх принципово інший спосіб проєкції у ординаційний простір. Якщо вектори екофакторів проєктують у площину ординації (PCoA, NMDS, DCA) пасивно (post hoc), то біокліматичні змінні необхідно застосовувати для прямої/вимушеної (constrained) ординації. Найбільш часто у екологічних дослідженнях використовують два методи прямої ординації – ССА (канонічний аналіз відповідностей, Canonical Correspondence Analysis) [414] та db-RDA (аналіз надлишковості, заснований

на дистанціях, Distance-based Redundancy Analysis) [345]. Обидва методи обов'язковим чином включають два компоненти – матрицю незалежних (інструментальних) змінних X , які стосуються середовища, та матрицю Y , що містить інформацію про видовий склад. За визначенням В. Шитикова [216], "ця форма (прим. – пряма ординація) багатовимірної аналізу розглядається як розширення ідей регресійного аналізу для моделювання багатовимірної відображення $Y = f(X)$ при одночасному використанні алгоритмів редукції даних". Із двох зазначених вище методів ми розглянемо лише модель db-RDA [345]. Такий вибір пов'язаний з тим, що db-RDA дозволяє залучати в ординацію матрицю відстаней між синтаксонами на основі будь-яких метрик.

Кліматичні дані взяті з відкритих джерел (ресурс <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>, дата доступу 09.07.2020). Використовувалася версія бази даних Wordclim ver. 2.0 [283]. Ми враховували лише "сучасні" біокліматичні змінні. Під "сучасними" у Wordclim розуміють багаторічні кліматичні дані узагальнені за період 1970-2000 рр. Враховувалися усі 19 біокліматичних змінних (bio1–bio19) доступних у базі Wordclim. Використовувалися растри роздільної здатності 10 arc-min ($\sim 340 \text{ km}^2$ на екваторі) доступні для завантаження у форматі GeoTiff (.tiff). Для подальшого аналізу бралися середні значення біокліматичних змінних у радіусі сферичної буферної зони 20 км навколо місця "розташування" синтаксону. Під "місцем розташування" синтаксону мається на увазі його географічна локація за прямою (GPS-дані) та непрямою (назви населених пунктів, заповідників, річок і т.п.) вказівкою, яка наводилася у першоджерелах (табл. Б.1). Роботу з GeoTiff-растрами проводили за допомогою безкоштовного програмного забезпечення QGis ver. 2.18 (<http://qgis.org>). Значення біокліматичних змінних наведені в табл. Б.4.

Подальший аналіз здійснювався у два етапи. Перший етап – відбір (у математичній літературі – variable / feature selection) біокліматичних змінних для побудови ординаційної моделі, другий – застосування алгоритму db-

RDA для редукованого набору змінних (предикторів). Необхідність відбору змінних пов'язана з множинною кореляцією (мультиколінеарністю) змінних і необхідністю спростити модель без втрати її інформативності.

Для відбору змінних ми використали алгоритм прямого відбору (forward selection), з використанням функції `ordiR2step` пакету `vegan` [374]. Цей алгоритм по чергово включає змінні (предиктори) і тестує одержану модель відносно повної моделі (full model) з усіма змінними. Відбір змінних припиняється, коли потужність редукованої моделі (із скороченим набором змінних) є не меншою, ніж повної – принцип парсимонії (економності) моделі. Послідовність відбору кліматичних змінних з використанням функції `ordiR2step` демонструє табл. 7.2.

Таблиця 7.2

**Відбір змінних (variable selection) для db-RDA ординації
ксеромезофітних дубових лісів**

BioClim variables	R2.adj	AIC	F	Pr(>F)	Pr(>F).adj
bio3	0.083	145.16	4.989	0.001	0.019
bio5	0.148	142.81	4.264	0.001	0.019
bio1	0.196	141.09	3.535	0.001	0.019
bio8	0.206	141.43	1.506	0.008	0.120
bio11	0.215	141.77	1.465	0.010	0.140
bio6	0.227	141.94	1.571	0.006	0.096
bio19	0.235	142.24	1.429	0.027	0.324
bio4	0.244	142.50	1.419	0.021	0.273
All variables (full model)	0.261				

Позначення: R2.adj – скоригована частка варіації, що пояснюється відібраними змінними; AIC – інформаційний критерій Акаїке (Akaike Information Criterion) на кожному кроці ітеративного алгоритму відбору змінних; F – критерій Фішера (Fisher Criterion) оцінки якості регресійної моделі, Pr(>F) – ймовірність (рівень значимості тесту) для F статистики, Pr(>F).adj – аналогічно, але з поправкою Холма (Holm's correction) на множинну перевірку гіпотез

Як бачимо, скорочений набір змінних (предикторів) складається з 8 біокліматичних показників із загальної кількості 19, доступних у базі Wordclim. Порядок розташування змінних у табл. 7.2 немає ніякого

відношення до їх "важливості", оскільки на кожному кроці тестується модель з кумулятивним набором змінних. Це видно за монотонним зростанням показників R^2_{adj} , AIC та ін. при переході від bio3 до bio5, далі до bio1 і т.д. (табл. 7.2). Тому, значення у другому рядку таблиці відповідає моделі з двома змінними bio3 + bio5, яка зрозуміло буде статистично потужнішою за модель з однією змінною (bio3) попередньої ітерації. У третьому рядку – з трьома bio3 + bio5 + bio1 змінними і т.д.

Вісім біокліматичних змінних, які були відібрані алгоритмом ordiR2step, позначені жирним шрифтом:

- **bio1** – середньорічна температура, annual mean temperature ($^{\circ}\text{C} \times 10$);
- bio2 – середньодобова температура;
- **bio3** – ізотермічність, isothermality ($\text{bio2}/\text{bio7} \times 100$);
- **bio4** – сезонність температур, temperature seasonality (standard deviation $\times 100$),
- **bio5** – максимальна температура найтеплішого місяця ($^{\circ}\text{C} \times 10$),
- **bio6** – мінімальна температура найхолоднішого місяця ($^{\circ}\text{C} \times 10$),
- bio7 – річна амплітуда температур ($\text{bio5} - \text{bio6}$);
- **bio8** – середня температура найвологішого кварталу, mean temperature of wettest quarter ($^{\circ}\text{C} \times 10$),
- bio9 – середня температура найсухішого кварталу, mean temperature of driest quarter ($^{\circ}\text{C} \times 10$),
- bio10 – середня температура найтеплішого кварталу, mean temperature of warmest quarter ($^{\circ}\text{C} \times 10$),
- **bio11** – середня температура найхолоднішого кварталу, mean temperature of coldest quarter ($^{\circ}\text{C} \times 10$),
- bio12 – річна кількість опадів;
- bio13 – кількість опадів у найбільш вологий місяць;
- bio14 – кількість опадів у найбільш сухий місяць;
- bio15 – сезонність опадів (стандартне відхилення);

- bio16 – кількість опадів у найбільш вологий квартал;
- bio17 – кількість опадів у найбільш сухий квартал;
- bio18 – кількість опадів у найтепліший квартал;
- **bio19** – кількість опадів найхолоднішого кварталу, precipitation of coldest quarter (mm).

Відібрані показники достатньо повно описують складові клімату, які можуть бути потенційно важливими для формування КДЛ. Переважна частина відібраних показників (bio1, bio3, bio4, bio5, bio6, bio11) стосуються температури і лише два показника (bio8, bio19) залежать одночасно від температури і опадів. Це опосередковано свідчить про більшу роль температури, аніж опадів, щодо впливу на диференціацію синтаксонів КДЛ і пояснюється розташуванням на північній межі ареалу *Quercetea pubescentis*, де кількість опадів не є лімітуючим фактором.

Показник bio1 характеризує термічний градієнт і подібний до показника Tm (терморезим) у екологічних шкалах [270]. Показники bio3 та bio4 стосуються континентальності клімату (bio3 – характеризує місячні коливання, bio4 – річний діапазон температур). Той факт, що були відібрані показники bio5 та bio6, пояснюється важливістю не стільки середньорічної температури, скільки максимальних та особливо мінімальних температур. Потрапляння до переліку відібраних показників bio8 та bio19 пояснюється тим, що важливим фактором є не стільки кількість опадів, скільки їх розподіл протягом року і співвідношення опадів та температури.

На рис. 7.8 показана ординаційна модель, одержана з використанням відібраних (як описано вище) біокліматичних показників (bio1, bio3 – bio6, bio8, bio11, bio19). Розрахунки проводилися з використанням функції `capscale` з пакету `vegan` [374] на основі тієї ж DAC (log-transformed data + Hellinger standardization + Euclidean distance), що використовувалася раніше для кластерного аналізу (розділ 7.2).

Ординаційна модель (db-RDA) з вісьмома (8 відібраних з 19)

кліматичними змінними є значимою ($p < 0.001$). Частка варіації, що пояснюється моделлю, є доволі високою (38.1%). Для повної моделі цей же показник становив 56.3%. Перша RDA-вісь пояснює приблизно 30% варіації, пов'язаної з кліматичними чинниками, і 11% загальної варіації. Власне значення (the eigenvalue) першої вісі RDA (2.95) у 2.15 рази більше, ніж власне значення першої вісі непрямой ординації PCA (1.37), яка відображає частку "залишкової" варіації, не пов'язаної з кліматом. Еліпси, які відповідають кластерам КДЛ, не перекриваються (рис. 7.8), їх кліматичні "ніші" є чітко відмежованими. Усе це свідчить про значну роль кліматичних чинників у диференціації синтаксонів КДЛ.

Кластер А (*Quercetalia pubescentis*) та F (*Lathyro-Quercion*) розташувалися на протилежних кінцях вісі RDA1 і є найбільш контрастними у відношенні специфіки клімату і видового складу.

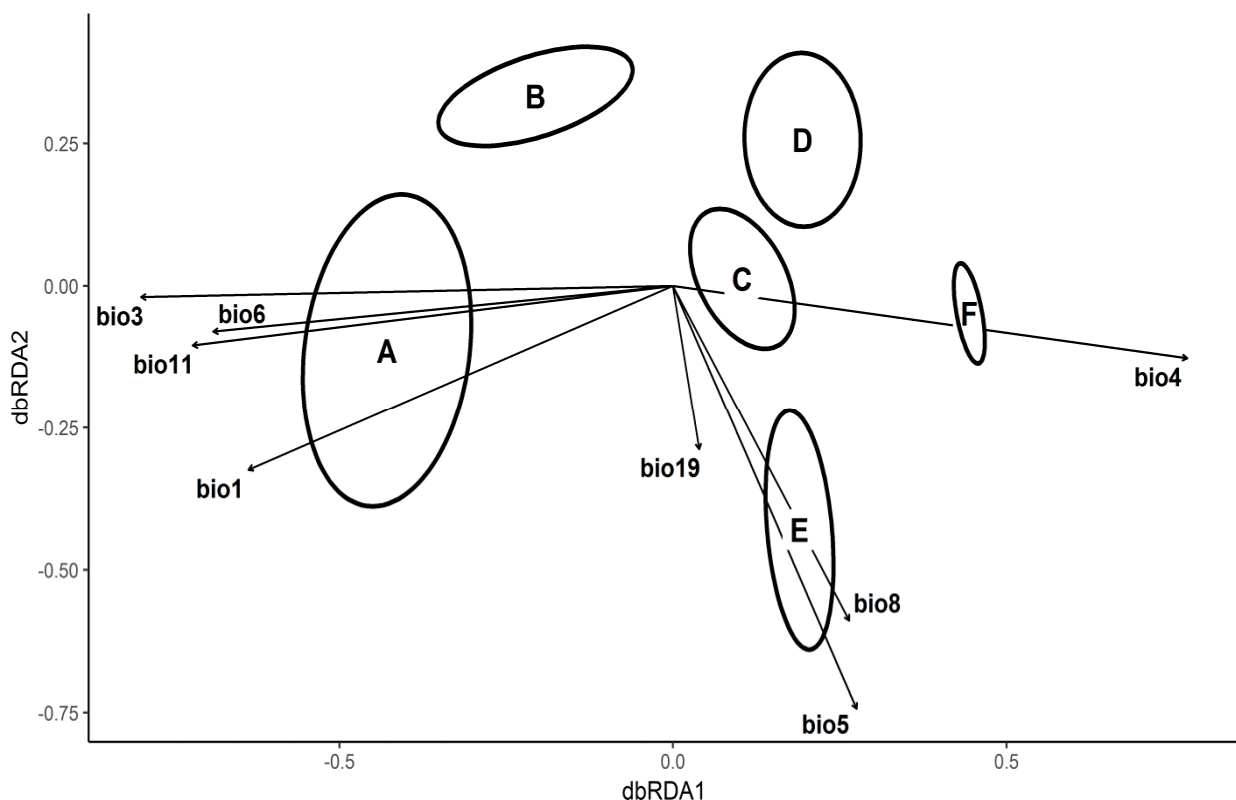


Рисунок 7.8. Ординаційна db-RDA модель оцінки впливу кліматичних чинників на синтаксономічну диференціацію ксеромезофітних дубових лісів НД5 (табл. А.1)

Перша (головна) вісь переважно опосередкована впливом континентальності клімату. Про це свідчить положення векторів bio3 / bio4, які мають найменший кут з віссю RDA1 (рис. 7.8) і є складовими континентальності клімату. Так, у західній частині регіону діапазон значень ізотермічності (bio3) становить 29 – 31, а у східній, на Південному Уралі – значно менше 23 – 24 (табл. Б.4). Відмінності за показником bio4 ще більші: у кластеру А він коливається у межах 71 – 79, а для кластеру F у межах 127 – 133 (табл. Б.4).

Зв'язок вісі RDA1 з біокліматичними змінними bio6 (мінімальна температура найхолоднішого місяця) та bio11 (середня температура найхолоднішого кварталу) вказує на те, що низькі зимові температури є лімітуючим фактором поширення термофільної субсередземноморської флори КДЛ на схід, углиб континенту. Вектор bio19, який характеризує кількість опадів, має меншу довжину, у порівнянні з векторами температурних факторів.

Найбільш відмежованими вздовж вісі RDA2 є кластери В (*Potentillo-Quercion*) і Е (*Scutellario-Quercion*). Вісь RDA2 пов'язана переважно зі змінними bio5 та bio8. Роль цих факторів пояснюється впливом на диференціацію КДЛ максимуму температур і опадів у літню пору року, і відображає зональний градієнт з півночі на південь. У цьому відношенні кластери В і Е становлять найбільшу протилежність. Фактори bio5 та bio8 частково корелюють, оскільки найбільша кількість опадів припадає на літню пору, яка включає також річний максимум температур.

На рис. 7.9 показане дерево класифікації кластерів ксеромезофітних дубових лісів у відношенні біокліматичних змінних. Як зазначалося (розділ 4.6), на кожному кроці алгоритм CART відбирає змінну (фактор), за якою (яким) остаточно сукупність є найбільш гетерогенною. З кожним кроком максимізується однорідність усередині наступного вузла. Відібрані класифікатором біокліматичні змінні можна тлумачити як такі, за якими у найбільшій мірі диференційовані "ніші" синтаксонів КДЛ.

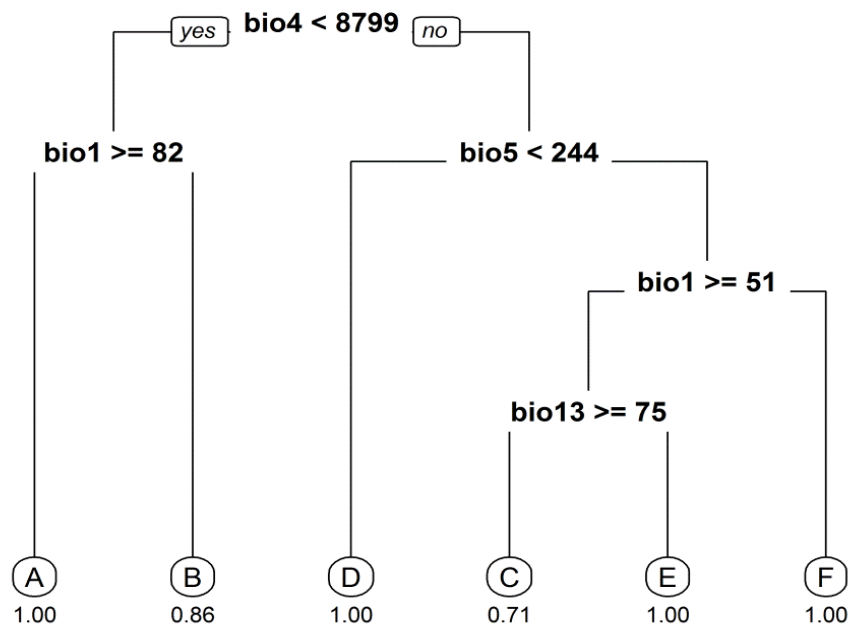


Рисунок 7.9. Дерево класифікації (CART) кластерів ксеромезофітних дубових лісів (КДЛ) побудоване за біокліматичними змінними

Позначення змінних: *bio1* – середньорічна температура, *bio4* – температурна сезонність, *bio5* – максимальна температура найтеплішого місяця, *bio13* – кількість опадів найвологішого місяця. Позначення кластерів КДЛ відповідають рис. 7.5

На найвищому рівні класифікатор визначив змінну *bio4* як таку, диференціація за якою є найбільш чіткою у межах загального пулу синтаксонів КДЛ. У цьому відношенні моделі CART (рис. 7.9) і db-RDA (рис. 7.8) схожі, адже у обох показник *bio4* класифікується як провідний щодо впливу на флористичні відмінності КДЛ. На першому рівні КДЛ поділяються на дві групи (гілки) – центральноєвропейську (кластери А і В) і решту синтаксонів (кластери С – F), включаючи східноєвропейські КДЛ і південно-уральський *Lathyro-Quercion*.

У першій групі поділ на другому рівні свідчить диференціацію кластерів А (*Quercetalia pubescentis*) і В (*Potentillo-Quercion*) за середньорічною температурою (*bio1*). Температурна "межа" між кластерами А і В відповідає приблизно ізотермі середньорічної температури 8.2 °C (прим. – значення *bio1* та *bio5* необхідно ділити на 10 для переведення у градуси Цельсія). У другій групі східноєвропейських КДЛ чітко відділяється

кластер D. Цей поділ відбувається при значенні $bio5 < 24.4$ °C (максимальна температура найтеплішого місяця). Подальший поділ на третьому рівні свідчить про диференціацію кластеру F (Південний Урал), який відділяється ізотермою середньорічної температури менше $5,1$ °C. Як бачимо, метод CART (розділ 4.6) дозволяє описати/охарактеризувати кліматичні/екологічні "ніші" синтаксонів та їх груп і визначити граничні значення екологічних амплітуд.

Класифікатор розрізняє усіх шість кластерів КДЛ, оскільки усі вони є у термінальних вузлах (A – F). Чистота термінальних вузлів є високою і коливається від 0.71 до 1.00 (максимально можливе значення безпомилкової класифікації). Високі показники чистоти термінальних вузлів свідчать про чіткість поділу (диференціації) об'єктів (синтаксонів КДЛ) у просторі ознак (біокліматичні змінні).

Отже, CART і db-RDA моделі вказують на значну роль кліматичних чинників у синтаксономічній диференціації КДЛ. Біокліматичні змінні $bio1$, $bio4$, $bio5$ були визначені двома незалежними і принципово різними алгоритмами як такі, що суттєво впливають диференціацію флористичного складу КДЛ.

7.6 Фітосоціологічний аналіз синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

Фітосоціологічний аналіз базується на дослідженні співвідношення у видовому складі фітоценозу чи синтаксону видів різних класів рослинності (розділ 6). Ксеромезофітні дубові ліси (КДЛ) – класичний приклад синтаксономічного екотону, "суміші" видів різних класів.

Частки видів різних класів рослинності у видовому складі КДЛ суттєво залежать від характеру контактних угруповань. Таке "оточення" (фон) у ксеромезофітних дубових лісів є дуже різноманітним і різним у різних регіонах/природних зонах: соснові ліси, лучно-степова і степова рослинність, ксерофітна чагарникова рослинність (скраб), петрофітні степи,

широколистяні ліси. Флористичні елементи контактних угруповань цих типів рослинності неодмінно проникають і трапляються у видовому складі КДЛ. Спостерігається поступове послаблення позицій класу *Quercetea pubescentis* у фітосоціологічній структурі синтаксонів у напрямку віддалення від основного субсередземноморського центру різноманіття класу і поступове заміщення видами інших класів із наближенням до центрів/оптимумів їх різноманіття. На межі ареалу термофільних лісів усе більш закономірним стає питання: а чи дійсно угруповання/синтаксони КДЛ слід розглядати у класі *Quercetea pubescentis*?

Для того, щоб з'ясувати місце КДЛ у системі класів рослинності, проаналізуємо як змінюється співвідношення видів різних класів рослинності у видовому складі синтаксонів у різних частинах регіону порівняльного аналізу (рис. 7.1). Для кожного виду враховувалася його класифікація щодо одного або декількох класів системи Браун-Бланке за даними EuroVegChecklist [368]. Види, афінні класам антропогенної рослинності (*Artemisietea vulgaris*, *Galio-Urticetea*, *Robinietaea* та ін.), було класифіковано у агрегатній категорії "ANT". Частки видів різних класів рослинності у видовому складі синтаксонів КДЛ наведені у табл. Б.3. Із загального списку класів рослинності, види яких є у об'єднаному флористичному списку КДЛ, було вилучено другорядні класи, частка видів яких не перевищувала 0.05 (5%) у жодного з 45 проаналізованих синтаксонів. Після цього перелік класів рослинності, види яких відіграють значну роль у формуванні флористичного складу КДЛ, нарахував 8 класів природної рослинності: 4 класи лісової – *Carpino-Fagetea* (FAG), *Quercetea pubescentis* (PUB), *Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae* (BRA), *Quercetea robori-petraeae* (QUE); 3 класи трав'яної – *Molinio-Arrhenatheretea* (MOL), *Festuco-Brometea* (FES), *Trifolio-Geranietea* (GER); 1 клас чагарникової – *Crataego-Prunetea* (RHA) і одну збірну категорію для класів антропогенної рослинності – ANT.

Частки видів різних класів аналізувалися як фітосоціологічні змінні, які характеризують положення КДЛ відносно класів системи Браун-Бланке.

Вектори різних класів рослинності було спроектовано у площину двох перших вісей неметричного багатовимірного шкалювання NMDS, які відображають основну частину варіації флористичного складу синтаксонів (рис. 7.10). Довжина векторів фітосоціологічних змінних вказує на ступінь диференціації синтаксонів за частками видів тих чи інших класів, а напрямок векторів – на переважне зосередження видів того чи іншого класу рослинності у відповідних кластерах КДЛ.

Оцінку зв'язку фітосоціологічних змінних з ординаційними вісями (кореляційно-регресійний аналіз) проводили з використанням функції `envfit` пакету `vegan` [374]. Усі позначення класів рослинності відповідають EVC (<https://www.synbiosys.alterra.nl/evc/>, дата доступу 09.07.2020).

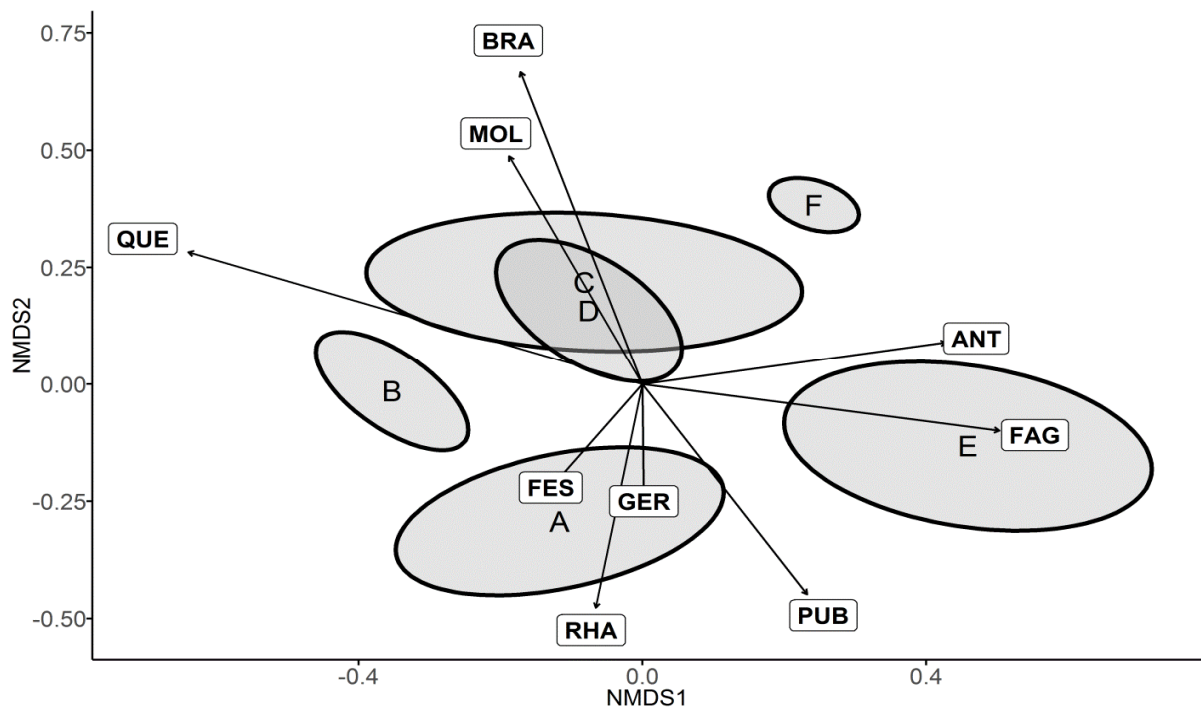


Рисунок 7.10. Діаграма NMDS-ординачії синтаксонів КДЛ та проєкції векторів фітосоціологічних змінних у площині двох перших ординаційних вісей. Еліпси відповідають кластерам КДЛ (рис. 7.5)

Результати оцінки взаємозв'язку фітосоціологічних змінних з ординаційними вісями наведені в табл. 7.3. Фітосоціологічні змінні

відсортовані і ранжовані за значеннями r^2 (коефіцієнту детермінації).

Таблиця 7.3

**Оцінка взаємозв'язку фітосоціологічних змінних з вісями NMDS
ординації**

Скорочення	Клас рослинності	NMDS1	NMDS2	r^2	r^2 .ranked
QUE	<i>Quercetea robori-petraeae</i>	-0.71	0.31	0.60	1
BRA	<i>Brachypodio-Betuletea</i>	-0.19	0.74	0.58	2
MOL	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	-0.21	0.54	0.33	3
FAG	<i>Carpino-Fagetea</i>	0.56	-0.11	0.32	4
PUB	<i>Quercetea pubescentis</i>	0.26	-0.50	0.31	5
RHA	<i>Crataego-Prunetea</i>	-0.07	-0.53	0.28	6
ANT	Antropogenous classes	0.47	0.10	0.23	7
FES	<i>Festuco-Brometea</i>	-0.13	-0.22	0.07	8
GER	<i>Trifolio-Geranietea</i>	0.00	-0.25	0.06	9

Вектор PUB спрямований переважно у бік кластеру А (рис. 7.10). Отже, положення кластеру А у класі *Quercetea pubescentis* є найбільш "виправданим" з точки зору співвідношення видів різних класів. У бік кластеру А спрямовані також вектори інших "термофільних" класів – *Trifolio-Geranietea* (GER), *Festuco-Brometea* (FES) та *Crataego-Prunetea* (RHA). Частина видів *Trifolio-Geranietea* є значною у всіх синтаксонів (табл. Б.3).

Ацидофільні види *Quercetea robori-petraeae* зосереджені в основному у синтаксонів більш північного і особливо західного поширення. Вектор QUE напрямлений у бік кластерів В, С, D: *Potentillo-Quercion*, *Convallario-Quercion*, *Betonico-Quercion* відповідно. У бік кластерів С і D спрямований вектор BRA, тобто у східному і північному напрямку збільшується вплив бетулетальної історичної свити [106, 113], еквівалентом якої у системі Браун-Бланке є клас *Brachypodio-Betuletea* [101, 102]. У бік кластеру Е (*Scutellario-Quercion*) направлений вектор класу *Carpino-Fagetea* (FAG). Збільшення частки видів останнього класу є відносним, оскільки відбувається переважно не за рахунок збільшення кількості неморальних видів, а внаслідок зменшення кількості термофільних видів.

Кути між векторами класів Браун-Бланке вказують на наявність спряженості (кореляцій) у зміні часток видів різних класів. Це пояснюється подібністю або навпаки відмінностями екологічних умов формування відповідних класів рослинності. Зокрема, вектори QUE (ацидофільний тип) і FAG (нейтрофільний тип) спрямовані у протилежний бік майже під кутом 180° (зворотна кореляція). Зворотна кореляція спостерігається також між частками видів BRA (кріоксерофільний тип) і PUB (термофільний тип), вектори яких мають протилежний напрямок (рис. 7.10). Малий кут між векторами BRA і MOL свідчить про кореляцію часток видів цих класів. Хоча клас *Molinio-Arrhenatheretea* вважають азональним, але більше поширення і різноманітність він має на півночі у лісовій зоні, що пояснює кореляцію з гемібореальним класом *Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae*.

7.7 Анотація розділу

Порівняльний аналіз синтаксонів з використанням синоптичного підходу має свої особливості. Локальні фітоценотичні індикатори (ярусна структура, крутизна і експозиція схилів, домінанти і т.п.) не можуть бути враховані і лишаються "поза кадром". Внаслідок переходу від рівня фітоценозів до рівня синтаксонів значною мірою взаємно компенсуються і зменшуються флуктуації, суб'єктивності та помилки, якими "зашумовані" фітоценотичні дані (неповночленність описів рослинності, потрапляння випадкових видів, флуктуації і суб'єктивність/окомірність проєктивного покриття, не фіксація і неідентифікація частини видів). В цілому, це дає вигоду у відношенні якості даних за рахунок стабілізації, повноти виявлення та нівелювання випадковостей у даних. Обидва підходи (фітоценотичний і синоптичний) не заперечують, а лише доповнюють один одного, адже синоптичний підхід не можливий без попереднього збору та аналізу даних на рівні окремих фітоценозів.

Кількісні методи аналізу структури синоптичної матриці лише частково повторюють підходи, що використовуються на фітоценотичному

рівні, але і вони мають свої особливості. Зокрема, у методі фітоіндикації інші критерії зважування видів (показники трапляння). У кластерному аналізі ефективність було підтверджено для методу групування Варда (Ward's method) на основі аналітичної комбінації log-transformed data + Hellinger standardization + Euclidean Distance. Можна припустити ефективність також інших методів "компактної" кластеризації, зокрема гнучкої бети, у разі застосування до стандартизованих синоптичних даних. Метод Twinspan, який базується на DCA, не довів свою ефективність у відношенні синоптичних матриць.

Сортувальна процедура у синоптичних матриць з їх довгими (значно довгими, ніж у фітоценотичних матриць) списками видів має свої особливості. У випадку ксеромезофітних дубових лісів (модельний об'єкт), високу ефективність продемонстрував багаторівневий аналіз паттерну індикаторних видів, скорочено метод multipatt-класифікації (multi-level pattern analysis of indicator species). Той факт, що види реорганізувалися у чітко виражені multipatt-групи, свідчить про існування внутрішньої багаторівневої структури КДЛ. Кількість multipatt-груп/блоків видів (17) значно перевищує кількість самих кластерів (6). Наявність multipatt-паттерну було підтверджено аналізом повноти/щільності діагностичних блоків та оцінки асоційованості діагностичних видів з кластерами КДЛ.

Метод фітоіндикації може бути поширений на рівень синоптичних даних, але розрахунки проводяться для агрегованих флористичних даних. З одного боку, при цьому досягаються надійніші оцінки за рахунок більшої кількості видів (більш повної флористичної "проби"); зважування видів статистичним показником трапляння, який має менші флуктуації і завдяки можливості виключити з розрахунків види низького трапляння. З іншого боку, перехід на вищий синоптичний рівень позбавляє можливості оцінки конкретних видів місцевості у реальному (географічному) просторі, і є переходом до оцінки екологічних ніш синтаксонів, тобто у абстрактному (синтаксономічному) просторі.

У випадку даних широкого географічного діапазону доцільним є паралельне оцінювання з використанням екологічних шкал, розроблених для різних регіонів, наприклад Г. Еленберга та Я. Дідуха. Хоча вони розроблені для центральноєвропейської та української флори, але це не створює протиріч в оцінці синтаксонів КДЛ і дозволяє повніше врахувати особливості видового складу угруповань з віддалених територій, зокрема більш західних і східних видів.

Роль кліматичних факторів у синтаксономічній диференціації КДЛ було підтверджено з використанням біокліматичних змінних і прямої (вимушеної) ординації. Частка варіації флористичного складу, яка пояснюється db-RDA моделлю з урахуванням 8 біокліматичних змінних, становила 38.1%, що є значним. Найбільший вклад у db-RDA модель мали змінні bio3 та bio4, які залежать від континентальності клімату. До переліку провідних увійшли також фактори, які залежать від мінімальних зимових температур (bio6, bio11). Отже, континентальність і кріорежим у найбільшій мірі визначають флористичні відмінності синтаксонів КДЛ. Вочевидь, що останній відіграє роль лімітуючого фактору у відношенні теплолюбних середземноморських видів у ценофлорі КДЛ і спричиняє їх поступове заміщення у східному напрямку видами степовими (континентальними).

Синтаксономічне положення КДЛ, об'єднаних нині широкою концепцією "*Quercetea pubescentis*", є тим більш неоднозначним, чим більш віддаленими від центру різноманіття цього класу є синтаксони. Особливо це стосується північного і східного напрямку, оскільки саме вони співпадають із градієнтами континентальності і кріорежиму у Європі. Загальний паттерн векторів фітосоціологічних змінних (рис. 7.10) свідчить про існування щонайменше чотирьох напрямків, а одночасно і типів/підтипів КДЛ, відмінних у екологічному і фітосоціологічному відношенні: PUB-термофільного, QUE-ацидофільного, FAG-нейтрофільного і BRA-кріоксерофільного.

За фітосоціологічною структурою ксеромезофітні дубові ліси – це

приклад синтаксономічного екотону, тому не виключається помилковість віднесення деяких з проаналізованих нами синтаксонів КДЛ до класу *Quercetea pubescentis*. Але остаточні відповіді можуть дати лише дослідження із залученням у порівняльний аналіз даних з країн Балканського п-ова, Італії, півдня Франції, західної частини Турції, Криму. Втім, концепції Браун-Бланке не протирічить визнання за перехідними угрупованнями окремого синтаксономічного статусу, якщо такі екотонні синтаксономічні одиниці є досить стійкими формуваннями і мають визначений ареал.

Кластерний аналіз синтаксонів КДЛ (рис. 7.5) свідчить про необхідність розділення ксеромезофітних дубових лісів центральноєвропейської і східноєвропейської флористичних провінцій. До наших досліджень в українських і російських публікаціях їх включали (здебільшого помилково для східних регіонів) до союзів *Quercion petraeae* та *Aceri tatarici-Quercion*. На території України останні мають обмежене поширення лише в західних і південно-західних регіонах у межах впливу центральноєвропейської флори. Більш детальну характеристику східноєвропейських союзів *Betonico officinalis-Quercion roboris* та *Scutellario altissimae-Quercion roboris* буде подано у наступних розділах 8 (на рівні союзів) і 9 (на рівні асоціацій).

РОЗДІЛ 8

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНІВ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ НА РІВНІ СОЮЗІВ

Термофільні (ксеромезофітні) дубові ліси традиційно розглядають у класі рослинності *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959. Вони є переважаючим типом рослинності у південних регіонах Європи – на Балканському півострові [248, 410, 422], в Італії [228, 381], Франції [230, 420], північній Іспанії [389], Угорщині [233, 234, 311, 320, 329, 330, 349, 384, 433, 434], Румунії [314, 400]. У Центральній та Західній Європі ксеромезофітні дубові ліси поширені спорадично і займають лише найбільш сприятливі місцезростання, зокрема у Польщі [317, 318, 327, 342, 358], Німеччині [372], Чехії, Словаччині [254, 254, 392–396], Австрії [369]. Поширення цих лісів у північні регіони Європи пов'язують з постгляціальним кліматичним оптимумом [281].

У коментарях на веб-сторінках ресурсу EVC (<https://www.synbiosys.alterra.nl/evc/>, дата доступу 25.04.2020) при характеристиці класу *Quercetea pubescentis* зазначається: "Several authors (e.g. Willner & Grabherr 2007; Trinajstić 2008; Rivas-Martínez et al. 2011) prefer to include the content of this class within the 'Querco-Fagetea'. (LM).", а при характеристиці центрального порядку *Quercetalia pubescenti-petraeae*: "The large number of alliances and the obvious syntaxonomic heterogeneity of this order call for a profound pan-European syntaxonomic revision. (LM, WW)". Тобто на найвищих синтаксономічних рівнях зазначається гетерогенність сучасної широкої концепції класу *Quercetea pubescentis*.

8.1 Дискусійні питання синтаксономії ксеромезофітних дубових лісів у Східній Європі

Синтаксономічне положення КДЛ Східної Європи є неоднозначним. Безперечно, вони мають зв'язок із термофільними лісами південної Європи,

які були детально описані П. Якучем [319]. В Україні подібні угруповання зростають у Криму, де займають нижню частину лісового поясу на висотах від 450 м до 750 м [269]. При просуванні на північ кількість термофільних (макротермних) видів швидко зменшується. Тому термін "термофільні ліси" стає умовним і використовують назви "світлі", "геміксерофітні", "кверцетальні", "ксеромезофітні" дубові ліси.

Єдиний вид дуба, що домінує у цих лісах на сході України – *Quercus robur*. На відміну від Центральної і особливо Південної Європи, багато середземноморських та середземноморсько-малоазійських видів (*Quercus cerris*, *Q. frainetto*, *Q. faginea* та ін.) відсутні. Дубові ліси з *Q. pubescens* на Україні трапляються лише в західній частині Одеської області та в Гірському Криму, а з *Q. petraea* в Криму, Наддністрянщині і в Закарпатській області [12].

В українських і російських публікаціях традиційно КДЛ включають до складу двох союзів – *Aceri tatarici-Quercion Zólyomi* 1957 та *Potentillo albae-Quercion petraeae* Jakucs in Zólyomi 1967. Останній у EVC вважається синонімом *Quercion petraeae* Issler 1931 [368]. Але як було показано у розділі 7, існує більше підстав розглядати окремо субатлантичний *Quercion petraeae*, описаний з Верхнього Рейну [315] на межі Франції та Германії, та субконтинентальний *Potentillo-Quercion* з околиць Ноймарку (Неймарку) у Східній Німеччині поблизу межі з Польщею [351].

Асоціацію *Potentillo albae-Quercetum petraea* часто наводять у європейських публікаціях, зокрема для Чехії [252], Словаччини [393, 394], Румунії [314], Польщі [327, 342, 358]. В Україні *Potentillo-Quercetum* включають у синтаксономічні схеми Західного [148], Центрального [145], Новгород-Сіверського (Східного) Полісся [149], тобто суцільною смугою, але у північній (лісовій) частині. У останньому виданні продромусу України [155] у складі союзу *Quercion petraeae* наводиться лише одна асоціація *Potentillo albae-Quercetum petraeae* Libbert 1933, хоча це не може відображати усієї різноманітності цього союзу у межах великої української території.

У середині минулого сторіччя, відомий угорський геоботанік Б. Золуйомі описав декілька географічних варіантів під назвою "*Aceri tatarici-Quercetum*", з яких один був відмічений ним як "*Aceri tatarici-Quercetum roboris (rossicum)*" [433, с. 412–421]. Щодо останнього автор спирався на дані українських вчених Ф. Гриня [89] та М. Котова [119] з Луганської та Донецької обл. України. У першоджерелах ці описи були позначені як соціація *Quercus robur* – *Acer tataricum* – *Lithospermum purpureo-coeruleum*. Завдяки недавнім роботам угорських геоботаніків стали відомі неопубліковані раніше матеріали Б. Золуйомі [349, 434]. Хоча одиниці, які виділив Б. Золуйомі і не є асоціаціями відповідно до МКФН, але аналіз цих публікацій свідчить, що не український (понтичний), а угорський (паннонський) тип розглядався автором союзу як базовий у *Aceri tatarici-Quercion*.

Таким чином, в Україні існують два типи КДЛ, які відповідають рівню союзів. Перший (південний) тип – *Aceri tatarici-Quercion sensu auct. ucrain. et ross.* об'єднує байрачні і нагірні (плакорні) діброви півдня лісостепової та степової зон. Вони формуються на сухих, багатих ґрунтах (темно-сірих лісових та опідзолених чорноземах) з переважанням у видовому складі мегатрофних ксеромезофітів (*Lithospermum purpuro-caeruleum*, *Melica picta*, *Carex michelli* і т.п.). Другий (північний) тип – *Quercion petraeae sensu auct. ucrain. et ross.*, об'єднує терасові діброви на бідних піщаних ґрунтах. Союз *Quercion petraeae* у Центральній Європі трактують як "ацидофільні дубові ліси" [368]. Такими ж з екологічної точки зору вони є і в Україні, але з флористичної точки зору суттєво відрізняються, що було підтверджено з використанням кластерного аналізу (розділ 7.2).

Згідно дефініцій у EVC, союз *Quercion petraeae* є "центральноевропейським", а *Aceri tatarici-Quercion* – "паннонсько-понтичним" [368]. Отже, східноєвропейська (Сарматська) провінція [364], переважна частина лісової та лісостепової зони України, знаходяться поза межами обох союзів – *Quercion petraeae* і *Aceri tatarici-Quercion*. Істотні

флористичні відмінності центральноєвропейських та східноєвропейських КДЛ зазначалися раніше [17, 19].

8.2 Порівняльний аналіз ксеромезофітних дубових лісів у різних регіонах Європи за екологічними показниками

У табл. 8.1 наводяться середні значення фітоіндикаційних балів, розрахованих для груп (кластерів) синтаксонів КДЛ, виділених за результатами кластерного аналізу (рис. 7.5). Фітоіндикаційні бали, одержані для кожного з 45 синтаксонів КДЛ, наведені в додатку Б.3.

Таблиця 8.1

Фітоіндикаційна оцінка кластерів КДЛ з використанням шкал Я. Дідуха (dHd – dKn) та Г. Еленберга (eHd – eKn)

кластер	eHd	dHd	eRc	dRc	eNt	dNt	eLc	dLc	eTm	dTm	eKn	dKn
A	4.29	41.96	6.37	45.37	3.90	47.42	6.28	65.44	5.58	58.55	4.07	40.34
B	4.67	44.69	5.99	43.14	3.83	45.96	5.93	60.46	5.29	55.46	4.09	38.74
C	4.62	44.67	6.38	44.62	4.29	48.84	5.94	59.58	5.50	55.60	4.24	40.66
D	4.78	44.95	6.33	44.14	4.26	48.90	6.23	63.92	5.45	54.60	4.26	40.78
E	4.70	44.43	7.02	48.54	5.25	56.31	5.69	56.82	5.66	57.60	4.06	41.92
F	4.69	43.45	6.84	46.54	4.66	50.56	5.98	62.46	5.32	54.71	4.51	44.85
min	4.29	41.96	5.99	43.14	3.83	45.96	5.69	56.82	5.29	54.60	4.06	38.74
max	4.78	44.95	7.02	48.54	5.25	56.31	6.28	65.44	5.66	58.55	4.51	44.85
range	0.49	2.99	1.03	5.4	1.42	10.35	0.59	8.62	0.37	3.95	0.45	6.11
which.min	A	A	B	B	B	B	E	E	B	D	E	B
which.max	D	D	E	E	E	E	A	A	E	A	F	F

Позначення кластерів відповідають дендрограмі (рис. 7.5). Максимальні значення за кожним екофактором позначені жирним шрифтом, мінімальні – курсивом

У екологічному ряду за вологістю (Hd) протилежні кінці градієнту займають кластери A (*Quercetalia pubescentis*) та D (*Betunico-Quercion*). Враховуючи, що КДЛ займають топографічно верхні частини схилів, вододіли, гірські схили і т.п., вологість ґрунтів залежить в основному від кліматично обумовленого рівня (опадів), оскільки ґрунтові води у таких місцях залягають глибоко. Тому простежується кореляція значень Hd ґрунтів з розташуванням синтаксонів у напрямку з півночі на південь (рис. 7.1).

Чітко виділяються дві групи КДЛ за кислотністю – ацидофітна, кластер В (*Potentillo-Quercion*) і базифітна, кластер Е (*Scutellario-Quercion*). Пояснити це можна гумідним кліматом Центральної Європи, який сприяє кислотності ґрунтів у випадку кластеру В, і, навпаки, формуванням частини синтаксонів кластеру Е на карбонатних субстратах (Донецький кряж, Середньоруська височина).

У екологічному ряду за світловим режимом (Lc) найбільше відрізняються кластери А (*Quercetalia pubescentis*) та Е (*Scutellario-Quercion*). В лісових угрупованнях показник Lc залежить від зімкнутості деревостану. Союз *Scutellario-Quercion* об'єднав більш сциофітні угруповання. Частка фагетальних видів у цьому союзі є більшою, оскільки вектор FAG (*Carpino-Fagetea*) чітко спрямований у бік кластеру Е (рис. 7.10).

Екологічні ряди синтаксонів КДЛ за показником терморезиму (Tm) відрізняються за результатами оцінки з використанням шкал Г. Еленберга і Я. Дідуха – різними є кластери, де досягаються максимуми/мінімуми значень (два нижніх рядки табл. 8.1). Це стосується також оцінок за континентальністю (Kn). На нашу думку, у обох факторів більш ґрунтовними є ряди, одержані з використанням шкал Я. Дідуха (dTm, dKn). Так, вищий рівень термофільності КДЛ кластеру А, аніж у кластеру Е, пов'язаний з розташуванням першого у паннонському регіоні. Мінімальне значення континентальності у кластеру В є більш логічним, аніж у кластеру Е, оскільки кластер В більш західний, центрально-європейський.

Якщо проаналізувати різницю між мінімальним і максимальним значенням у кожного екофактору, то відрізок градієнту, у межах якого формуються КДЛ, є найменшим у фактору вологості (2.99 бали), а максимальний діапазон значень у показника азоту Nt (10.35 бали) (табл. 8.1). Досить значним є діапазон за світловим режимом Lc (8.62 бали). Ксеромезофітні дубові ліси, які традиційно вважаються світлим (кверцетальним) типом, насправді істотно різняться за цим показником – більш розрідженими вони є на півдні, де опадів випадає менше, до середньо-

зімкнутих у більш північних регіонах, де умови сприятливіші для деревної рослинності. Діапазон значень за континентальністю (6.11 балів) виявився дещо більшим, ніж за терморежимом (3.95 балів), оскільки регіон досліджень має довшу вісь у напрямку захід-схід, аніж північ-південь.

8.3 Порівняння синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів за частками видів різних класів рослинності

У табл. 8.2 наводяться середні значення часток видів різних класів рослинності для груп синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів, виділених за результатами кластерного аналізу (рис. 7.5). Середні значення розраховані за даними табл. Б.3.

Два кластери, у яких частка видів *Quercetea pubescentis* (PUB) сягає найбільших значень по вертикалі – А і Е (табл. 8.2). Обидва вони тяжіють до південних регіонів – ЦЄПд і СЄПд. Але на перше місце, якщо порівнювати по горизонталі з частками видів інших класів, клас PUB виходить лише у кластеру А (паннонський регіон), тоді як у кластеру Е (понтичний регіон) позиції *Quercetea pubescentis* у ФЦС послаблюються на фоні інших класів, і на перше місце виходить *Carpino-Fagetea* (FAG). Найменша частка PUB (0.13) спостерігається у кластеру F, найбільш віддаленого від середземноморського регіону у східному напрямку. Якщо порівнювати частки першого і другого класів ФЦС, то чіткого домінування *Quercetea pubescentis* не спостерігається навіть у кластеру А – частка видів PUB складає менше чверті (0.24) і відрізняється від частки другого класу (GER) лише на 0.02 (2%) (табл. 8.2). Більші частки видів класу *Quercetea robori-petraeae* (QUE) спостерігаються у кластерів В і С у більш північних регіонах – ЦЄПн, СЄПн. При цьому ацидофільний характер ценофлори (*Maianthemum bifolium*, *Potentilla erecta*, *Rubus saxatilis*, *Vaccinium myrtillus* та ін.) більш виражений у кластеру В. Це підтверджується даними фітоіндикації (табл. 8.1) і напрямком вектору R_c у бік цього кластеру (рис. 7.7).

Таблиця 8.2

**Розподіл часток видів різних класів Браун-Бланке у видовому складі
синтаксонів КДЛ у різних регіонах Європи**

Кластер	Регіон	PUB	QUE	FAG	BRA	GER	MOL	FES	RHA	Три перші класи
A (<i>Quercetalia pubescentis</i>)	ЦЄПд	0.24	0.09	0.20	0.05	0.22	0.06	0.05	0.09	PUB+GER+FAG
B (<i>Potentillo-Quercion</i>)	ЦЄПн	0.21	0.12	0.23	0.09	0.18	0.07	0.03	0.07	FAG+PUB+GER
C (<i>Convallario-Quercion</i>)	СЄПн	0.19	0.13	0.20	0.13	0.21	0.06	0.04	0.04	GER+FAG+PUB
D (<i>Betonico-Quercion</i>)	СЄПн	0.17	0.10	0.16	0.12	0.22	0.14	0.06	0.03	GER+PUB+FAG
E (<i>Scutellario-Quercion</i>)	СЄПд	0.23	0.06	0.29	0.06	0.18	0.04	0.04	0.10	FAG+PUB+GER
F (<i>Lathyro-Quercion</i>)	ПУр	0.13	0.04	0.17	0.20	0.21	0.12	0.11	0.02	GER+BRA+FAG
min		0.13	0.04	0.16	0.05	0.18	0.04	0.03	0.02	
max		0.24	0.13	0.29	0.20	0.22	0.14	0.11	0.10	
which.min		F	F	D	A	B,E	E	B	F	
which.max		A	C	E	F	A,D	D	F	E	

Максимальне значення у кожного класу (по вертикалі) позначено жирним шрифтом, мінімальне – курсивом; максимальне значення у кожного кластеру (по горизонталі) позначено подвійним підкреслюванням.

Позначення класів рослинності: PUB – *Quercetea pubescentis*, QUE – *Quercetea robori-petraeae*, FAG – *Carpino-Fagetea*, BRA – *Brachypodio-Betuletea pendulae*, GER – *Trifolio-Geranietea*, MOL – *Molinio-Arrhenatheretea*, FES – *Festuco-Brometea*, RHA – *Crataego-Prunetea*.

Умовні позначення регіонів: ЦЄПд – центральна і південна частина Європи, ЦЄПн – центральна і північна частина Європи, СЄПн – східноєвропейська частина, лісова і лісостепова зона, СЄПд – східноєвропейська частина, лісостепова і степова зона, ПУр – південно-уральський регіон

Кластери В і С відрізняються порядком розташування трьох перших класів у ФЦС (FAG+PUB+GER і GER+FAG+PUB, табл. 8.2), що вказує на різні кількісні співвідношення видів цих класів. У кластеру В, більш західного (ЦЄПн), більшою є частка видів *Carpino-Fagetea*, центр різноманіття якого знаходиться у західній і центральній Європі. У кластеру С, більш східного (СЄПн), на перше місце у ФЦС виходить клас *Trifolio-Geranietea*. Найбільші частки видів *Carpino-Fagetea* (FAG) спостерігаються у

кластерів В (ЦЄПн) і Е (СЄПд). Це стосується не абсолютної кількості неморальних видів, а співвідношення щодо кількості видів інших класів у ФЦС. Участь видів бетулетального комплексу у видовому складі КДЛ збільшується у напрямку на схід і сягає максимуму (0.2) у кластеру F (південно-уральський регіон).

У зміні часток видів різних класів спостерігається чітка закономірність. З наближенням до центру різноманіття/кліматичного оптимуму певного класу збільшується частка його видів. Клас *Brachypodio-Betuletea* (BRA) з основним центром на Південному Уралі і у Південному Сибіру сягає максимуму у кластеру F. Клас *Quercetea robori-petraeae* (QUE) з оптимумом у Центральній Європі – найбільш представлений у європейських КДЛ і зменшується у напрямку на схід. Клас *Quercetea pubescentis* (PUB) – на перше місце виходить лише у КДЛ паннонського регіону. Що стосується класу *Trifolio-Geranietea* (GER), який є класом азональної рослинності, то частка його видів є доволі високою у всіх синтаксонах/кластерах КДЛ і коливається у межах 0.18–0.22 (табл. 8.2). Цікаво, що найвищий ступінь остепнення флори КДЛ, якщо говорити про відносну частку видів *Festuco-Brometea* (FES), спостерігається у кластеру F. На просторах Євразії найбільші площі степової рослинності знаходяться в Україні, Росії, Казахстані та Монголії, отже степ – континентальний тип рослинності. Суворий клімат, особливо у гірських умовах Південного Уралу (кластер F), призводить до зменшення частки, а точніше майже повного випадіння термофільних видів, на фоні заміщення їх степовими (континентальними).

У цьому проявляється загальний біогеографічний континуум, оскільки класи рослинності, частки яких збільшуються, позначаються не лише на угрупованнях цих же класів, а й на угрупованнях інших класів. Це можна пояснити формуванням угруповань у межах певного регіону на фоні пулу конкретної флори, у якому змінюються співвідношення видів різних класів. І це неодмінно впливає на видовий склад угруповань усіх екологічно споріднених класів. Але такий вплив не є випадковим. Кажучи образно,

"обмін" видами відбувається у природі у зоні контакту угруповань різних класів рослинності. А угруповання яких класів найчастіше контактують у природі, уже залежить від специфіки місцевих умов рельєфу, ґрунтів і т.п.

8.4 Порівняльний аналіз ярусної структури ксеромезофітних дубових лісів у різних регіонах Європи

У цьому розділі ми порівнюємо синтаксони КДЛ за списками видів найвищого трапляння. Ми використовуємо термін "види найвищого трапляння" замість "домінанти" чи "ценозоутворювачі", хоча часто вони співпадають. Порівняльний аналіз проводився з урахуванням ярусного розподілу видів і окремо у межах трьох основних ярусів – деревного, чагарникового, трав'яного (поділ на підяруси не брався до уваги).

На першому етапі для кожного виду у табл. Б.2 було розраховано значення середнього трапляння у межах однієї групи (кластеру) синтаксонів КДЛ. Відсутність виду вважалася еквівалентною нульовому значенню трапляння. На другому етапі, види ранжувалися за значеннями середнього трапляння. Для кожного кластеру ми відібрали по 10 видів найвищого трапляння у кожному з ярусів (табл. Б.5). Її стовпчики відповідають кластерам КДЛ (рис. 7.5), значення – рангам трапляння видів, а у верхньому індексі вказані значення трапляння у відсотках. Щоб подати списки видів у більш компактному вигляді, у табл. 8.3 наводяться види перші чотири види найвищого трапляння для кожного з ярусів.

Як бачимо, у різних регіонах Європи суттєво відрізняються списки видів, що відіграють основну роль у формуванні угруповань. Наприклад, у центральноєвропейських КДЛ (кластери А і В), *Quercus petraea* виграє позиції у *Q. robur*, і більшу фітоценотичну роль має західний *Carpinus betulus*. Різноманіття роду *Quercus* також є найбільшим – *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. cerris*, *Q. pubescens*. Причому мова йде не просто про флористичний склад, а про види, які увійшли до провідної "четвірки" видів у кожному з ярусів. І серед них є види, які займають такі високі позиції лише у одному-

двох кластерах, тобто свою фітоценотичну активність реалізують у відносно вузькому географічному діапазоні. Наприклад, види, які потрапили до переліку провідних лише в одному кластері, причому не лише з урахуванням "четвірки", а "десятки" видів (табл. Б.5) – це *Quercus cerris*, *Q. pubescens*, *Prunus avium* (усі три види – у кластері А), *Fagus sylvatica* (лише кластер В).

Таблиця 8.3

Перші чотири види найвищого трапляння кластерів ксеромезофітних дубових лісів у різних регіонах Європи

Кластер	Регіон	Види найвищого трапляння
		Деревний ярус
А	ЦЄПД	<i>Quercus petraea</i> + <i>Q. robur</i> + <i>Q. cerris</i> + <i>Carpinus betulus</i>
В	ЦЄПН	<i>Quercus petraea</i> + <i>Q. robur</i> + <i>Pyrus communis</i> + <i>Carpinus betulus</i>
С	СЄПН	<i>Quercus robur</i> + <i>Pinus sylvestris</i> + <i>Acer platanoides</i> + <i>Populus tremula</i>
Д	СЄПН	<i>Quercus robur</i> + <i>Betula pendula</i> + <i>Populus tremula</i> + <i>Malus sylvestris</i>
Е	СЄПД	<i>Quercus robur</i> + <i>Acer platanoides</i> + <i>Fraxinus excelsior</i> + <i>Pyrus communis</i>
Ф	ПУр	<i>Quercus robur</i> + <i>Tilia cordata</i> + <i>Acer platanoides</i> + <i>Ulmus glabra</i>
Чагарниковий ярус		
А	ЦЄПД	<i>Ligustrum vulgare</i> + <i>Crataegus monogyna</i> + <i>Acer campestre</i> + <i>Prunus spinosa</i>
В	ЦЄПН	<i>Frangula alnus</i> + <i>Corylus avellana</i> + <i>Sorbus aucuparia</i> + <i>Juniperus communis</i>
С	СЄПН	<i>Euonymus verrucosus</i> + <i>Sorbus aucuparia</i> + <i>Frangula alnus</i> + <i>Acer tataricum</i>
Д	СЄПН	<i>Frangula alnus</i> + <i>Sorbus aucuparia</i> + <i>Euonymus verrucosus</i> + <i>Corylus avellana</i>
Е	СЄПД	<i>Euonymus verrucosus</i> + <i>Acer tataricum</i> + <i>A. campestre</i> + <i>Crataegus rhipidophylla</i>
Ф	ПУр	<i>Caragana frutex</i> + <i>Prunus padus</i> + <i>P. fruticosa</i> + <i>Rhamnus cathartica</i>
Трав'яний ярус		
А	ЦЄПД	<i>Poa nemoralis</i> + <i>Veronica chamaedrys</i> + <i>Clinopodium vulgare</i> + <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>
В	ЦЄПН	<i>Betonica officinalis</i> + <i>Veronica chamaedrys</i> + <i>Fragaria vesca</i> + <i>Clinopodium vulgare</i>
С	СЄПН	<i>Convallaria majalis</i> + <i>Melica nutans</i> + <i>Pteridium aquilinum</i> + <i>Geranium sanguineum</i>
Д	СЄПН	<i>Betonica officinalis</i> + <i>Convallaria majalis</i> + <i>Veronica chamaedrys</i> + <i>Melica nutans</i>
Е	СЄПД	<i>Poa nemoralis</i> + <i>Stellaria holostea</i> + <i>Carex muricata</i> + <i>Dactylis glomerata</i>
Ф	ПУр	<i>Brachypodium pinnatum</i> + <i>Stellaria holostea</i> + <i>Origanum vulgare</i> + <i>Phlomis tuberosa</i>

Позначення кластерів відповідають рис. 7.5, позначення регіонів див. табл. 8.2.

Входження видів до складу провідних у формуванні різних ярусів має зонально-провінціальні закономірності. Роль клена (*Acer platanoides*) помітно зростає у напрямку на схід – на 2-ге та 3-тє місце цей вид підіймається у кластерах С, Е і F. Роль сосни (*Pinus sylvestris*) у деревостані найвища у кластеру С. У кластерів А і В цей вид присутній, але займає лише другорядні 8-ме та 5-тє місця і повністю відсутній у кластеру Е (*Scutellario-Quercion*) (табл. Б.5). Осиково-березово-дубовим можна назвати переважаючий тип деревостану кластеру D (*Betonic-Quercion*). У ньому суббореальні *Betula pendula* і *Populus tremula* підіймаються до 2-го і 3-го місця. У інших кластерах В, С, F вони розташовуються на 4-9-му місцях, а у кластерах А і Е (ЦЄПд і СЄПд) – не увійшли до "десятки" взагалі. Переважаючий тип деревостану кластеру Е (*Scutellario-Quercion*) – ясеново-кленово-дубовий. Ясен (*Fraxinus excelsior*) підіймається на високе 3-тє місце лише у КДЛ понтичного регіону (кластер Е, СЄПд). Деревостан південно-уральських КДЛ (кластер F) – кленово-липово-дубовий (табл. 8.3). Зростання ролі липи (*Tilia cordata*) на Уралі неодноразово зазначалося [30, 87, 88, 113, 214]. Як бачимо з табл. 8.3, це стосується не лише липи, а й в'яза (*Ulmus glabra*). Він виходить на 4-тє місце, у кластері Е займає 8-ме місце, і випадає з "десятки" видів у інших кластерів (табл. Б.5). Загальна різноманітність деревних видів, що підіймаються до 10-того місця за показниками трапляння у різних частинах регіону порівняльного аналізу – 19 видів (табл. Б.5), а до 4-го місця піднімається 13 видів (табл. 8.3).

За основними видами чагарникового ярусу кластери КДЛ теж суттєво відрізняються. Чагарниковий ярус переважно "бірючиновий" у кластеру А, "крушиновий" – у кластерів В і D, "бородавчатобруслиновий" – у кластерів С і Е, та "карагановий" – у кластеру F. Як бачимо, різні кількісні співвідношення видів стосуються не лише деревного, а й чагарникового ярусу. І у цьому ярусі простежуються географічні (зонально-провінціальні) закономірності. *Ligustrum vulgare* є термофільним видом і тяжіє до кластеру А (ЦЄПд), *Frangula alnus* – ацидофільним і значну роль відіграє у більш

північних кластерів В і D (ЦЄПн і СЄПн), *Caragana frutex* – вид степовий та континентальний і значну роль відіграє у південно-уральського кластеру F. Клен польовий (*Acer campestre*) має вищі позиції у південних КДЛ (А і Е); клен татарський (*Acer tataricum*) – у східноєвропейських С, D і Е; зіновать (*Cytisus ruthenicus*) – у кластерах С, D і F (табл. Б.5). Західний вид *Crataegus monogyna* (кластери А і В) заміщується на сході *Crataegus rhipidophylla* (кластер Е). Види *Lembotropis nigricans*, *Rubus fruticosus* s.l. теж західні (атлантичні), беруть участь у формуванні КДЛ кластеру А (ЦЄПд). Загальна різноманітність чагарникових видів, що підіймаються до 10-того місця – 26 (табл. Б.5), а до 4-го місця – 15 видів (табл. 8.3).

Незважаючи на відсутність чітких домінантів у трав'яному ярусі ксеромезофітних дубових лісів, закономірності чергування провідних видів спостерігається і на цьому рівні. Загальна кількість трав'яних видів, що попали у "десятку" за значеннями трапляння становить 37 (табл. Б.5), а до 4-го місця підіймаються лише 16 видів (табл. 8.3). Але розподіл видів за кількістю кластерів, у яких вони відіграють помітну роль у структурі фітоценозів, дуже відрізняється. Одні види мають широкий географічний діапазон своєї високої фітоценотичної активності, а інші – вузький. Видами з найбільш широким поширенням у різних кластерах КДЛ є *Betonica officinalis*, *Clinopodium vulgare*, *Convallaria majalis*, *Veronica chamaedrys*, *Poa nemoralis*, *Melica nutans*, *Fragaria vesca*. Серед них, *Poa nemoralis* найбільшу роль відіграє у кластерах А і Е; *Betonica officinalis* – у кластерах В і D; *Convallaria majalis* – у кластерах С і D (табл. 8.3). Дуже відмінним є трав'яний ярус кластеру F. Сім видів увійшли до переліку видів найвищого трапляння лише в цьому кластері, причому більшість з них має східноєвропейський та частково південносибірський ареал (*Brachypodium pinnatum*, *Origanum vulgare*, *Phlomis tuberosa*, *Viola mirabilis*, *Calamagrostis arundinacea*, *Digitalis grandiflora*, *Carex pediformis*).

Отже, у різних частинах Європи КДЛ відрізняються не тільки загальним флористичним складом, а й кількісними співвідношеннями –

видами найвищого трапляння в усіх ярусах. Останні відіграють важливу роль у формуванні угруповань. Такими чином, диференціація КДЛ поширюється і на структуру угруповань, зокрема ярусну. А такі ознаки вже мають значно більшу вагу, аніж відмінності на рівні видів низького трапляння. Це доводить, що поділ КДЛ на групи за результати кластерного аналізу (рис. 7.5) слід розглядати на високих синтаксономічних рівнях – він не є суто флористичним, оскільки різняться ценозоутворювачі, ярусна структура і т.д.

8.5 Порівняльний аналіз географічних груп синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

Порівняльний аналіз географічних груп синтаксонів і виділення регіональних диференційних видів тісно взаємопов'язані. Метою такого аналізу є виділення груп видів, сумісне трапляння та зникання яких пов'язане з межами фітохоріонів і подібністю ареалів видів. Регіональними диференційними видами ми будемо називати види, якими відрізняються екологічно подібні, але географічно віддалені синтаксони [51]. Наприклад, група асоціацій одного регіону від подібних асоціацій з іншого регіону (іншої флористичної провінції / природної зони і т.п.).

Ми зосередимося на трьох географічних групах синтаксонів КДЛ "ЦЄвГ–УкрГ–ПУрГ" (Центральна Європа – Україна – Південний Урал). Для порівняння ми відбирали синтаксони, що знаходяться приблизно у однакових зональних умовах [271] з метою зменшити вплив цього фактору на флористичні відмінності синтаксонів. Натомість основним є градієнт континентальності.

У табл. 8.4 наведені значення трапляння видів у центральноєвропейській, українській та південно-уральській групі синтаксонів КДЛ. Наводяться спільні та диференційні види, які трапляються лише в одній порівняльній групі, декількох або у всіх порівняльних групах.

**Порівняння синтаксонів КДЛ з Центральної Європи (ЦЄвГ),
України (УкрГ) та Південного Уралу (ПУрГ). Значення трапляння
більше 50% позначені жирним шрифтом**

Порівняльна група	ЦЄвГ					УкрГ								ПУрГ							
Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Кількість описів	17	51	70	80	14	10	15	37	18	23	20	6	12	8	5	7	23	9	8	15	15
Диф.види групи ЦЄвГ																					
<i>Quercus petraea</i>	100	100	71	96	100	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium sabaudum</i>	76	65	60	50	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	71	33	56	74	21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium murorum</i>	59	51	44	48	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula luzuloides</i>	41	51	47	38	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium lachenalii</i>	65	49	34	22	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lembotropis nigricans</i>	41	35	27	26	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum chaixii</i>	12	65	1	25	57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symphytum tuberosum</i>	35	8	57	48	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	53	4	31	58	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	53	67	26	45	36	.	73	32	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	18	2	44	30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Диф.види групи УкрГ																					
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	.	.	1	1	.	90	67	54	22	91	60	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	24	.	.	.	.	90	27	57	72	100	80	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium sanguineum</i>	6	6	.	.	.	40	60	46	28	87	10	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium oleraceum</i>	6	6	.	.	.	40	27	49	50	43	.	17	58	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cytisus ruthenicus</i>	.	.	.	.	.	60	60	46	17	87	10	67	.	38	.	43	.	.	.	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	.	.	50	60	86	39	96	.	17	25	.	.	.	30	90	.	.	.
<i>Betula pendula</i>	12	.	.	.	36	20	20	35	11	35	65	50	83	25	.	29	.	.	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	6	2	.	.	.	20	20	19	28	17	70	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elytrigia repens</i>	.	.	.	.	.	60	47	16	33	43	.	67	17	25	40	.	.	.	.	.	.
<i>Acer tataricum</i>	.	.	6	9	.	60	47	68	11	83	.	.	21	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	6	4	1	.	30	13	59	33	65	5	67	17	50	20	57	.	.	.	.	.
<i>Schedonorus giganteus</i>	.	.	.	.	.	10	60	11	6	.	45	.	42	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium mollugo</i>	29	27	.	.	.	50	73	.	50	22	65	83	.	.	.	.	.	90	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	.	.	21	1	.	30	20	.	6	52	10	83	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus tremula</i>	6	.	.	.	.	10	20	8	33	30	45	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pulmonaria angustifolia</i>	6	.	.	.	.	10	7	11	28	26	.	17	33	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis recta</i>	12	.	.	.	.	40	33	30	44	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Диф.види групи ПУрГ																					
<i>Vupleurum longifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	63	80	71	30	90	50	30	30
<i>Phlomis tuberosa</i>	.	.	.	.	.	10	.	.	17	.	.	.	.	63	100	86	70	70	70	70	.

Продовження табл. 8.4

Порівняльна група	ЦЕвГ					УкрГ								ПУрГ							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Carex pediformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50	100	71	10	.	90	70	.
<i>Lathyrus pisiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	25	40	100	70	90	30	.	50
<i>Geranium pseudosibiricum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38	60	71	70	.	30	10	90
<i>Aconitum anthora</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	38	60	29	50	.	70	70	50
<i>Ulmus glabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	50	60	43	30	10	90	70	.
<i>Seseli libanotis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38	40	57	70	.	50	70	10
<i>Aconogonon alpinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38	40	57	70	.	30	10	90
<i>Caragana frutex</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	75	100	29	50	.	30	90	.
<i>Prunus fruticosa</i>	.	4	.	.	7	.	.	3	6	.	.	.	.	50	60	.	70	50	30	90	.
Диф.види групи ЦСвГ+УкрГ																					
<i>Trifolium alpestre</i>	59	59	17	24	50	30	67	54	44	74	75	50	25	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	65	22	19	21	.	60	80	41	22	52	90	67	75	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula persicifolia</i>	65	49	33	61	21	50	27	38	72	83	50	33	8	.	.	43	.	.	.	.	.
<i>Clinopodium vulgare</i>	35	35	51	84	.	40	60	49	89	48	95	83	50	25	60	.	.	.	.	.	.
<i>Genista tinctoria</i>	18	84	39	59	36	60	67	27	22	17	10	67	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum hirsutinaria</i>	41	80	21	59	64	20	53	49	61	17	10	17	17	25	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthericum ramosum</i>	53	71	6	18	36	50	87	49	33	39	.	17	17	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	18	4	24	19	14	30	60	27	50	70	5	67	25	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla alba</i>	47	.	41	8	.	10	47	22	50	17	65	50	92	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyrus communis</i>	12	2	16	20	7	10	67	43	72	74	10	33	25	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex montana</i>	76	10	77	11	.	20	7	54	50	26	65	.	50	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	18	25	26	2	57	30	53	62	.	9	95	83	.	.	40	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	29	2	29	2	.	20	40	65	17	9	55	17	25	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Securigera varia</i>	18	4	4	24	7	70	60	54	22	57	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	29	16	20	65	.	20	47	30	89	4	.	.	42	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus niger</i>	76	35	44	70	.	.	20	14	17	.	45	.	83	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	47	43	49	62	21	.	53	11	.	.	20	83	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Serratula tinctoria</i>	41	.	21	12	.	.	60	.	61	17	95	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.
Диф.види групи УкрГ + ПУрГ																					
<i>Quercus robur</i>	18	.	61	14	.	100	100	100	100	100	83	100	75	80	100	90	90	90	90	90	90
<i>Origanum vulgare</i>	.	14	4	10	.	20	53	27	39	13	45	.	.	63	100	100	90	70	70	90	90
<i>Melica nutans</i>	41	18	40	8	.	80	67	30	17	65	90	100	25	63	80	57	30	90	70	50	70
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	12	29	.	.	7	.	47	.	22	65	90	17	42	38	60	100	90	90	90	50	90
<i>Rubus saxatilis</i>	.	.	.	.	.	10	7	.	.	4	100	50	42	63	60	100	90	70	90	70	70
<i>Galium boreale</i>	.	.	.	.	.	10	80	.	33	4	95	50	17	50	40	86	90	90	10	70	30
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	2	.	.	29	40	53	14	17	87	85	50	17	25	60	43	10	50	30	30	70
<i>Stellaria holostea</i>	24	8	17	49	.	40	.	62	28	4	20	17	42	88	100	86	90	30	90	90	90
<i>Viola mirabilis</i>	.	.	13	2	.	10	.	.	56	17	10	33	50	75	100	71	50	50	90	90	10
<i>Euonymus verrucosus</i>	12	8	1	9	.	20	47	43	39	91	65	50	33	75	80	.	.	50	90	90	.
<i>Solidago virgaurea</i>	29	2	.	.	.	20	47	19	22	70	50	17	.	63	60	86	50	70	.	30	70
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	.	.	.	30	80	46	33	4	35	67	50	25	40	.	.	70	30	10	.

Порівняльна група	ЦЕвГ					УкрГ								ПУрГ							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Filipendula vulgaris</i>	12	.	1	2	.	30	7	35	33	.	15	33	.	25	20	43	90	90	10	.	.
<i>Asperula tinctoria</i>	.	.	.	.	7	60	40	27	11	43	.	.	.	50	.	29	30	30	.	50	.
Константні види																					
<i>Poa nemoralis</i>	88	88	79	98	36	60	53	46	83	57	15	17	33	38	100	43	70	90	70	50	90
<i>Veronica chamaedrys</i>	65	69	91	89	50	70	73	54	39	61	90	100	67	38	20	43	30	70	30	10	.
<i>Betonica officinalis</i>	59	8	56	30	.	90	73	62	89	61	95	33	58	38	20	86	50	70	30	10	50
<i>Polygonatum odoratum</i>	41	57	4	29	50	80	67	43	17	91	95	17	.	63	60	71	50	90	30	70	30
<i>Brachypodium pinnatum</i>	47	25	24	5	7	.	7	.	83	30	45	17	.	88	100	100	90	90	50	70	50
<i>Fragaria vesca</i>	18	35	63	55	.	60	80	14	28	35	80	83	75	13	80	100	30	90	10	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	24	53	30	50	50	20	73	38	67	39	40	83	.	25	.	.	10	50	30	10	70
<i>Dactylis glomerata</i>	12	8	41	52	7	40	53	73	61	35	45	17	17	38	20	57	70	50	.	.	50
<i>Carex muricata</i>	6	18	21	35	.	10	13	5	44	4	15	33	8	38	20	86	50	70	50	70	10
<i>Viola hirta</i>	24	4	20	39	.	40	13	30	61	9	50	17	.	25	40	57	50	90	70	70	.
<i>Digitalis grandiflora</i>	6	37	20	28	7	.	67	8	6	.	35	.	33	50	80	100	50	.	70	70	50
<i>Tanacetum corymbosum</i>	41	69	16	60	21	30	27	30	72	9	.	.	17	25	40	57	90	70	10	.	.
<i>Hylotelephium telephium</i>	18	67	6	58	64	10	67	27	.	4	10	33	.	50	40	71	30	.	30	.	90
<i>Silene nutans</i>	71	61	10	21	14	70	60	41	22	61	.	17	.	13	20	29	50	70	.	10	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	6	12	20	6	14	20	47	.	6	70	80	33	.	25	20	57	70	70	.	10	10

Позначення синтаксонів: *Quercion petraeae* Issler 1931: 1 – *Potentillo albae-Quercetum* Libbert 1933 (Chytrý & Horák 1997, p. 216, tab. 3, rels. 66-82 [254]); 2 – *Sorbo torminalis-Quercetum* Svoboda ex Blažková 1962 (Chytrý & Horák 1997, p. 216, tab. 3, rels. 1-51 [254]); 3 – *Potentillo albae-Quercetum* Libbert 1933 (Roleček 2005, p. 250, tab. 1, col. 2 [393]); 4 – *Sorbo torminalis-Quercetum* Svoboda ex Blažková 1962 (Roleček 2005, p. 250, tab. 1, col. 4 [393]); 5 – *Genisto pilosae-Quercetum petraeae* Zólyomi, Jakucs et Fekete ex Soó 1963 (Chytrý & Horák 1997, p. 216, tab. 3, rels. 52-65 [254]); *Betonico officinalis-Quercion roboris* Goncharenko et Semenishchenkov in Goncharenko et al. 2020: 6 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris* Goncharenko 2003 (Goncharenko 2003, p. 141, tab. B9, rels. 45-54 [50]); 7 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris* Goncharenko & Kovalenko 2019 (Goncharenko & Kovalenko 2019, p. 196, tab. 1, col. 1 [289]); 8 – *Carici praecocis-Quercetum roboris* Goncharenko & Kovalenko 2019 (Goncharenko & Kovalenko 2019, p. 196, tab. 1, col. 2 & 3 [289]); 9 – *Pyro pyrastris-Quercetum roboris* Semenishchenkov & Poluyanov 2014 (Semenishchenkov & Poluyanov 2014, p. 112, tab. 3, rels. 1-18 [172]); 10 – *Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris* Semenishchenkov & Poluyanov 2014 (Semenishchenkov & Poluyanov 2014, p. 115, tab. 4, rels. 1-23 [172]); 11 – *Potentillo albae-Quercetum* sensu Morozova 1999 non Libbert 1933 (Morozova 1999, p. 84, tab. 11, rels. 1-20 [143]); 12 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* Bulokhov & Solomeshch 2003 (Panchenko 2013, p. 232, tab. 17, rels. 1-6 [150]); 13 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* Bulokhov & Solomeshch 2003 (Bulokhov & Solomeshch 2003, p. 288, tab. 37, rels. 1-12 [20]); *Lathyro pisiformis-Quercion roboris* Solomeshch et Grigoriev in Willner et al. 2016: 14 – *Brachypodio pinnati-Quercetum roboris* Grigoriev in Solomeshch et al. 1989 (Mirkin et al. 2010, p. 336, tab. 36, rels. 6-13 [141]); 15 – *Omphaloido scorpioidis-Quercetum roboris* Martynenko et Solomeshch in Martynenko 2009 (Mirkin et al. 2010, p. 336, tab. 36, rels. 1-5 [141]); 16 – *Brachypodio pinnati-Quercetum roboris cerasetosum fruticosae* Grigoriev in Solomeshch et al. 1989 (Martynenko et al. 2005, p. 134, tab. 8, rels. 1-7 [132]); 17 – *Filipendulo vulgaris-Quercetum roboris* Martynenko et al. 2008 (Martynenko et al. 2008, p. 58, tab. 2, col. 2 [131]); 18 – *Lasero trilobi-Quercetum roboris* Solomeshch, Martynenko et Schirokikh in Martynenko et al. 2008 (Martynenko et al. 2008, p. 58, tab. 2, col. 6 [131]); 19 – *Carici macrourae-*

Quercetum roboris Gorczakovskij ex Solomeshch et al. 1989 (Martynenko et al. 2008, p. 58, tab. 2, col. 5 [131]); 20 – *Pruno-Quercetum roboris* Schubert et al. 1979 (Martynenko et al. 2008, p. 58, tab. 2, col. 4 [131]); 21 – *Aconogono alpini-Quercetum roboris* Martynenko et Zhigunov in Martynenko et al. 2005 (Martynenko et al. 2008, p. 58, tab. 2, col. 1 [131])

У групі УкрГ види мають переважно широке європейське поширення, а групі ЦЄвГ – здебільшого належать до центральноєвропейського геоеlementу за Ю. Клеоповим [113] (*Quercus petraea*, *Hieracium sabaudum*, *Luzula luzuloides*, *Melittis melissophyllum*, *Festuca heterophylla* та ін.). У напрямку на схід, одночасно із зникненням значної кількості центральноєвропейських видів, ми не спостерігаємо численного зустрічного заміщення видами східноєвропейськими. Більше того, східноєвропейські види у групі УкрГ (*Chamaecytisus ruthenicus*, *Acer tataricum* і т.п.) не є типовими неморальними, тобто відбувається зміна не лише географічної структури КДЛ, а змінюється й фітосоціологічна структура.

Південно-уральські КДЛ знаходяться приблизно в тих же зональних умовах, що і синтаксони з України – у лісостеповій зоні. Їх включають до окремого союзу *Lathyro pisiformis-Quercion* [132, 140, 141, 198, 428]. Визнання союзу *Lathyro-Quercion* є несумнівним і він зазначається у EVC [368], але його включення до класу *Quercetea pubescentis* є доволі спірним питанням (розділ 7.6, табл. 8.2, рис. 7.10). У південно-уральській групі синтаксонів відмічається значний вплив бетулетального комплексу, еквівалентом якого у системі Браун-Бланке є клас *Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae* [101]. Це пояснюється наближенням до оптимуму цього класу (Південний Урал і Південний Сибір) і екологічною подібністю умов та особливостей угруповань – флористично багаті, світлі, ксеромезофітні, угруповання.

Більшість видів, які не трапляються у синтаксонах південно-уральських КДЛ, є видами з широким європейським ареалом. Їх межа проходить долиною Волги (*Clematis recta*, *Convallaria majalis*, *Peucedanum oreoselinum*, *Anthericum ramosum*, *Securigera varia*) [364]. Привертає увагу те, диференційні види групи ПУрГ не є ендемічними чи сибірськими за

поширенням. Номадійські, за Клеоповим [113], види (*Seseli libanotis*, *Phlomis tuberosa*, *Caragana frutex*) трапляються у степах України. Флористичні відмінності КДЛ південно-уральських КДЛ зумовлені не заміщенням сибірськими видами європейських, а зміною ценотичної приуроченості європейських видів на Південному Уралі.

8.6 Фітоценотична характеристика і діагностичні види кластерів ксеромезофітних дубових лісів

Кластери КДЛ, виділені за результатами порівняльного аналізу синтаксонів (рис. 7.5), відповідають переважно рівню союзів. Але чіткої відповідності між розподілом синтаксонів у кластерах КДЛ та їх авторським трактуванням на рівні союзів не спостерігається (табл. 8.5).

Таблиця 8.5

Розподіл синтаксонів у кластерах КДЛ та їх положення у різних союзах відповідно до першоджерел (табл. Б.1)

Союз / Кластер	A	B	C	D	E	F	Сума
<i>Quercion petraeae</i> (incl. <i>Potentillo-Quercion</i>)	5	6		6			17
<i>Aceri tatarici-Quercion</i>	6			4	5		15
<i>Lathyro-Quercion</i>						4	4
<i>Convallario-Quercion</i>			2				2
<i>Genisto germanicae-Quercion</i>			2				2
<i>Carpinion betuli</i>					1		1
<i>Fraxino-Acerion tatarici</i>					1		1
<i>Tilio-Acerion</i>					1		1
союз не зазначений			1	1			2
Сума	11	6	5	11	8	4	45

Кластер А об'єднав синтаксони двох союзів *Quercion petraeae* (5 синтаксонів) і *Aceri tatarici-Quercion* (6 синтаксонів). Кластери В і F відрізняються одностайним їх трактуванням – союзи *Quercion petraeae* і *Lathyro-Quercion* відповідно. Частина синтаксонів кластеру С помилково відносили до союзу *Genisto germanicae-Quercion*. Синтаксони нових

східноєвропейських союзів *Betonic-Quercion* і *Scutellario-Quercion* раніше включали до союзів *Quercion petraeae* (кластер D) і *Aceri tatarici-Quercion* (кластер E).

Далі наведена характеристика шести кластерів ксеромезофітних дубових лісів (КДЛ) за наступною схемою:

- кластер та його відповідність союзам КДЛ;
- список синтаксонів, що увійшли до відповідних кластерів на дендрограмі (рис. 7.5);
- порівняльні таблиці із зазначенням лише спільних (константних) і відмінних (диференціюючих) видів для пари кластерів КДЛ, які є найближчими географічно і флористично;
- характеристика кожного кластеру, яка складена на основі видового складу (табл. Б.2), даних щодо екотопу (табл. Б.1), за результатами екологічної оцінки (табл. 8.1) і фітосоціологічного аналізу (табл. 8.2).

8.6.1 Кластер А. *Quercion petraeae* (A1) + *Aceri tatarici-Quercion* (A2)

Список синтаксонів, що увійшли до кластеру А (рис. 7.5):

- *Genisto pilosae-Quercetum petraeae* Zólyomi, Jakucs et Fekete ex Soó 1963
- *Sorbo torminalis-Quercetum* Svoboda ex Blažková 1962
- *Potentillo albae-Quercetum* sensu auct. czech. et slovak., non Libbert 1933
- *Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 1957
- *Carici fritschii-Quercetum roboris* Chytrý et Horák 1997
- *Convallario-Quercetum roboris* Soó (1939) 1957
- *Quercetum pubescenti-roboris* (Zólyomi 1957) Michalko et Džatko 1965

Афінність класу *Quercetea pubescentis* підтверджується напрямком вектору PUB у бік кластеру А (рис. 7.10) і часткою видів PUB у фітосоціологічній структурі (табл. 8.2). За даними фітоіндикаційної оцінки у кластеру А найменші значення вологості Hd, найбільші показники світлового Lc і термічного Tm режиму (табл. 8.1). Важливими кліматичними чинниками для формування угруповань кластеру А є середньорічна температура (bio1),

стабільність температур (bio3, bio4), тепла зима (bio6, bio11) (рис. 7.8).

Таблиця 8.6

Константні (А+В) та диференційні види кластерів А і В

Кластер	Діагностичні види
А+В	<i>Quercus petraea</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Clinopodium vulgare</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Lathyrus niger</i> , <i>Campanula persicifolia</i>
А	<i>Quercus cerris</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Cornus mas</i> , <i>Sorbus torminalis</i> , <i>Aegonychon purpureocaeruleum</i> , <i>Dictamnus albus</i> , <i>Melica uniflora</i> , <i>Iris variegata</i> , <i>Pulmonaria mollis</i> , <i>Polygonatum hirtum</i> , <i>Symphytum tuberosum</i> , <i>Viburnum lantana</i>
В	<i>Frangula alnus</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Juniperus communis</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Luzula pilosa</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Viola reichenbachiana</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Potentilla alba</i>

Кластер А має внутрішню структуру – субкластери А1 (синтаксони 1–6) та А2 (синтаксони 7–11) (рис. 7.5, табл. Б.2). Субкластер А1 має переважне поширення у герцинській частині Європи, більш ацидофільний (*Festuca ovina*, *Hieracium sabaudum*, *Hieracium murorum*, *Luzula campestris*, *Pilosella officinarum*, *Anthoxanthum odoratum*). Таким чином, союз *Quercion petraeae* у сучасному тлумаченні у EuroVegChecklist є синтаксономічно неоднорідним, оскільки *Potentillo albae-Quercion*, включаючи голотип, відокремився у інший кластер В (рис. 7.5).

Субкластер А2 більш термофільний, переважно паннонський. Його синтаксони найчастіше авторами включалися до союзу *Aceri tatarici-Quercion*. У складі субкластеру А2 опинився також голотип цього союзу (рис. 7.5). Субкластер А2, відрізняється наявністю значної кількості середземноморських термофільних елементів (табл. 8.6). Отже, у європейській частині регіону порівняльного аналізу є щонайменше три групи КДЛ – паннонська (*Aceri tatarici-Quercion*), субатлантична (*Quercion petraeae*), субконтинентальна (*Potentillo albae-Quercion*).

8.6.2 Кластер В. *Potentillo albae-Quercion*

Список синтаксонів, що увійшли до кластеру В (рис. 7.5):

- *Potentillo albae-Quercetum petraeae* Libbert 1933

Таблиця 8.7

Константні (В+С) та диференційні види кластерів В і С

Кластер	Діагностичні види
В+С	<i>Quercus robur, Sorbus aucuparia, Frangula alnus, Convallaria majalis, Melica nutans, Pteridium aquilinum, Polygonatum odoratum, Betonica officinalis</i>
В	<i>Quercus petraea, Juniperus communis, Luzula pilosa, Ajuga reptans, Viola reichenbachiana, Lathyrus niger, Carex montana, Anemone nemorosa, Potentilla alba</i>
С	<i>Pinus sylvestris, Acer tataricum, Cytisus ruthenicus, Clematis recta, Euonymus verrucosus, Melampyrum polonicum, Galium verum, Geranium sanguineum, Peucedanum oreoselinum</i>

Усі синтаксони, що увійшли до кластеру В, авторами включалися до асоціації *Potentillo albae-Quercetum petraeae* (табл. Б.1, табл. 8.5). Кластери А і В мають різний хід групування на дендрограмі на вищих рівнях (рис. 7.5). Кластер В об'єднався з кластерами С і D, а не з кластером А, хоча останній географічно ближчий до нього. Кластер В значною мірою тяжіє до класу *Quercetea robori-petraeae* (*Maianthemum bifolium, Potentilla erecta, Rubus saxatilis, Vaccinium myrtillus, Veronica officinalis* та ін.), а у видовому складі менше термофільних видів. Афінність класу *Quercetea robori-petraeae* підтверджує напрямок вектора QUE у бік кластеру В (рис. 7.10) і аналіз фітосоціологічної структури (табл. 8.2). За даними фітоіндикаційної оцінки у кластеру В більші значення кислотності, менші азоту ґрунтів і континентальності (табл. 8.1). Поділ між кластерами А і В за кліматичними чинниками відбувається приблизно за ізотроєю середньорічної температури 8.2 °С (рис. 7.9).

8.6.3 Кластер С. *Convallario majalis-Quercion roboris*

Список синтаксонів (табл. Б.1), що увійшли до кластеру С (рис. 7.5):

- *Clinopodio vulgaris-Quercetum roboris* I. Solomakha, Senchylo & Vorobyov 1996
- *Convallario majalis-Quercetum roboris sensu* Shevchyk & V. Solomakha 1996 non Soó (1939) 1957
- *Daphno cneori-Quercetum roboris* (Gayova & Korotchenko) Goncharenko in Goncharenko et al. 2020
- *Melico nutantis-Quercetum roboris* Shevchyk & V. Solomakha 1996
- *Pteridio aquilini-Quercetum roboris* Bajrak 1996

Таблиця 8.8

Константні (С+D) та диференційні види кластерів С і D

Кластер	Діагностичні види
С+D	<i>Quercus robur, Sorbus aucuparia, Frangula alnus, Melica nutans, Convallaria majalis, Polygonatum odoratum, Betonica officinalis, Fragaria vesca, Campanula persicifolia, Rubus saxatilis, Clinopodium vulgare, Pteridium aquilinum</i>
С	<i>Pinus sylvestris, Carpinus betulus, Acer tataricum, Melampyrum polonicum, Geranium sanguineum, Euphorbia cyparissias, Galium verum</i>
D	<i>Galium boreale, G. mollugo, Primula veris, Vicia sepium, Lathyrus niger, Serratula tinctoria, Calamagrostis epigejos, Carex montana, Brachypodium pinnatum, Allium oleraceum</i>

Кластер С об'єднує ксеромезофітні дубово-соснові ліси на терасах річок у південній частині лісової та у лісостеповій зоні східноєвропейської флористичної провінції. Він є екотонним у декількох аспектах. У ценотичному відношенні кластер С об'єднав синтаксони мішаних лісів, які займають проміжне місце між дубовими (широколистяними) і сосновими (хвойними) лісами; у географічному відношенні – між центрально- та східноєвропейськими КДЛ. На ординаційних діаграмах він знаходиться усередині ординаційного поля синтаксонів (рис. 7.7, 7.8).

У фітосоціологічній структурі кластер С має значну частку видів *Quercetea robori-petraeae* (QUE), як і кластер В, але відрізняється більшими частками GER і BRA (табл. 8.2). Це пояснюється його більш східним

(субконтинентальним) положенням. Три перших класи ФЦС у кластерів В і С однакові – *Carpino-Fagetea*, *Quercetea pubescentis*, *Trifolio-Geranietea*, але різними є співвідношеннями (ранги) – FAG+PUB+GER і GER+FAG+PUB (табл. 8.2). У напрямку із заходу на схід змінюються види найвищого трапляння різних ярусів. Так, у кластеру В основними видами у деревному ярусі є *Quercus petraea* + *Q. robur*, у кластеру С зростає роль сосни у деревостані – *Quercus robur* + *Pinus sylvestris* (табл. 8.3).

8.6.4 Кластер D. *Betonico officinalis-Quercion roboris*

Список синтаксонів (табл. Б.1), що увійшли до кластеру С (рис. 7.5):

- *Galio tinctoriae-Quercetum roboris* Goncharenko 2003
- *Lathyro nigri-Quercetum roboris* Bulokhov & Solomeshch 2003
- *Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris* Semenishchenkov & Poluyanov 2014
- *Potentillo albae-Quercetum* sensu Morozova 1999 non Libbert 1933
- *Pyro pyrastris-Quercetum roboris* Semenishchenkov & Poluyanov 2014

Таблиця 8.9

Константні (D+E) та диференційні види кластерів D і E

Кластер	Діагностичні види
D+E	<i>Quercus robur</i> , <i>Pyrus communis</i> (incl. <i>Pyrus pyrastris</i>), <i>Euonymus verrucosus</i> , <i>Vincetoxicum hirundinaria</i> , <i>Viola mirabilis</i> , <i>V. hirta</i> , <i>Agrimonia eupatoria</i> , <i>Brachypodium sylvaticum</i> , <i>Astragalus glycyphyllos</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Polygonatum odoratum</i>
D	<i>Clematis recta</i> , <i>Cytisus ruthenicus</i> , <i>Ajuga genevensis</i> , <i>Allium oleraceum</i> , <i>Anthericum ramosum</i> , <i>Asperula tinctoria</i> , <i>Betonica officinalis</i> , <i>Digitalis grandiflora</i> , <i>Melampyrum nemorosum</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Potentilla alba</i> , <i>Securigera varia</i> , <i>Trifolium alpestre</i> , <i>Turritis glabra</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> , <i>Vicia sepium</i>
E	<i>Acer tataricum</i> , <i>Cerasus fruticosa</i> , <i>Crataegus rhipidophylla</i> agg., <i>Prunus spinosa</i> subsp. <i>dasyphylla</i> , <i>Aegonychon purpurocaeruleum</i> , <i>Carex michelii</i> , <i>Euphorbia semivillosa</i> , <i>Festuca stricta</i> subsp. <i>sulcata</i> , <i>Melica picta</i> , <i>Phlomis tuberosa</i> , <i>Scutellaria altissima</i> , <i>Vicia pisiformis</i> , <i>Vincetoxicum scandens</i>

Кластер D об'єднав ксеромезофітні флористично багаті дубові ліси східноєвропейської (сарматської) флористичної провінції і трактується нами як окремий східноєвропейський союз *Betonico officinalis-Quercion roboris* [292]. У фітосоціологічній структурі основну частину видового складу формують види *Trifolio-Geranietea* + *Quercetea pubescentis* + *Carpino-Fagetea* з частками 0.22 : 0.17 : 0.16 (табл. 8.2). За даними фітоіндикації кластер D є найбільш мезофітним серед КДЛ (табл. 8.1). У фітосоціологічній структурі в бік кластеру D спрямовані вектори класів MOL і BRA (рис. 7.10). За кліматичними чинниками кластер D відділяється за показником максимальної температури найтеплішого місяця $bio5 \leq 24.4$ °C (рис. 7.9).

Кластер D, як і кластер A, має внутрішню структуру і поділяється на два субкластери – D1 і D2 (рис. 7.5, табл. Б.2, табл. В.2). Субкластер D1 має більш північне поширення – переважно у лісовій зоні (рис. 7.1). У видовому складі субкластеру D1 більше ацидофільних і бореальних видів (*Maianthemum bifolium*, *Digitalis grandiflora*, *Molinia caerulea*, *Laserpitium latifolium*, *Potentilla erecta*, *Thalictrum aquilegiifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Equisetum sylvaticum*) (табл. В.2). Усі синтаксони, що увійшли до субкластеру D1 трактувалися авторами як асоціація *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (рядки 23–26, 28, табл. Б.1). Субкластер D2 у синтаксономічному відношенні більш різноманітний – до його складу увійшли різні асоціації (табл. Б.1) і, майже усі вони походять з лісостепової зони. За видовим складом він відрізняється більшою часткою лучно-степових видів (*Poa angustifolia*, *Galium verum*, *Bromopsis inermis*, *Carex praecox*, *Ajuga genevensis*, *Phlomis tuberosa*, *Salvia pratensis*) (табл. В.2).

Детальну фітоценотичну характеристику асоціацій союзу *Betonico officinalis-Quercion roboris* буде подано у розділі 9.5.

8.6.5 Кластер E. *Scutellario altissimae-Quercion roboris*

Список синтаксонів, що увійшли до кластеру E (рис. 7.5):

- *Aegonycho purpureocaerulei-Quercetum roboris* Bajrak 1996

- *Caragano fruticis-Aceretum tatarici* Nazarenko & Kuzemko 2011
- *Fritillario ruthenici-Quercetum roboris* Onyschenko, Dyakova et Karpenko ex Goncharenko in Goncharenko et al. 2020
- *Melampyro nemorosi-Carpinetum betuli* sensu Lyubchenko et al. 1997 non Passarge 1957
- *Vicio pisiformis-Quercetum roboris* Semenishchenkov & Poluyanov 2014
- *Violo hirtae-Quercetum roboris* Vorobyov et al. 2017

Таблиця 8.10

Константні (E+F) та диференційні види кластерів E і F

Кластер	Діагностичні види
E+F	<i>Quercus robur, Acer platanoides, Tilia cordata, Euonymus verrucosus, Poa nemoralis, Carex muricata, Stellaria holostea, Geum urbanum, Glechoma hederacea, Dactylis glomerata, Viola hirta</i>
E	<i>Fraxinus excelsior, Cornus sanguinea, Acer tataricum, Acer campestre, Crataegus rhipidophylla, Convallaria majalis, Carex michelii, Aegonychon purpureocaeruleum, Scutellaria altissima, Astragalus glycyphyllos, Agrimonia eupatoria, Vicia pisiformis, Vincetoxicum hirundinaria,</i>
F	<i>Caragana frutex, Aconogonon alpinum, Seseli libanotis, Lathyrus pisiformis, Brachypodium pinnatum, Vupleurum longifolium, Geranium pseudosibiricum, Carex pediformis, Rubus saxatilis, Origanum vulgare, Calamagrostis arundinacea</i>

Кластер E об'єднує остепнені дубові ліси південної частини лісостепової і степової зони у межах східноєвропейської флористичної провінції і трактується нами як окремий союз *Scutellario altissimae-Quercion roboris* [292]. Раніше асоціації, що увійшли до цього кластеру, авторами розглядалися у союзі *Aceri tatarici-Quercion* (табл. 8.5).

За даними фітоіндикації у кластеру E максимальні значення R_c (більші рН) і N_t (табл. 8.1) – нейтральні або базифітні (на карбонатних субстратах) родючі ґрунти, найчастіше темно-сірі лісові і опідзолені чорноземи. Основне поширення – у північній частині степової зони і південній частині лісостепової. У напрямку на північ усе більш чітким є приуроченість до

ґрунтів на карбонатних субстратах. У фітосоціологічній структурі переважають класи *Carpino-Fagetea* + *Quercetea pubescentis* + *Trifolio-Geranietea* з наступними співвідношеннями видів 0.29 : 0.23 : 0.18 (табл. 8.2). Детальну фітоценотичну характеристику асоціацій союзу *Scutellario altissimae-Quercion roboris* буде подано у розділі 9.6.

8.6.6 Кластер F. *Lathyro pisiformis-Quercion roboris*

Список синтаксонів, що увійшли до кластеру F (рис. 7.5):

- *Brachypodio pinnati-Quercetum roboris* Grigoriev in Solomeshch et al. 1989
- *Filipendulo vulgaris-Quercetum roboris* Martynenko et al. 2008
- *Omphaloido scorpioidis-Quercetum roboris* Martynenko et Solomeshch in Martynenko 2009

Константні і диференційні види наведені в табл. 8.9.

Кластер F об'єднав остепнені дубові ліси південно-уральського регіону. Усі вони розглядаються у союзі *Lathyro pisiformis-Quercion roboris*. Тут їх ще називають "колковими" лісами, оскільки трапляються вони відокремлено ("кілками") на фоні нелісових територій.

Основні відомості щодо видового складу і структури угруповань знаходимо у роботах геоботаніків уфимської школи [87, 131, 132, 140, 141, 198, 199]. Угруповання займають вершини хребтів і білявершинні частини гірських схилів, переважно південних експозицій з крутизною від 5 до 30 град., трапляються на крутих схилах річок, зокрема р. Білої. Розташовуються на висотах від 300 до 500 м. н.р.м., знижуючись до 250 м. і підіймаючись до 600 м. н.р.м. Ґрунти слаборозвинені, сірі-лісові (від світло- до темно-сірих). Материнськими породами є вапняки, пісковики, сланці. Ґрунти кам'янисті і містять уламки материнських порід.

Враховуючи суворий континентальний клімат і зростання у гірських умовах, дуб нізкобонітетний (IV-V класу) з висотою 9-15 м., рідко до 20 м., з діаметром стовбурів 24-28 см., гачкуватої форми. Деревний ярус має

зімкнутість 45–70%. У першому ярусі зростають *Quercus robur*, *Tilia cordata*, у другому ярусі – *Ulmus glabra*, *Betula pendula*, *Acer platanoides* та ін. Чагарниковий ярус має зімкнутість 2-5(20)%, 60–200 см. висотою. Проективне покриття трав'яного ярусу 50–60%, знижується до 25% на кам'янистих ґрунтах і зростає до 80% на більш глибоких. Трав'яний ярус без чіткого домінування окремих видів, невисокий 30–50 см., окремі види досягають 150 см. Зімкнутість деревного ярусу, висота травостою та флористичне багатство угруповань істотно залежать від глибини (сформованості) ґрунтів – зменшується на змитих і щебенистих, зростає на глибших ґрунтах.

Кластер F є протилежністю кластеру A. Остепнення угруповань тут має не термофільний характер, а кріоксерофітний. Флористичний склад автори характеризують як екотонний між лісом і степом. У видовому складі мало фагетальних видів; багато узлісних і степових видів. Чагарниковий ярус теж містить багато степових видів (*Caragana frutex*, *Cerasus fruticosa* і ін.). Головними кліматичними чинниками формування угруповань є континентальність (bio3, bio4) і зимові температури (bio6, bio11) (рис. 7.8).

Три перших класи у фітосоціологічному спектрі кластеру F GER+BRA+FAG (табл. 8.2). Спостерігається найменша частка видів європейських класів *Quercetea pubescentis* (PUB), *Quercetea robori-petraeae* (QUE), 0.13 і 0.04 відповідно, та найбільша – класів *Brachypodio-Betuletea pendulae* (0.2) та *Festuco-Brometea* (0.11), континентальних за поширенням.

Положення цього союзу є найбільш неоднозначним і спірним з точки зору включення союзу *Lathyro-Quercion* до класу *Quercetea pubescentis*. Деякі автори включають його до класу *Carpino-Fagetea* / *Quercu-Fagetea* [140, 141, 217]. На думку інших авторів він належить до класу *Quercetea pubescentis* [132, 198, 428]. Таким же є трактування цього союзу у EVC [368].

8.7 Анотація розділу

За результатами фітоіндикаційної оцінки синтаксони розподілилися на

декілька екологічних груп: кластер А (*Quercetalia pubescentis*) – термофітний, кластери В (*Potentillo-Quercion*) і С (*Convallario-Quercion*) – ацидофітні, кластер D (*Betonico-Quercion*) – мезотрофний, кластер Е (*Scutellario-Quercion*) – базифітний, кластер F (*Lathyro-Quercion*) – кріоксерофітний.

Екологічна диференціація синтаксонів КДЛ простежується найбільше за показниками азоту (10.35 бали), світлового режиму (8.62 бали), континентальності (6.11 балів). Найменшими є відмінності екологічних амплітуд синтаксонів за вологістю (2.99 бали), оскільки усі вони формуються у однакових ксеромезофітних умовах. Екологічні ряди синтаксонів корелюють найбільше на градієнтах азоту і кислотності. У першому випадку це пов'язано з підзолистим процесом, у другому випадку – з формуванням на ділянках з глибоким заляганням ґрунтових вод, де фоновий рівень вологості залежить перш за все від балансу опадів/випаровування і закономірно зменшується у південному напрямку.

У формуванні видового складу угруповань КДЛ беруть участь види восьми класів трьох типів рослинності – лісової (*Quercetea pubescentis*, *Quercetea robori-petraeae*, *Brachypodio-Betuletea*, *Carpino-Fagetea*), трав'яної (*Festuco-Brometea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Trifolio-Geranietea*), чагарникової (*Crataego-Prunetea*). Частки видів інших класів (*Koelerio-Corynephoretea*, *Sedo-Scleranthetea*, *Nardetea strictae*) були меншими і не перевищували 1% від загального видового складу у жодному з синтаксонів. Різниця часток першого і другого класу ФЦС коливається у межах 3–8%, тобто є незначною. Це свідчить про екотонний характер видового складу КДЛ. Причому екотонною фітосоціологічна структура КДЛ лишається у межах усього регіону порівняльного аналізу.

У різних природних зонах і регіонах на видовий склад КДЛ у значній мірі впливає флористичний пул контактних угруповань (фон). Тому, незважаючи що КДЛ не є зональним типом рослинності, зональні закономірності диференціації простежуються і у ньому. Співвідношення видів різних класів пояснюється географічним розташуванням відносно

центрів різноманіття (оптимумів) тих чи інших класів. Лише у кластеру А клас *Quercetea pubescentis* виходить на перше місце у фітосоціологічній структурі. Збільшення часток класів *Quercetea robori-petraeae* і *Carpino-Fagetea* спостерігається у західних синтаксонів, оскільки ці класи мають субатлантичний оптимум. Збільшення частки видів *Festuco-Brometea* і *Brachypodio-Betuletea* простежується у східному напрямку. Стабільною і високою (0.18–0.22) у всіх КДЛ є частка видів *Trifolio-Geranietea*, що є класом азональної рослинності, але на перше місце у ФЦС цей клас виходить у східноєвропейських КДЛ.

До десятки видів найвищого трапляння у деревному ярусі входять 19 видів, але у напрямку на схід ця різноманітність швидко зменшується. Відмінності спостерігаються і у чагарниковому ярусі: "бірючиновий" у кластеру А, він змінюється "крушиновим" у кластерів В і D, "бородавчатобруслиновим" у кластерів С та Е, "карагановим" у кластеру F. Отже, відмінності за складом видів найвищого трапляння у всіх ярусах зумовлюють відмінності ярусної структури, основних ценозоутворювачів, фізіономічних рис угруповань.

Порівняння географічних груп синтаксонів КДЛ за географічним принципом свідчить про існування значної кількості регіональних диференційних видів. У напрямку на схід зникнення центральноєвропейських видів не супроводжується (не компенсується) їх заміщенням багатьма східноєвропейськими видами. Більшість регіональних диференційних видів синтаксонів східноєвропейської і південно-уральської групи – це види з широким європейським ареалом. Значна частина видів, що є диференційними для південно-уральської групи КДЛ – це фагетальні та степові види. Отже, у східному напрямку диференціація КДЛ відбувається за рахунок зміни ценотичної приуроченості видів.

РОЗДІЛ 9

ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АСОЦІАЦІЙ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ

У цьому розділі наведено фітоценотичну характеристику тих синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів модельного набору даних НД5, які аналізувалися з використанням різних методів у попередньому розділі та за результатами такої оцінки (розділи 8.2 – 8.5). Характеристику буде подано на рівні асоціацій для синтаксонів трьох союзів, які поширені в Україні.

9.1 Синтаксономічна схема¹ рослинності ксеромезофітних дубових лісів

Convallario majalis-Quercion roboris Shevchyk & V. Solomakha in Shevchyk, V. Solomakha & Voityuk 1996

Melico nutantis-Quercetum roboris Shevchyk & V. Solomakha in Shevchyk, V. Solomakha & Voityuk 1996

Polygonato odorati-Quercetum roboris (Shevchyk & V. Solomakha 1996) Goncharenko & Yatsenko 2019 (syn. *Convallario majalis-Quercetum roboris* sensu Shevchyk & V. Solomakha 1996, non Soó (1939) 1957, ст. 31, МКФН)

Clinopodio vulgaris-Quercetum roboris I. Solomakha, Senchylo & Vorobyov 1996

Daphno cneori-Quercetum roboris (Gayova & Korotchenko 2013) Goncharenko in Goncharenko et al. 2020 (*Convallario majalis-Quercetum roboris daphneosum cneori* Gayova & Korotchenko 2013, ст. 27d, МКФН)

Pteridio aquilini-Quercetum roboris Bajrak 1996

¹ У наведеній синтаксономічній схемі ми не зазначаємо положення у системі порядків і класів. Це питання є дискусійним, зокрема що стосується належності частини синтаксонів до класу *Quercetea pubescentis*, про що йшла мова раніше у розділі 0.

Betonico officinalis-Quercion roboris Goncharenko et Semenishchenkov in
Goncharenko et. al. 2020

Misapplied names: *Quercion petraeae* sensu auct. ucrain. et ross. non Issler 1931; *Potentillo albae-Quercion petraeae* sensu auct. ucrain. et ross., non Jakucs in Zólyomi 1967

Misapplied names: *Quercion petraeae* sensu auct. ucrain. et ross. non Issler 1931; *Potentillo albae-Quercion petraeae* sensu auct. ucrain. et ross., non Jakucs in Zólyomi 1967

Galio tinctoriae-Quercetum roboris Goncharenko 2003

Digitali grandiflorae-Quercetum roboris Goncharenko & Kovalenko
2019

Carici praecocis-Quercetum roboris Goncharenko & Kovalenko 2019

Lathyro nigri-Quercetum roboris Bulokhov & Solomeshch 2003 (Syn.:
Potentillo albae-Quercetum sensu Morozova 1999 non Libbert
1933)

Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris Semenishchenkov &
Poluyanov 2014

Pyro pyrastris-Quercetum roboris Semenishchenkov & Poluyanov 2014

Scutellario altissimae-Quercion roboris Goncharenko in Goncharenko et. al.
2020

Misapplied name: *Aceri tatarici-Quercion* sensu auct. ucrain. et ross. non Zólyomi 1957

Aegonycho purpureocaerulei-Quercetum roboris Bajrak 1996 (Syn.:
Melampyro nemorosi-Carpinetum betuli sensu Lyubchenko et al.
1997 non Passarge 1957, ст. 31 МКФН)

Caragano fruticis-Aceretum tatarici Nazarenko & Kuzemko 2011

Fritillario ruthenici-Quercetum roboris Onyschenko, Dyakova &
Karpenko ex Goncharenko in Goncharenko et al. 2020 (Syn.:
Fritillario ruthenicae-Quercetum roboris Onyschenko, Dyakova &
Karpenko 2007, ст. 3b, 5 МКФН)

Scorzonero ensifoliae-Quercetum roboris Sokolova ex Semenshchenkov
in Goncharenko et al. 2020 (Syn.: *Scorzonero ensifoliae-Quercetum
roboris* Sokolova 2011 nom. inval., ст. 3b, 5 МКФН)

Vicio pisiformis-Quercetum roboris Semenishchenkov & Poluyanov
2014

Violo hirtae-Quercetum roboris Vorobyov et al. 2017

9.2 Загальна фітоценотична характеристика синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

У табл. 9.1 наведені основні фітоценотичні показники описів
ксеромезофітних дубових лісів модельного набору даних НДЗ (табл. А.1).

Таблиця 9.1

Фітоценотичні показники описів синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

№	N	видове багатство			Ht, частка константних видів, %		M _c , середнє проективне покриття ярусів, %			ISyn	Частка видів різних біоморф, %				
		S	R	ΔR	K ₂₀	K ₄₀	дер.	чагарн.	трав.		Ph	nPh	G	H	T
1	15	164	47	30 – 60	51	32	55	11	71	18	11	7	13	63	6
2	11	128	35	38 – 60	45	20	77	12	89	29	12	10	16	56	6
3	26	146	44	27 – 40	53	30	62	7	70	14	9	7	13	70	1
4	12	116	33	26 – 37	46	22	66	6	79	13	11	8	15	63	3
5	8	84	31	35 – 56	55	37	57	11	58	13	9	11	12	63	5

Позначення синтаксонів: 1 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris* (Київське Полісся), 2, 3 – *Carici praecocis-Quercetum roboris* var. *typicum* + var. *Agrostis vinealis* (Полтавський Лісостеп), 4, 5 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris* subass. *violetosum mirabilis* + subass. *dianthetosum fisheri* (Середньоруська височина).

Умовні позначення: N – кількість описів; S – кількість видів об'єднаного списку видів синтаксону; R – середня кількість видів на опис; ΔR – мінімальне та максимальне значення кількості видів у описах; K₂₀ (K₄₀) – кількість видів з траплянням більше 20% (40%), або коефіцієнт гомотонічності, Ht [365]; M_c – середнє значення проективного покриття/зімкнутості деревного, чагарникового та трав'яного ярусів у описах різних синтаксонів у відсотках; ISyn – частка синантропних у видовому складі у відсотках.

Позначення життєвих форм [386]: Ph – фанерофіти, phanerophytes, nPh – нанофанерофіти, nanophanerophytes, G – геофіти, geophytes, H – гемікриптофіти, hemicryptophytes, T – терофіти, therophytes.

Для оцінки ступеня антропогенної трансформації видового складу синтаксонів визначалася частка синантропних видів [411]. У класифікації антропофітів ми спиралися на системи вітчизняних ботаніків [21, 22, 156, 157].

Спільними рисами усіх синтаксонів є високі показники флористичного багатства (S, R); подібна ярусна структура (M_c); незначний ступінь синантропізації видового складу (ISyn), значне різноманіття чагарникових видів і відношення нанофанерофітів (чагарників) до фанерофітів (nPh/Ph).

Деревний ярус. Деревний ярус середньої зімкнутості (у середньому зімкнутість складає 0.6). Переважає дуб пізня форма (*Quercus robur* var. *tardiflora*). Участь інших видів у деревостані залежить від регіону, топографічного положення, едафічних умов. На боровій терасі домішуються бореальні види (*Pinus sylvestris*, *Betula pendula*), у західній частині – *Carpinus betulus*; у східній частині – головними супутниками дуба стають *Tilia cordata* та *Acer platanoides*; у напрямку на південь збільшується роль ясена (*Fraxinus excelsior*) та груші (*Pyrus communis*, incl. *P. pyraeaster*). Як зазначалося, види найвищого трапляння деревного ярусу відрізняються від таких і у Центральній Європі, і на Південному Уралі (табл. 8.3)

Чагарниковий ярус. У зв'язку із доволі світлим деревостаном, чагарниковий ярус флористично багатий. Видовий склад істотно залежить від едафічних умов і має значну кількість спільних видів з контактними угрупованнями. На боровій терасі переважають ацидофільні види, які "транзитом" трапляються також у соснових і мішаних лісах (*Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia* та ін.). На схилах балок (байрачні діброви) збільшується частка видів класу *Crataego-Prunetea* (*Prunus spinosa*, *Crataegus rhipidophylla* та ін.) і майже повністю зникають ацидофільні види, характерні для терасового типу КДЛ.

Трав'яний ярус. Трав'яний ярус, як і чагарниковий, флористично багатий. Кількість видів коливається від 30 до 60 на опис, істотно залежить від світлового режиму, на відкритих ділянках різноманіття збільшується.

Зменшення флористичного багатства угруповань простежується у напрямку від північно-західної (лісової) частини регіону досліджень до південно-східної (лісостепової). Так, в угрупованнях на Київському Поліссі середня кількість 47 видів, у Полтавському Лісостепу 35 – 44 видів, у Сумському Лісостепу 31 – 33 види на опис (табл. 9.1). Чіткого домінування не спостерігається. П.п. складає 70-90%. Видовий склад строкатий. Мезотрофні лісові види (*Convallaria majalis*, *Pteridium aquilinum*) співтрапляються зі злаками (*Festuca rubra*, *Agrostis capillaris*, *A. gigantea*, *Calamagrostis epigeios*), узлісними (*Geranium sanguineum*, *Betonica officinalis*, *Trifolium alpestre*, *Securigera varia*), лучними (*Achillea millefolium*, *Galium mollugo*) і неморальними (*Poa nemoralis*, *Melica nutans*, *Stellaria holostea*).

Залежність від едафічних/топологічних умов. За положенням у рельєфі та едафічними умовами угруповання поділяються на два принципово різні типи – терасовий і байрачний. Особливо це помітно у лісостеповій зоні, де угруповання КДЛ обох типів мають приблизно однакове поширення. На боровій терасі вони формуються на бідніших, дерново-підзолистих ґрунтах. Але у порівнянні із сосновими лісами, дубові ліси борових терас займають переважно знижені (подові) ділянки, де ґрунти багатші і важчого механічного складу. Байрачні діброви формуються на родючіших сірих лісових ґрунтах, які підстилаються лесовидним суглинком.

Відповідність одиницям домінантної класифікації. У домінантній (фізіономічній) класифікації колишнього СРСР ксеромезофітні дубові ліси розподілилися у декількох групах асоціацій. Терасові діброви найчастіше потрапляли до груп асоціацій *Querceta roboris pteridiosa*, *Querceta roboris convallariosa* та ін. Щодо них знаходимо наступну характеристику: "діброви на опідзолених супіщаних ґрунтах ... де за темнозабарвленим гумусовим горизонтом 10-20 см починається жовтий супісок" [12, с. 290]. Байрачні діброви найчастіше потрапляли до груп асоціацій *Querceta roboris caricosum montanae*, *Querceta roboris violosa hirtae* та ін. Відповідно до їх характеристики: "діброви на темно-сірих лісових суглинках ... які у

минулому на вододілах займали проміжне положення між кленово-липово-дубовими лісами та лучними степами" [12, с. 288].

Необхідність охорони. Видовий склад КДЛ природний, і синантропних видів у ньому мало. Частка останніх з урахуванням усіх синтаксонів становить близько 15% (табл. 9.1), а переважна більшість – це види низького трапляння. Лише 6% синантропних видів мають трапляння понад 20%. Адвентивних видів дуже мало (0–2%). У видовому складі багато рідкісних видів: *Digitalis grandiflora*, *Potentilla alba*, *Epipactis helleborine*, *Dianthus fischeri*, *Lilium martagon*. Високий ступінь природності видового складу, наявність видів, що охороняються [3, 208], значне флористичне багатство свідчать про необхідність включення КДЛ до созологічних пріоритетів регіонального та національного рівнів.

9.3 Екологічна диференціація синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів

У табл. 9.2 наводяться стандартизовані відхилення фітоіндикаційних показників (щодо методики див. розділ 4.2) різних асоціацій із зазначенням їх розподілу між кластерами і союзами. Сума квадратів відхилень за кожним показником вказує на те, наскільки "бурхливим" є профіль значень за тим чи іншим екофактором. Значні відхилення свідчать про значний ступінь диференціації синтаксонів на градієнтах тих чи інших факторів (провідні фактори) і навпаки. Найбільші відмінності між синтаксонами спостерігаються за фактором вмісту азоту (мін. значення -0.15 , макс. значення $+0.17$, сума квадратів відхилень 0.17) та світлового режиму (мін. значення -0.26 , макс. значення $+0.13$, сума квадратів відхилень 0.20) (табл. 9.2). Вміст азоту у ґрунтах можна вважати за показник їх загальної родючості (багатства), оскільки він корелятивно пов'язаний із підзолистим процесом, а останній збіднює ґрунти не лише на азот, а й на інші біогени. Що стосується фактору світлового режиму, то значна диференціація синтаксонів за цим показником є очікуваною для лісового типу рослинності.

**Стандартизовані відхилення значень фітоіндикаційних показників,
розраховані для асоціацій ксеромезофітних дубових лісів**

№ п/п	Кластер	Союз	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	Ca	Tm	Kn
1	C	CQ	0.02	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	0.02	-0.01	-0.01
2	C	CQ	0.03	0.01	-0.03	0.00	-0.08	-0.01	-0.01	-0.03
3	C	CQ	0.01	-0.05	-0.08	-0.05	-0.04	-0.01	0.00	-0.06
4	C	CQ	-0.08	-0.02	-0.02	-0.15	0.08	0.07	0.02	0.05
5	C	CQ	0.04	0.00	-0.05	0.02	-0.05	-0.05	-0.02	-0.02
6	D1	BQ	0.06	-0.06	-0.05	-0.02	0.00	-0.07	-0.05	-0.05
7	D1	BQ	0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.06
8	D1	BQ	0.06	-0.05	-0.02	-0.02	0.04	-0.06	-0.04	-0.02
9	D1	BQ	0.02	-0.06	-0.03	-0.07	0.04	-0.05	-0.03	-0.02
10	D1	BQ	0.05	-0.07	-0.05	-0.06	-0.02	-0.07	-0.05	-0.03
11	D1	BQ	-0.01	-0.07	0.01	-0.10	0.13	-0.07	-0.04	0.00
12	D2	BQ	-0.02	-0.03	0.00	-0.07	0.07	0.01	-0.01	0.01
13	D2	BQ	-0.03	0.01	0.03	-0.02	0.10	0.03	0.01	0.01
14	D2	BQ	-0.02	-0.01	0.05	-0.03	0.08	0.02	0.00	0.05
15	D2	BQ	-0.03	0.01	0.04	-0.02	0.08	0.01	-0.01	0.02
16	D2	BQ	0.00	0.01	0.01	-0.03	0.03	0.01	-0.01	-0.02
17	D2	BQ	-0.05	-0.01	0.03	-0.09	0.11	0.02	0.01	0.02
18	D2	BQ	-0.03	-0.02	0.02	-0.03	0.04	0.01	0.01	0.02
19	E	SQ	0.04	0.02	-0.04	0.11	-0.17	-0.04	0.02	-0.05
20	E	SQ	0.06	0.07	-0.03	0.14	-0.26	-0.01	0.02	0.01
21	E	SQ	-0.02	0.07	0.02	0.13	-0.09	0.04	0.04	-0.01
22	E	SQ	-0.02	0.06	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00
23	E	SQ	-0.02	0.09	0.03	0.09	-0.07	0.06	0.03	0.01
24	E	SQ	0.00	0.08	0.03	0.17	-0.05	0.03	0.04	0.04
25	E	SQ	-0.09	0.09	0.09	0.03	0.03	0.14	0.05	0.07
26	E	SQ	0.03	0.04	0.07	0.13	0.04	0.01	0.04	0.06
Сума квадратів відхилень			0.04	0.07	0.05	0.17	0.20	0.06	0.02	0.03

Синтаксони та регіон: 1 – *Melicae nutantis-Quercetum robori* (UA: Черкаська обл., КПЗ); 2 – *Convallario majali-Quercetum roboris* (UA: Черкаська обл., КПЗ); 3 – *Clinopodio vulgare-Quercetum robori* (UA: Києво-Святошинський р-н); 4 – *Convallario majali-Quercetum robori daphneosum sneori* (UA: Черкаська обл., Черкаський р-н); 5 – *Pteridio aquilini-Quercetum robori* (UA: Чернігівська обл., Ічнянський р-н); 6 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (RU: Брянська обл., Рогнединський р-н); 7 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (RU: Брянська обл., Севський р-н); 8 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (RU: Брянська обл., Брянський р-н); 9 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris pinetosum sylvestris* (UA: Чернігівська/Сумська обл., Східне Полісся); 10 – *Potentillo albae-Quercetum* (RU: Брянська обл., Суземський р-н); 11 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (UA: Сумська обл.,

Деснянсько-Старогутський парк); 12 – *Galio tinctori-Quercetum roboris* (UA: Сумська обл., Лебединський р-н); 13 – *Pyro pyrastris-Quercetum roboris* (RU: Курська обл., Беловський р-н); 14 – *Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris* (RU: Курська обл., Курчатівський р-н); 15 – *Lathyro pisiformis-Quercetum roboris* (RU: Тульська обл., Кімовський р-н); 16 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* var. *Clematis recta* (RU: Калузька обл., Калузький р-н); 17 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris* (UA: Києво-Святошинський р-н); 18 – *Carici praecocis-Quercetum roboris* (UA: Полтавська обл., Пирятинський р-н); 19 – *Melampyro nemorosi-Carpinetum betuli* (UA: Черкаська обл., Черкаський р-н); 20 – *Aegonycho-Quercetum roboris* (UA: Полтавська обл., Кобеляцький р-н); 21 – *Violo hirtae-Quercetum roboris* (UA: Полтавська обл., Золотоноський р-н); 22 – *Vicio pisiformis-Quercetum roboris* (RU: Білгородська обл., Борисовський р-н); 23 – *Vicio pisiformis-Quercetum roboris* (RU: Воронежська обл., Верхнемамоновський р-н); 24 – *Caragano fruticis-Aceretum tatarici* (UA: Дніпровська обл., Новомосковський р-н); 25 – *Fritillario ruthenicae-Quercetum roboris* (UA: Донецька обл., Славянський р-н); 26 – *Scorzonero ensifoliae-Quercetum roboris* (RU: Ростовська обл., Шолоховський р-н).

З табл. 9.2 видно, що відхилення на межі окремих союзів/кластерів змінюються і за напрямком, і за величиною. Причому, найбільш вираженою ця зміна є за факторами кислотності і терморезиму. Усі синтаксони субкластеру D1 (*Betonico-Quercion*) мають від'ємні, а кластеру E (*Scutellario-Quercion*) – додатні відхилення, що видно з напрямків стовпчастих діаграм за фактором Rс (табл. 9.2). За фактором терморезиму (Тm) найбільші відмінності теж спостерігаються у кластерів D1 і E. При цьому значення відхилень (напрямок дії) за фактором Тm є таким же як значення за Rс, тобто спостерігається кореляція екофакторів. Її можна пояснити зростанням фонові кислотності ґрунтів у напрямку на північ і навпаки. Це дає можливість зробити наступний висновок: провідні екологічні фактори на рівні асоціацій і на рівні союзів є різними. На рівні асоціацій (місцева специфіка диференціації) провідними є фактори багатства ґрунтів і світлового режиму, тоді як на рівні союзів (регіональна специфіка диференціації) головними факторами синтаксономічної диференціації КДЛ є терморезим і кислотність ґрунтів.

9.4 Фітоценотична характеристика асоціацій союзу *Convallario majalis-Quercion roboris*

Союз *Convallario-Quercion* об'єднує сухі та свіжі мішані дубово-

соснові ліси на терасах річок, переважно борової тераси. Описаний він з Центральної України [212, с. 45]. Більшість авторів зазначають дерново-підзолисті ґрунти, сонячні, дренавані мікросхили південних експозицій (табл. Б.1). Деревостан формують *Pinus sylvestris* і неморальні види – *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus* і ін. Зімкнутість деревного ярусу коливається у широких межах від 0.4 до 0.8. Чагарниковий ярус (0.1–0.3) багатовидовий (*Frangula alnus*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosus*, *Sorbus aucuparia*, *Acer tataricum*). Трав'яний ярус (0.6–0.9) флористично багатий. У ньому переважають мезотрофні види (*Convallaria majalis*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis* і ін.).

Синтаксономічне положення союзу є дискусійним. Авторами він був включений до порядку *Quercetalia robori-petraeae*, який належить до класу *Quercetea robori-petraeae* [212, с. 12]. У пізніших трактуваннях його почали включати до класу *Quercetea pubescentis* [191], або навіть розглядати як синонім *Aceri tatarici-Quercion* [197, 368]. Результати кластерного аналізу підтверджують його самостійність (рис. 7.5), а розташування векторів фітосоціологічних змінних (рис. 7.10) вказує на більшу афінність класу *Quercetea robori-petraeae*, тобто відповідає його первинному трактуванню авторами.

Далі наводиться фітоценотична характеристика синтаксонів на рівні окремих асоціацій. Порівняння асоціацій за флористичним складом подано в табл. В.1.

9.4.1 Асоціація *Melico nutantis-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні флористично багаті (30–50 видів на опис) дубово-соснові ліси на свіжих, дерново-підзолистих, слабокислих супіщаних ґрунтах міжгорбових знижень (лощин) середнього гіпсометричного рівня борової тераси [212]. Описана вона з території Канівського природного заповідника (КПЗ) – тип у зниженій ділянці о-ва Великого (Зміїні острови) [212, с. 47]. У складі асоціації авторами було

виділено три субасоціації – *typicum*, *M.n.-Q.r. galietosum salicifoliae*, *M.n.-Q.r. vincetoxicetosum hirundinariae* [212]. Як діагностичні види авторами, зазначаються *Betonica officinalis*, *Frangula alnus*, *Galium verum*, *Geranium sanguineum*, *Hieracium umbellatum*, *Platanthera bifolia*, *Quercus robur*. У порівнянні з іншими асоціаціями союзу диференційними видами асоціації є *Hieracium umbellatum*, *Silene nutans*, *Platanthera bifolia* (табл. В.1). Деревостан двухярусний, у першому домінує *Pinus sylvestris*, у другому – *Quercus robur* і деякі інші види (*Betula pendula*, *Populus tremula*). Чагарниковий ярус багатовидовий (*Sorbus aucuparia*, *Euonymus verrucosus*, *Frangula alnus*, *Acer tataricum*, *Corylus avellana*).

9.4.2 Асоціація *Polygonato odorati-Quercetum roboris* (syn. *Convallario majalis-Quercetum roboris*)

Ця асоціація також була описана з Канівського заповідника (тип – о. Великий) [212, с. 46]. Авторами було виділено три субасоціації – *Convallario majalis-Quercetum typicum*, *C.m.-Q.r. trifolietosum alpestre* і *C.m.-Q.r. galietosum tinctori*.

За даними кластерного аналізу асоціація (синтаксон 19 на рис. 7.5) об'єднується з попередньою (синтаксон 18 на рис. 7.5) на низькому рівні ($h = 0.7$). Обидві асоціації описані з території КПЗ. Їх флористичні відмінності нечіткі, диференційні види відсутні (табл. В.1).

Назва *Convallario majalis-Quercetum* є нелегітимною – це випадок пізньої омонімії щодо угорської асоціації (ст. 31, МКФН). Уведення помен novum (*Polygonato odorati-Quercetum roboris*) [294] пов'язане з вимогами МКФН. Номенклатурний тип асоціації і авторство лишаються незмінними.

9.4.3 Асоціація *Clinopodio vulgaris-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує угруповання дубово-соснових лісів на опідзолених супіщаних ґрунтах [194]. Описана на території заказника "Жуків хутів" (490 га) у Києво-Святошинському районі Київської обл. [194, с. 67]. Вочевидь має більш широке трапляння на Поліссі, можливо заходить у північну частину

лісостепової зони. Як діагностичні види авторами зазначаються *Betonica officinalis*, *Euphorbia cyparissias*, *Clinopodium vulgare*, *Cruciata glabra*, *Melampyrum polonicum*, *Potentilla alba*. Деревостан (0.5–0.8) сформований *Quercus robur* та *Pinus sylvestris*. Чагарниковий ярус (0.1–0.5) багатовидовий; 100% трапляння у ньому мають *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*. Проективне покриття травостою (60–70%).

Асоціація була включена до союзу *Genisto germanicae-Quercion* [194, с. 65], але її положення у союзі *Convallario-Quercion* є більш обґрунтованим. Це підтверджується результатами кластерного аналізу, оскільки ця асоціація (синтаксон 20 на рис. 7.5) об'єднується з іншими (18–22), що також належать до союзу *Convallario-Quercion*, включаючи голотип союзу (синтаксон 19 на рис. 7.5).

9.4.4 Асоціація *Daphni sneori-Quercetum roboris* (syn. *Convallario majalis-Quercetum roboris subass. daphneosum sneori*)

Асоціація об'єднує угруповання ксеромезофітних мішаних (дубово-соснових) лісів на дерново-підзолистих слабкислих ґрунтах [32]. Описана вона з Черкаського і Чигиринського борів, поблизу м. Черкаси. Тип – на слабогорбистій ділянці у Михайлівському лісі, поблизу траси Черкаси-Канів, на околицях с. Софіївка Черкаського району [32, с. 28]. Деревостан двох'ярусний: перший ярус (зімкнутість 0.5-0.9, 17-25 м.) – сформований *Quercus robur* і *Pinus sylvestris*, другий (зімкнутість 0.1-0.3, 4-11 м.) – менш розвинений, з *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Pyrus communis* та ін. Чагарниковий ярус (0.1-0.2) в основному з *Euonymus verrucosa* і *Corylus avellana*. Трав'янистий ярус (0.4-0.9) багатовидовий (*Convallaria majalis*, *Melica nutans*, *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum nemorosum*, *Poa angustifolia*, *Polygonatum odoratum*). У видовому складі трапляються рідкісні види (*Pulsatilla patens*, *Stipa borysthena*). Екофактори, що мають найбільші відхилення за даними фітоіндикації – вологість (–0.08), азот ґрунтів (–0.15), світловий режим (+0.08) (табл. 9.2). Це свідчить про ксерофітніші умови,

зростання на бідних ґрунтах, світлий деревостан.

Спочатку угруповання були описані як субасоціація *Convallario majali-Quercetum robori daphneosum sneori* Gayova & Korotchenko 2013 [32, с. 28]. Від інших асоціацій союзу асоціація чітко відрізняється наступною комбінацією діагностичних видів – *Daphne sneorum*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Teucrium chamaedrys* (табл. В.1). Важливим діагностичним видом є *Daphne sneorum* – вид з диз'юнктивним ареалом, який тяжіє до Середземномор'я та гірських регіонів Європи [364, карта 295с]. В Україні він трапляється на Західному Поділлі, у Розточчі, на Волині і відокремлено у Придніпров'ї, лише на Правобережжі [208]. Зазначені флористичні особливості дають підстави підняти ранг синтаксону (ст. 27, МКФН) до рівня окремої асоціації. Автори попередньої назви наводяться у дужках, номенклатурний тип лишається незмінним (ст. 27d, 51, МКФН).

9.4.5 Асоціація *Pteridio aquilini-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні сосново-дубові і дубові ліси борових терас південної частини лісової зони [9]. Описана на Чернігівському Поліссі. Тип – у середньовіковому дубовому лісі на околицях смт. Ічня Ічнянського р-ну Чернігівської обл. [9, с. 61]. Деревостан одноярусний (зімкнутість 0.3-0.6), дуб III-го, рідше IV-го класу бонітету; домішуються *Carpinus betulus* та *Populus tremula*. Як діагностичні види наводяться *Pteridium aquilinum*, *Clematis recta*, *Anthericum ramosum*, *Digitalis grandiflora*, *Carex montana*, *Campanula rotundifolia* [9]. До цього переліку можна додати *Clematis recta*, *Viola hirta* (табл. В.1).

Асоціація була включена до порядку *Pteridio-Quercetalia* Scam. et Pass. 1959 без зазначення союзу [9, с. 52]. Але за результатами кластерного аналізу (синтаксон 22 на рис. 7.5), вона приєднується на досить високому рівні ($h = 1.1$), що свідчить про її значну флористичну подібність до інших асоціацій у кластері С (*Convallario-Quercion*). Цей рівень близький до рівня, на якому формується (замикається) кластер С ($h = 1.3$), що свідчить про значні

флористичні відмінності цієї асоціації від решти у кластері С (рис. 7.5). Асоціація займає проміжне положення між союзами *Convallario-Quercion* та *Betonico-Quercion*.

9.5 Фітоценотична характеристика асоціацій союзу *Betonico officinalis-Quercion roboris*

Союз *Betonico-Quercion* об'єднує ксеромезофітні флористично багаті дубові ліси східноєвропейської (сарматської) флористичної провінції [292, с. 350]. В українських та російських публікаціях найчастіше угруповання цього союзу класифікували (здебільшого помилково для східних регіонів) у межах союзу *Quercion petraeae* (табл. 8.5).

Угруповання формуються на сірих лісових суглинистих або дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах. На північ просуваються у зв'язку з місцями неглибокого залягання карбонатних порід (крейда, мергель, вапняк). У лісостеповій зоні трапляються у двох типах місцезростань – на схилах балок і долин річок (байрачні діброви), а також на терасах (терасові діброви). У південній частині лісостепової зони поступово заміщуються угрупованнями наступного союзу.

У першому ярусі переважає дуб, склад його супутників різноманітний (*Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Pyrus communis*, *Tilia cordata*) і залежить від едафічних умов. Зімкнутість деревного ярусу 50–60%, менша, ніж у фагетальних дібров (середнє значення для них близько 80%). Чагарниковий ярус флористично багатий (*Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*, *Euonymus verrucosus*, *Corylus avellana*, *Viburnum opulus*, *Cytisus ruthenicus*, *Rhamnus cathartica*, *Prunus padus*, *Acer tataricum*). Зімкнутість чагарникового ярусу дуже коливається (1–40%) і збільшується у розріджених деревостанах. Трав'яний ярус флористично багатий (53 види на ділянці 100 м² [149]). У ньому багато злаків (*Agrostis capillaris*, *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis arundinacea*, *C. epigejos*, *Dactylis glomerata*, *Melica nutans*, *Poa angustifolia*, *P. nemoralis*).

Спільними рисами є видове багатство, значна участь злаків і узлісного (світлолюбного) різнотрав'я, мала кількість фагетальних видів, відсутність чіткого аспекту і синузії весняних ефемероїдів, переважання мезотрофних, ксеромезофітних, морозостійких, світлолюбних видів. У фітосоціологічній структурі переважають види GER+PUB+FAG з частками 0.22 : 0.17 : 0.16 (табл. 8.2). У порівнянні з попереднім союзом тут менша частка ацидофільних видів і більша вибагливих до родючості ґрунтів, які тяжіють до чистих дубових деревостанів (*Carex montana*, *Potentilla alba*, *Pulmonaria angustifolia* та ін.).

У роботах радянського періоду [12, 88, 163, 215] подібні угруповання потрапляли у збірну категорію дібров "трав'яних", тому чітко визначити закономірності їх географічного поширення неможливо. Публікації на основі флористико-соціологічного підходу [15, 20, 50, 143, 149, 169, 170, 172], свідчать, що основний регіон поширення угруповань цього союзу – південна частина лісової та північна частина лісостепової зони східних регіонів України і суміжних західних регіонів Росії, з основним центром на Середньоруській височині (рис. 7.1). За результатами більш пізніх наших досліджень, ареал союзу значно більш витягнутий у західному напрямку, аніж передбачалося спочатку. На Київському Поліссі вони описані як асоціація *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris* і трапляються також у Полтавському Лісостепу (асоціація *Carici praecocis-Quercetum roboris*) [289].

З'ясування меж поширення союзу *Betonico-Quercion* потребує додаткових досліджень, оскільки покриття території синтаксонами, що увійшли до його складу, є нещільним. На даному етапі ареал союзу *Betonico-Quercion* можна наближено окреслити межами поширення наступних видів. На захід ареал союзу *Betonico-Quercion* простягається до східної межі поширення *Quercus petraea* [364, карта 122a], де заміщується центральноєвропейським союзом *Potentillo albae-Quercion petraea*. Південна межа приблизно відповідає межі між степовою та лісостеповою зонами і в основному збігається з північною межею поширення *Buglossoides*

purpureocaerulea [364, карта 363a]. Далі на південь він заміщується союзом *Scutellario-Quercion* (розділи 8.6.5 і 9.6). У північному напрямку межа союзу приблизно збігається з північною межею поширення *Potentilla alba* [364, карта 214d]. Питання східної межі *Betunico-Quercion* є невивченим у зв'язку з майже невивченою територією між Середньоруською височиною і Південним Уралом. Лише недавно почали з'являться роботи присвячені КДЛ Приволзького регіону (Татарстану) [114]. Ми передбачаємо, що межа між союзами *Betunico-Quercion* і *Lathyro-Quercion* проходить долиною Волги.

Далі наводиться фітоценотична характеристика синтаксонів на рівні окремих асоціацій. Порівняння флористичного складу асоціацій союзу *Betunico-Quercion* наведено в табл. В.2.

9.5.1 Асоціація *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris*

Угруповання трапляються на боровій терасі на піщаних дерново-підзолистих ґрунтах. Тип – у Києво-Святошинському районі Київської обл. поблизу с. Горенка, на боровій терасі р. Ірпінь [289, с. 204]. Висоти борової тераси коливаються тут у межах 143 до 147 м. н.р.м., перепад висот мезорельєфу складає 1–5 м. Угруповання займають знижені (подові) ділянки борової тераси середнього та високого гіпсометричного рівня.

У першому деревному ярусі (0.6–0.7) переважає дуб (*Quercus robur var. tardiflora*). Сосна (*Pinus sylvestris*) те ж входить у перший ярус, але її частка менша 20%. Інші види (*Betula pendula*, *Populus tremula*, *Carpinus betulus*) входять у другий ярус – нечіткий, низької зімкнутості (<5%). Зімкнутість чагарникового ярусу коливається у межах від 5 до 30% (11% у середньому), 1–4 м. висотою.

Чагарниковий ярус флористично багатий, є сумішшю ксеромезофітних (*Acer tataricum*, *Clematis recta*, *Berberis vulgaris*, *Euonymus verrucosa*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Genista tinctoria*) і ацидофітних (*Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus*, *Padus avium*, *P. serotina*) видів. У ньому багато злаків, що вказує на відносно світлий деревостан. З еколого-ценотичної точки зору

серед них є лучні (*Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*), лучно-степові (*Poa angustifolia*, *Bromus inermis*), неморальні (*Poa nemoralis*, *Festuca gigantea*, *Melica nutans*) види.

В угрупованнях цієї асоціації, однієї з найбільш західних у союзи, є види, що перебувають на східній межі ареалу (*Teucrium chamaedrys*, *Cruciata glabra*, *Euphorbia cyparissias*, *Carpinus betulus*). На Лівобережжі вони мають обмежене поширення. З іншого боку, чимало видів, які є диференційними для східноєвропейської групи КДЛ (табл. 8.4), і вони переважають (*Peucedanum oreoselinum*, *Calamagrostis epigejos*, *Allium oleraceum*, *Origanum vulgare*, *Acer tataricum*, *Clematis recta*, *Cytisus ruthenicus*, *Digitalis grandiflora* та ін.).

9.5.2 Асоціація *Carici praecocis-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує світлі дубові і дубово-соснові ксеромезофітні ліси, які займають добре дреновані схили та підвищення мезорельєфу, трапляються по борівій терасі, на підвищеннях заплави, у верхній частині на схилах ярів. Угруповання розташовуються на узліссях сухих соснових лісів, часто межують з псамофітними луками союзу *Agrostion vinealis*. Виявлені вони по заплаві р. Удай, трапляються у НПП "Пирятинський", спорадично по всьому Полтавському Лісостепу, звідки була описана асоціація. Тип – у Пирятинському районі, на околицях с. Харківці, у ксеромезофітному дубовому лісі на окраїні лісового масиву на межі з відкритими ділянками заплави [289, с. 205].

Структура угруповань подібна до інших асоціацій союзу. У деревному ярусі (зімкнутість 0.77 у середньому) переважає дуб, сосна співдомінує, домішуються *Acer platanoides*, *Pyrus pyraeaster*, *Tilia cordata* та ін. Ярус чагарників (зімкнутість 11% у середньому) флористично багатий (*Frangula alnus*, *Crataegus rhiphidophylla*, *Prunus spinosa*, *Euonymus verrucosa*). Від інших асоціацій союзу *Betonico-Quercion* відрізняється наступними диференційними видами: *Viola suavis*, *Iris arenaria*, *Crataegus ucrainica*,

Salvia nemorosa, *Carex caryophylla* (табл. В.2). Варіант асоціації *Carici praecocis-Quercetum* var. *Agrostis vinealis* (табл. Г.1) об'єднує угруповання на найнижчому рівні борової тераси, при переході у заплаву.

9.5.3 Асоціація *Galio tinctoriae-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні дубові та сосново-дубові ліси, які розташовуються як на річкових терасах (терасові діброви), так на крутих схилах балок у верхній частині (байрачні діброви). Асоціація описана у на південно-західних відрогах Середньоруської височини [50, с. 102]. Угруповання цієї асоціації виявлені у Лебединському і Сумському лісгоспах, трапляються на боровій терасі р. Псел і її приток, зокрема р. Сироватка поблизу с. Краснопілля; на крутих схилах корінного берега р. Псел поблизу с. Межиріч; на боровій терасі р. Ворскла в околицях с. Климентове.

Терасовий тип (subass. *dianthetosum fisheri*) відрізняється наявністю псамофітів (*Veronica spicata*, *Pilosella officinarum*) і співдомінуванням сосни. Байрачний тип (subass. *violetosum mirabilis*) характеризується зростанням частки неморальних і узлісних видів. У терасового типу видовий склад має більш ацидофітний і псамофітний характер, у байрачних дібров він мегатрофно-ксеромезофітний.

9.5.4 Асоціація *Lathyro nigri-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні дубові ліси на схилах ярів і долин річок на сірих лісових ґрунтах [20, 174]. У деревостані (зімкнутість 0.6–0.7) переважає *Quercus robur*, домішується *Betula pendula* (9-10Д+1Б). У чагарниковому ярусі (зімкнутість 0.2–0.3) постійні *Corylus avellana*, *Frangula alnus*. Трав'яний ярус (п.п. 45–60%) багатовидовий (26 – 39 видів на 100 м²); являє суміш бореальних, неморальних і термофільних видів. Як діагностичні види асоціації зазначаються *Quercus robur* (dom.), *Potentilla alba*, *Primula veris*, *Lathyrus niger*, *Brachypodium sylvaticum*, *Allium oleraceum*, *Heracleum sibiricum* [20].

Асоціація описана з Брянського регіону РФ. Спочатку вона була

включена до союзу *Aceri tatarici-Quercion* [20], але пізніше її почали розглядати у *Quercion petraeae* [173]. Угрупування асоціації характерні для брянських "ополій". "Ополье" (рос.) – це особливий тип ландшафту, характерний для півдня лісової зони у межах Середньоруської височини на підвищених дренажних вододілах. Наводиться також в Україні для Новгород-Сіверського (Східного) Полісся [169]. Спочатку угруповання об'єднували назвою *Potentillo albae-Quercetum roboris* [15]. У пізніших роботах авторів остання неефективна назва (ст. 1, МКФН) була включена до синонімів *Lathyro nigri-Quercetum roboris* [20, с. 75]. Усі синтаксони, які були віднесені до асоціації *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (рядки 23–26, 28, табл. Б.1), сформували окремий субкластер D1 (табл. Б.2, В.2).

9.5.5 Асоціація *Pyrus pyrastris-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує угруповання остепнених дубових лісів на схилах балок південних експозицій крутизною 10-30° на чорноземних ґрунтах, які підстилаються лесовидним суглинком; подекуди ґрунти змиті і оголюються крейдяно-мергельні породи. Описана з Курської обл. РФ, у лісостеповій зоні [172]. Як діагностичні види авторами зазначаються *Quercus robur* (дом.), *Pyrus pyrastris*, *Astragalus glycyphyllos*, *Brachypodium pinnatum*, *Campanula rapunculoides*. До цього переліку можна додати *Vupleurum falcatum*, *Trifolium aureum* (табл. В.2).

Деревостан двоярусний, у першому ярусі (середня зімкнутість 0.55, висота – 17 м.) трапляється *Quercus robur*, у другому – *Pyrus pyrastris*, *Malus sylvestris*, *Acer campestre*. У чагарниковому ярусі (середня зімкнутість 0.1) постійні *Crataegus rhipidophylla*, *Prunus spinosa*, *Euonymus verrucosa*, *Acer tataricum*. У трав'яному ярусі (покриття 30–95 %) неморальних видів небагато, переважають узлісні та кверцетальні види (*Campanula persicifolia*, *Carex montana*, *Clinopodium vulgare*, *Potentilla alba* та ін.). Степовий характер додає наявність лучно-степових *Salvia pratensis*, *Festuca valesiaca*, *Galium verum*, *Stachys recta* та ін.

9.5.6 Асоціація *Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris*

Асоціація описана вона з Курської обл. РФ у басейнах р. Псел і Сейм [172]. Особливості флористичного складу цієї асоціації пояснюються її формуванням на терасах річок (терасові діброви). У зв'язку з цим у видовому складі більша частка ацидофітних і псамофітних видів. Як діагностичні види авторами зазначаються *Quercus robur* (домінант), *Calamagrostis arundinacea*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Hieracium umbellatum*, *Malus sylvestris s.l.*, *Moehringia trinervia*, *Peucedanum oreoselinum*, *Valeriana rossica*. Деревний ярус (зімкнутість 0.6) формує *Quercus robur*, домішуються *Populus tremula*, *Tilia cordata*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*. Середня зімкнутість чагарникового ярусу – 0.2, п.п. трав'яного ярусу – 45–90%. Видове багатство угруповань – 43 види на 400 м² [172].

9.5.7 Асоціація *Lathyro pisiformis-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує угруповання ксеромезофітних дубових лісів на сірих лісових ґрунтах і є найбільш східною у союзі (рис. 7.1). Описана на території заповідника "Куликове поле" (Тульська обл. РФ) [172]. Ґрунти, частково змиті, сформувалися на лесовидних суглинках, які підстилаються вапняками. Угруповання формуються на схилах південних і східних експозицій з крутизною від 5 до 18 град. Як діагностичні види авторами зазначаються *Quercus robur* (домінант), *Cerasus fruticosa*, *Campanula bononiensis*, *Laserpitium latifolium*, *Lathyrus pisiformis*, *Prunus spinosa*, *Rubus saxatilis*, *Thalictrum minus*, *Veratrum nigrum*.

Деревостан однарусний (зімкнутість у середньому 0.7, висота 14–20 м.), переважно з *Quercus robur*, домішуються *Betula pendula*, *Populus tremula*; сосна – відсутня. У чагарниковому ярусі з траплянням понад 50% зростають *Viburnum opulus*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica*. У складі асоціації описані два варіанти – *typicum* і *var. Prunus spinosa*. Для останнього характерним є формування щільного чагарникового ярусу з *Prunus spinosa* та розрідженого і бідного трав'яного ярусу через

затінення чагарниковим. Цікавою є наявність у видовому складі східноєвропейсько-південносибірського виду *Lathyrus pisiformis*, який вважається діагностичним для південно-уральського союзу *Lathyrus pisiformis-Quercion*. Ця асоціація у союзі *Betonicum-Quercion* є найбільш східною за поширенням.

9.6 Фітоценотична характеристика асоціацій союзу *Scutellario altissimae-Quercion roboris*

Союз об'єднує остепнені дубові ліси у північній частині степової та південній частині лісостепової зони східноєвропейської флористичної провінції. В українських і російських публікаціях раніше їх відносили (помилково як для східних регіонів) до союзу *Aceri tatarici-Quercion*.

Топологічно угруповання зосереджені на підвищених ділянках рельєфу – на схилах ярів, долин річок, на найвищих (третья, четверта) надзаплавних терасах при виході на вододіли, на верхівках денудаційних форм рельєфу. Крутизна схилів коливається у межах 5-30 град., схили південних експозицій. Грунти сірі лісові або опідзолені чорноземи, у місцях близького залягання карбонатних порід та на змитих ґрунтах – слабколужної реакції. Материнськими породами є лес, лесовидний суглинок, продукти вивітрювання пісковиків (Донецький кряж), крейдових порід (Середньоруська височина).

Типовими угруповання цього союзу є на височинах (Донецький кряж, Середньоруська височина і т.д.), тоді як у низинних регіонах (Придніпровська височина) угруповання флористично бідніші і мають фрагментарне поширення. На Донецькому кряжі вони одержали назву "нагірних" дібров, оскільки зустрічаються на плакорах. Через вихід лісової рослинності на вододільні простори ця місцевість отримала назву Донецький Лісостеп. У місцях близького залягання карбонатних порід остепнені діброви просуваються на північ у лісостепову зону. Тенденція руху на північ у зв'язку з карбонатними субстратами характерна для степової рослинності [165, 166].

Зв'язок з фактором карбонатності ґрунтів найбільш чітко простежується у лісостеповій зоні [72].

Ареали союзів *Betunico-Quercion* і *Scutellario-Quercion* частково накладаються, але їх угруповання не контактують у природі. У межах одного регіону вони розділені топологічно. Союз *Betunico-Quercion* розташовується на нижчому гіпсометричному рівні, це переважно долинні (терасові, знижені) діброви, тоді як *Scutellario-Quercion* – це нагірні (плакорні) та байрачні діброви. Але у ширшому географічному контексті є виключення. У лісовій зоні *Betunico-Quercion* також підіймається на вододіли (ландшафти брянських "ополій"), а у степовій зоні *Scutellario-Quercion* може опускатися у долини річок у зв'язку з меншою кількістю опадів. Зокрема, дубові ліси на аренах (давніх алювіальних терасах) у Ростовській обл. РФ [190] гомологічні дубовим лісам борових терас річок лісостепової зони України.

Основні риси подібності і відмінності двох союзів *Betunico-Quercion* і *Scutellario-Quercion* наведені в табл. 9.3. Довгий час синтаксономічна автентичність союзу *Scutellario altissimae-Quercion* була неочевидною. У останньому виданні Продромусу України щодо союзу *Aceri tatarici-Quercion* зазначається: "класифікацію цих угруповань для України не розроблено" [155]. Окремі відомості про поширення "пристепових" дібров можна знайти у роботах більш раннього періоду, виконаних на основі домінантного підходу [10–12, 90, 154]. Від початку застосування флористико-соціологічного підходу, відбувалося накопичення даних зі східних регіонів об'єднаних концепцією "*Aceri tatarici-Quercion*".

Цікавими з точки зору флороценогенезу є діброви Донецького кряжу. У їх видовому складі з'являється (після перерви у Придніпровській низині) чимало видів, які вказують на зв'язок з Середземноморським центром [112, 113] У фундаментальній праці, присвяченій аналізу флори широколистяних лісів, Ю. Клепов розрізняв декілька географічних (флорогенетичних) типів, або асоціацій у його розумінні: *moldavicum*, *thyraico-borysthenicum*, *donetzicum*, *tanaiticum*, *volgense*, *praeuralense* [113].

Порівняння двох східноєвропейських союзів ксеромезофітних дубових лісів (КДЛ) – *Betonico officinalis-Quercion roboris* та *Scutellario altissimae-Quercion roboris*

Параметр порівняння	<i>Betonico officinalis-Quercion roboris</i>	<i>Scutellario altissimae-Quercion roboris</i>
Зональне розташування	південна частина лісової зони та лісостепова зона	степова зона та південна частина лісостепової зони
Провінціальне розташування	у межах східноєвропейської флористичної провінції	у межах східноєвропейської флористичної провінції
Ареал (приблизний)	східніше межі поширення <i>Quercus petraea</i> , на північ – до межі поширення <i>Potentilla alba</i> , на півдні – до північної межі <i>Buglossoides purpureocaerulea</i>	східніше межі <i>Quercus petraea</i> , північна межа приблизно збігається з межею <i>Buglossoides purpureocaerulea</i> , південна і східна межа потребують уточнень
Рельєф	переважно терасові діброви, частково байрачні і на корінних схилах річок	байрачні діброви, у степовій зоні також у заплавах і на корінних схилах річок
Едафотоп	піщані дерново-підзолисті ґрунти, на алювіальних відкладах	сірі лісові ґрунти та опідзолені чорноземи, переважно на карбонатних породах
Співдомінанти <i>Quercus robur</i>	бореальні види, зокрема <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Betula pendula</i>	неморальні види, наприклад, <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Ulmus glabra</i> , <i>Acer platanoides</i>
Чагарниковий ярус	ацидофільні види мішаних дубово-соснових лісів	види відкритих (ксеричних) місцезростань класу <i>Crataego-Prunetea</i>
Трав'яний ярус	поєднання видів <i>Trifolio-Geranietea</i> і <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	поєднання видів <i>Festuco-Brometea</i> і <i>Trifolio-Geranietea</i>
Відповідність домінантно-фізіономічній класифікації	<i>Querceta roboris violosa hirtae</i> , <i>Querceta roboris caricosa montanae</i> , <i>Querceta roboris convallariosa</i>	<i>Querceta roboris lithospermosa</i> , <i>Querceta roboris melicosa pictae</i>

Ксеромезофітні дубові ліси південно-західної України та Молдови містять чимало видів, пов'язаних із середземноморським центром (*Asparagus tenuifolius*, *Cornus mas*, *Cotinus coggygria*, *Coronilla elegans*, *Melica uniflora*, *Polygonatum latifolium*, *Staphylea pinnata* та ін.) [113]. З протилежного боку, на Донецькому кряжі, угруповання КДЛ насичені понтичними видами (*Arum elongatum*, *Dentaria quinquefolia*, *Laser trilobum*, *Lysimachia verticillata*, *Physospermum cornubiense*, *Scilla siberica*, *Symphytum tauricum*, *Veronica umbrosa*, *Vincetoxicum scandens* etc.).

Ареал союзу *Scutellario-Quercion* можна окреслити наступним чином: західна межа приблизно співпадає із східною межею поширення *Quercus petraea* [364, мапа 122a]; північна межа проходить у південній частині лісостепової зрони і приблизно відповідає північній межі поширення таких видів як *Aegonychon purpurocaeruleum* [364, мапа 363a] та *Melica picta* [364, мапа 39d]; південна межа точно не відома. Передбачається, що східна межа доходить до Приволзької височини, або ж після Дону виклинюється і іррадіює більше на південь у бік Кавказу.

Далі наводиться фітоценотична характеристика синтаксонів на рівні окремих асоціацій. Порівняння флористичного складу асоціацій союзу *Scutellario-Quercion* наведено в табл. В.3.

9.6.1 Асоціація *Fritillario ruthenici-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує дубові ліси, які тяжіють до ґрунтів на крейді і мають виразно остепнений флористичний склад [147]. Описана вона у НПП "Святі гори" на території Теплинського і Маяцького лісництв (Донецька обл.). Як діагностичні авторами наводяться наступні види: *Caragana frutex*, *Cotinus coggygria*, *Euphorbia semivillosa*, *Festuca rupicola*, *Fritillaria ruthenica*, *Gagea pusilla*, *Ligustrum vulgare*, і одночасно зазначається мала кількість фагетальних видів [147]. За даними фітоіндикації, асоціація має чітко виражений базифітний (карбонатofilний) характер. Так, відхилення за показниками карбонатів (Ca) і кислотності ґрунтів (Rc) складають +0.13 і

+0.09 відповідно (табл. 9.2). Зростання цих показників відбувається на фоні ксерофітизації (остепення) видового складу, оскільки відхилення за вологістю (Hd) те ж доволі значне і від'ємне (-0.09) (табл. 9.2).

Асоціація є найбільш близькою до *Aceri tatarici-Quercetum rossicum*, яка була описана на Донецькому кряжі Б. Золуомі [433]. У них значна частка спільних видів (*Melica picta*, *Lactuca quercina*, *Tanacetum corymbosum*, *Dictamnus albus*, *Aegonychon purpureocaeruleum* та ін.); а коефіцієнт подібності (Очіаї/Отіаї) флористичних списків обох асоціацій складає 0.43 з урахуванням видів з траплянням понад 20%. Обидва синтаксони походять з близьких географічно регіонів. Виходячи із зазначеного, ця асоціація вважається найбільш типовою для союзу і була обрана нами як номенклатурний тип [292, с. 350].

9.6.2 Асоціація *Aegonycho purpureocaerulei-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує угруповання ксеромезофітних дубових лісів на крутосхилах балок на темно-сірих лісових ґрунтах, які сформувалися на лесовидному суглинку [9]. Описана вона у Середньому Придніпров'ї у пониззі р. Ворскли. Тип – у байрачному лісі на схилі південно-східної експозиції, Лучківського ландшафтного заказника, Кобеляцький р-н, Полтавська обл. [9, с. 55]. Як діагностичні види наводяться (прим. – види в дужках наші номенклатурні уточнення): *Aegonychon purpureocaeruleum*, *Scutellaria altissima*, *Carex contigua* (*Carex muricata*), *Carex michelii*, *Aconitum nemorosum* (*Aconitum anthora* s.l.).

Деревостан (зімкнутість 0.6) формує переважно *Quercus robur*, його супутниками є *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*. У чагарниковому ярусі трапляються *Acer tataricum*, *Prunus spinosa*, *Crataegus curvisepala* (*Crataegus rhipidophylla*). У трав'яному ярусі (п.п. 35-45%) неморальних видів мало – здебільшого це види широкої амплітуди *Poa nemoralis*, *Stellaria holostea*.

Асоціація була спочатку включена до союзу *Tilio-Acerion* Klika 1955 [9,

с. 52]. Але останній об'єднує монтанні центральноевропейські фагетальні ліси прохолодних ущелин [368]. Це зовсім не відповідає екологічним і географічним умовам формування цієї асоціації. За результатами кластерного аналізу вона об'єднується з іншими синтаксонами кластеру Е (34–41, рис. 7.5), включаючи голотип союзу *Scutellario-Quercion*.

Досить подібні угруповання, до того ж описані в одному регіоні (Середнє Придніпров'я), наводилися під назвою *Melampyro nemorosi-Carpinetum betuli* [128]. Коефіцієнт подібності (Очіаї/Отіаї) флористичних списків обох асоціацій – 0.57 з урахуванням видів з траплянням понад 20%. У синтаксономічній схемі (розділ 9.1) ми включили останню до списку синонімів.

9.6.3 Асоціація *Viola hirtae-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні діброви, які формуються на найсухіших ділянках стрімких схилів ярів і долин річок, на найвищих терасах (третья-четверта надзаплавні), у верхів'ях сухих балок, на шпильях горбів денудаційного рельєфу. Описана вона у Середньому Придніпров'ї на правому корінному березі у нижній течії р. Сули [28]. Тип – суха діброва біля поля, край плакору поряд із урвищем яру, поблизу с. Кліщинці Черкаської обл. [28, с. 299]. Як діагностичні види зазначаються (прим. – види в дужках наші уточнення): *Quercus robur* (*dom.*), *Pyrus communis*, *Ulmus glabra*, *Crataegus curvisepala* (*Crataegus rhipidophilla*), *Dactylis glomerata*, *Poa nemoralis*, *P. angustifolia*, *Carex spicata* (*Carex muricata*), *Viola hirta*, *Cystopteris fragilis*, *Lactuca chaixii* (*Lactuca quercina*), *Agrimonia eupatoria*.

Примітно, що обидві асоціації з Середнього Придніпров'я (*Viola hirtae-Quercetum* та *Aegonycho purpureocaerulei-Quercetum*) описані у подібних умовах: ґрунти на лесовидних суглинках, частково змиті, почленований рельєф із значним перепадом висот, пониззя лівобережних приток Дніпра – Ворскли і Сули. Це дає підстави вважати, що подібні угруповання мають досить значне загальне поширення у Середньому Придніпров'ї, хоча всюди

не займають значних площ.

Угрупування межують з кленово-липово-дубовими лісами союзу *Scillo sibericae-Quercion roboris* Onyshchenko 2009 [28]. Це пояснює збільшення в угрупованнях частки видів *Carpino-Fagetea* (0.33, табл. Б.3). Асоціація займає проміжне положення між союзом *Scutellario-Quercion* (*Scutellaria altissima*, *Phlomis tuberosa*, *Carex michelii* та ін.) і неморальними лісами *Scillo sibericae-Quercion*.

У складі асоціації була виділена субасоціація *cerasetosum fruticosae*, яка об'єднала найсухіші варіанти угруповань. Формується остання на південних схилах (5–15°) та ділянках плакору поблизу яруг і балок. Деревостан переважно дубовий (зімкнутість 0.7), 40–70 років, близько 20 м. висотою. Флористичне багатство у середньому 30 видів на опис (625 м²) [28].

9.6.4 Асоціація *Vicio pisiformis-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує угруповання КДЛ на схилах балок південної та східної експозицій, крутизною від 5 до 25° на карбонатних субстратах (лесовидний суглинок, що підстилається крейдою) [172]. Описана вона у лісостеповій зоні, у басейні р. Ворскли у Білгородській обл. РФ (мапа 7.1). Наводиться також у південно-східній частині Воронежської області РФ, у степовій зоні [172].

Деревний ярус (зімкнутість 0.6–0.8) сформований *Quercus robur* (15–22 м. вис.) з домішкою *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*. У чагарниковому ярусі трапляються *Acer campestre*, *A. tataricum*, *Euonymus europaea*, *Crataegus curvisepala* (*Crataegus rhipidophylla*), *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica* та ін. Трав'яний ярус розріджений (15–40%) у ньому мало неморальних видів, переважно види широкої амплітуди – *Poa nemoralis* та *Stellaria holostea*. Важливою є наявність східноєвропейських видів – *Carex rhizina*, *Vicia pisiformis*. Дані фітоіндикації вказують на базифітний (карбонатofilний) характер видового складу – відхилення за кислотністю ґрунтів (Rc) становить +0.09, що означає збільшення рН, яке відбувається на

фоні збільшення карбонатів (Са) – відхилення +0.06 (табл. 9.2).

9.6.5 Асоціація *Caragano fruticis-Aceretum tatarici*

Асоціація об'єднує угруповання КДЛ на крутих схилах долин річок (т.з. пристінні діброви) північної частини степової зони України [144]. Тип – у дубовому лісі на схилі південної експозиції р. Самара, між с. Вільне та Свєцько-Миколаївка Новомосковського р-ну Дніпровській обл.. Дубові ліси у долинах річок степової зони не є типовими, флористично збіднені і антропогенно трансформовані. У багатьох місцях дуб внаслідок рубок поступається іншим, швидкоростучим породам. Але від широколистяних лісів угруповання відрізняються остепненим флористичним складом і майже повною відсутністю фагетальних видів, про що зазначають автори [144]. Як діагностичні види зазначаються (прим. – види в дужках наші уточнення): *Prunus stepposa* (*Prunus spinosa* subsp. *dasyphylla*), *Phlomis tuberosa*, *Aconitum nemorosum* (*Aconitum anthora* s.l.), *Caragana frutex*, *Agrimonia eupatoria*, *Fragaria viridis*.

9.6.6 Асоціація *Scorzonero ensifoliae-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує угруповання КДЛ на давніх піщаних терасах (аренах) річок степової зони. Описана вона з Ростовської обл. РФ у басейні Дону [189]. Формування на піщаних терасах призводить до численних псамофітів (*Calamagrostis epigeos*, *Scorzonera ensifolia*, *Linaria odorata*, *Galium ruthenicum* и др.). Автором було виділено три провізорні асоціації (*Brachypodio sylvaticae-Quercetum roboris*, *Scorzonero ensifoliae-Quercetum roboris*, *Galio physocarpae-Quercetum roboris*) (ст. 3b, 5, МКФН) [189]. Безперечно псамофітні діброви степової зони заслуговують на статус асоціації, але відмінності між трьома запропонованими провізорними асоціаціями нечіткі і потребують подальших досліджень.

9.7 Анотація розділу

Екологічні показники, за якими спостерігаються найбільші відмінності

між синтаксонами на рівні асоціацій і на рівні союзів є різними. Так, асоціації між собою переважно різняться показниками азоту ґрунтів і світлового режиму, тоді як групи синтаксонів, що належать до різних союзів, у найбільшій мірі відрізняються за терморезимом і кислотністю ґрунтів.

Основними класами, види яких беруть участь у формуванні видового складу КДЛ у східноєвропейському регіоні є: *Quercetea pubescentis* (з частками 0.17 – 0.23), *Carpino-Fagetea* (0.16 – 0.29), *Trifolio-Geranietea* (0.18 – 0.22). Частка степових видів помітно зростає лише у південній частині лісостепової зони і корелює з карбонатністю субстратів.

Спільними рисами досліджених угруповань ксеромезофітних дубових лісів є:

- відносно високі показники флористичного багатства трав'яного і чагарникового ярусу (знижуються у напрямку на південь);
- монотипний деревний ярус, завжди з переважанням дуба (лише один вид – *Quercus robur*);
- середньо-зімкнутий до розрідженого деревостан (зімкнутість у середньому складає 0.6);
- значне відношення частки нанофанерофітів до фанерофітів у біоморфологічній структурі;
- екотонний характер фітосоціологічної структури угруповань за участю видів 8 класів рослинності (різниця у частках видів першого і другого класу фітосоціологічного спектру становить 3–8%);
- зникнення центральноєвропейських видів і наявність видів східноєвропейського геоелементу, проте останні – це переважно види нелісової еколого-ценотичної групи (узлісні, лучні, степові і т.д.);
- поступове заміщення у східному напрямку термофільних (макротермних) видів степовими (континентальними);
- незначна кількість фагетальних видів і невираженість синузії весняних ефемероїдів;

- переважання у видовому складі видів ксеромезофітних, світлолюбних, помірно-морозостійких;
- відсутність чітких домінантів у трав'яному і чагарниковому ярусах.

РОЗДІЛ 10

ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИНТАКСОНІВ ЛІСОВОЇ РОСЛИННОСТІ М. КИЇВ ТА ОКОЛИЦЬ

Матеріали цього розділу базуються на результатах дослідження модельного набору НД2 (табл. А.1), який використовувався для апробації різних кількісних методів у попередніх розділах. Фітоіндикаційні показники синтаксонів наведені в табл. 4.5 і 4.6; результати дисперсійного аналізу – в табл. 4.7. Екологічний ряд синтаксонів за провідними факторами (світловим режимом та азотом ґрунтів) зображено на рис. 4.4. Ординаційний аналіз представлений на рис. 4.5, а екологічна модель у вигляді дерева класифікації, побудованого на основі даних фітоіндикації – на рис. 4.6. Частки видів різних класів рослинності у видовому складі синтаксонів (фітосоціологічний спектр) наведено в табл. 6.2.

Геоботанічні описи охоплюють часовий період 2013 – 2018 років, виконані І.В. Гончаренком та Г.М. Яценко (Інститут еволюційної екології НАН України) [35, 47, 81, 83]. Синтаксони (загалом 18) були виділені із застосуванням методу DRSA (розділ 1). Синоптична таблиця подана в додатку Г.2. Інтерпретація фітоценозів проводилася з урахуванням даних по рослинності України та суміжних територій [155, 191, 253, 322, 323, 358, 368, 375, 403].

Характеристику кожної асоціації ми доповнили диференційними таблицями (табл. 10.2, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.10, 10.11). У кожній асоціації ми відбирали характерні і константні види, і показуємо їх трапляння в усіх інших синтаксонах. Це дає змогу бачити як розподілені діагностичні види не лише у тому синтаксоні, який вони діагностують, а також у інших синтаксонах цього ж масиву даних. Таке представлення є більш наочним, аніж прості списки діагностичних видів. До характерних видів ми віднесли види із значеннями афінності за коефіцієнтом Очіаї більшим 0.5, а до константних – види із траплянням більше понад 40%.

10.1 Синтаксономічна схема рослинності

Синтаксономічна схема дослідженої лісової рослинності м. Київ і околиць нараховує 7 класів, 7 порядків, 8 союзів, 8 асоціацій, 1 субасоціацію, 13 варіантів і 1 безрангову одиницю у ранзі "угруповання" (community).

SALICETEA PURPUREAE Moor 1958 (syn. *Salici purpureae-Populetea nigrae* Rivas-Mart. et Cantó ex Rivas-Mart. et al. 1991)

Salicetalia purpureae Moor 1958

Salicion albae Soó 1951 (syn. *Asparago officinalis-Salicion albae* Golub 2001, *Rubo caesia-Populion nigrae* Passarge 1985, *Populion albae* Tx. 1931, *Populion nigrae* Schnitzler 1988)

1. *Aristolochio clematitis-Populetum nigrae* Goncharenko, Yatsenko 2020 (*Salici albae-Populetum nigrae* sensu auct. Ukr. non (Tx. 1931) Meyer-Drees 1936)

ROBINIETEA Jurko ex Hadač et Sofron 1980

Chelidonio-Robinietalia Jurko ex Hadač et Sofron 1980

Aegopodio podagrariae-Sambucion nigrae Chytrý 2013 (*Chelidonio-Acerion negundi* L. et A. Ishbirdin 1989 nom. inval., МКФН, ст. 1)

Galio aparines-Aceretum negundi Goncharenko, Yatsenko 2020 (*Chelidonio-Aceretum negundi* Ishbirdina et Ishbirdin 1989 nom. inval., МКФН, ст. 1)

2. *Galio aparines-Aceretum negundi* var. *Aristolochia clematitis*

3. *Galio aparines-Aceretum negundi* typicum

Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae Hadač et Sofron ex Vítková in Chytrý 2013

Balloto nigrae-Robinietum pseudoacaciae Jurko 1963

4. *Balloto nigrae-Robinietum* var. *Acer tataricum*
5. *Balloto nigrae-Robinietum* typicum

CARPINO-FAGETEA SYLVATICA Jakucs ex Passarge 1968 (syn. *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937)

Alno-Fraxinetalia excelsioris Passarge 1968

Alnion incanae Pawłowski et al. 1928 (syn. *Alno-Ulmion minoris* Br.-Bl. et Tx. 1943, *Alno-Padion* Knapp 1942)

6. *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* Koch ex Faber 1936
Carpinetalia betuli P. Fukarek 1968 (*Fagetalia sylvaticae* sensu auct. Ukr.)

Carpinion betuli Issler 1931

Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli Shevchyk, Bakalyna et V. Solomakha 1996

7. *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Acer campestre*

8. *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Prunus avium*

9. *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Mercurialis perennis*

10. *Galeobdoloni-Carpinetum* var. *Carex pilosa*

11. *Galeobdoloni-Carpinetum* typicum

Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli subass. *impatiosum parviflorae* Goncharenko, Ignatjuk, Shelyag-Sosonko 2013

12. com. *Acer platanoides*+*Lapsana communis*

QUERCETEA ROBORI-PETRAEAE Br.-Bl. et Tx. ex Oberd. 1957

Quercetalia roboris R. Tx. 1931

Vaccinio myrtilli-Quercion roboris Bulokhov et Solomeshch 2003

Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris Goncharenko, Yatsenko 2020 (*Pteridio-Pinetum sylvestris* Andrienko 1986 nom. invalid., МКФН, ст. 2b, 5)

13. *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Cardamine impatiens*

14. *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Fragaria vesca*

15. *Dryopterido-Pinetum sylvestris* var. *Carex ericetorum*

16. *Dryopterido-Pinetum sylvestris* typicum

VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Pinetalia sylvestris Oberd. 1957

Dicrano-Pinion (Libbert 1932) Matuszkiewicz 1962 nom. cons. propos. (syn. *Pino-Quercion* Medwecka-Kornaś et al. in Szafer 1959)

17. *Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris* Vorobyov, Balaschov et V. Solomakha 1997

QUERCETEA PUBESCENTIS Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959

Quercetalia pubescenti-petraeae Klika 1933

Convallario majalis-Quercion roboris Shevchyk et V. Solomakha 1996

18. *Polygonato odorati-Quercetum roboris* (Shevchyk et V. Solomakha 1996) Goncharenko, Yatsenko 2020

10.2 Порівняльний аналіз і оцінка флористичної подібності синтаксонів

У табл. 10.1 наведені основні фітоценотичні показники, розраховані для груп описів, які належать до одного синтаксону. Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Таблиця 10.1

Основні фітоценотичні показники синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць НД2 (табл. А.1)

Синтаксон	N	Кількість видів					Проективне покриття ярусів (середнє)		
		R	ΔR	S	K ₂₀ , %	K ₄₀ , %	дер.	чагарн.	трав.
1	39	29	19 – 40	139	37	17	56	11	81
2	22	28	23 – 37	112	44	21	67	15	78
3	26	21	16 – 30	92	37	18	61	10	91
4	7	17	12 – 20	82	69	53	66	25	71
5	21	17	11 – 22	61	41	23	78	34	54
6	9	22	17 – 28	73	62	27	73	23	79
7	53	24	18 – 33	119	35	21	72	30	70
8	64	23	10 – 39	130	28	15	74	32	53
9	11	19	16 – 25	62	44	27	68	23	70
10	21	19	13 – 26	86	31	14	76	23	50
11	55	22	12 – 31	116	34	17	74	27	65
12	30	27	18 – 42	162	27	11	56	23	77
13	17	25	21 – 34	93	40	24	58	34	66
14	36	27	16 – 37	109	39	21	47	27	69
15	33	26	18 – 49	112	37	21	63	29	72
16	115	24	17 – 34	142	30	15	59	29	66
17	35	24	16 – 34	145	25	12	52	22	74
18	41	26	20 – 36	137	35	15	38	22	75

Позначення: N – кількість описів, R – середня кількість видів на опис, ΔR – мінімальні та максимальні значення кількості видів у описах синтаксону, S – загальна кількість видів об'єднаного флористичного списку синтаксону, K₂₀ – частка видів з траплянням більше 20% у синтаксону, K₄₀ – так само, але з порогом у 40%.

На рис. 10.1 показано хід групування синтаксонів лісової рослинності м. Київ та околиць за ступенем подібності їх флористичного складу. Матриця відстаней Брея-Кьортіса (Bray-Curtis) між синтаксонами розрахована для лог-трансформованих значень трапляння видів. Групування (кластеризація) проводилися з використанням алгоритму гнучкої бети [343].

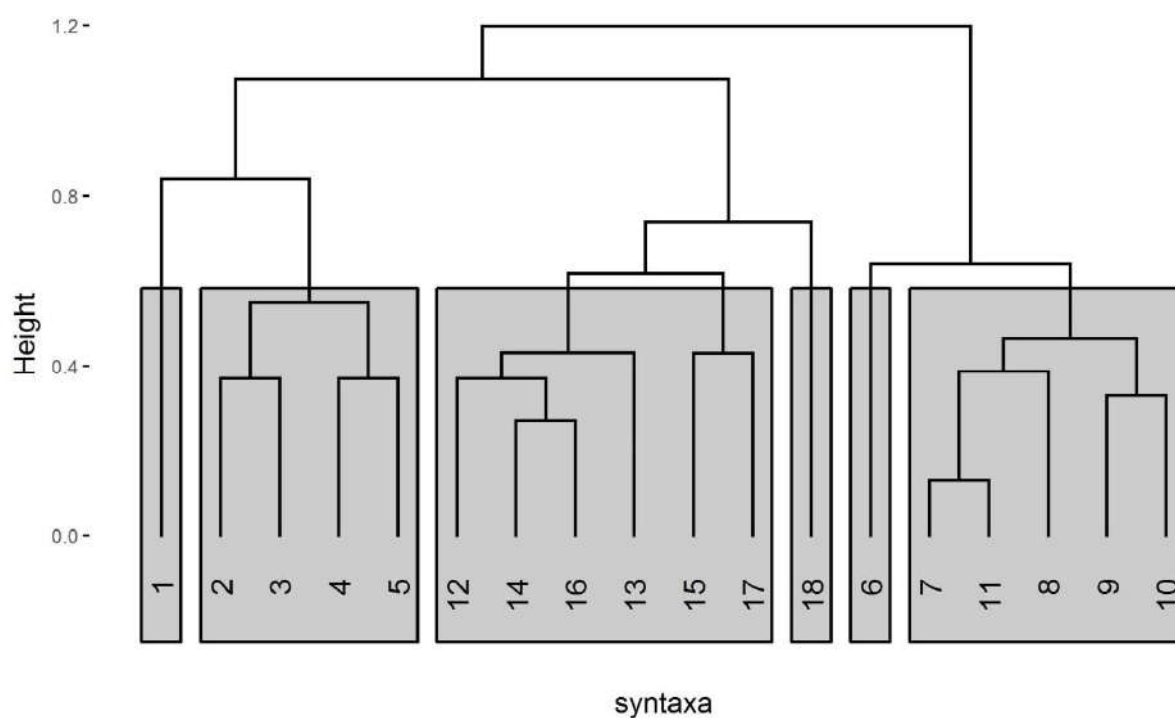


Рисунок 10.1. Кластерний аналіз подібності видового складу синтаксонів НД2 (табл. А.1). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі

Кількість груп синтаксонів (кластерів), позначених сірими блоками на малюнку, визначалася на рівні $h = 0.6$ (рис. 10.1). Чіткої відповідності цих груп одному рівню синтаксономічної ієрархії не спостерігається. Це пояснюється тим, що у різних класах рослинності об'єм трактування синтаксонів одного рівня істотно відрізняється. У класі *Robinietea* (синтаксони 2–5) в один кластер увійшли два союзи (*Aegopodio podagrariae-Sambucion nigrae* і *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae*). Окремий кластер сформували вологі неморальні ліси (синтаксон 6, асоціація *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*), світлі дубові ліси (синтаксон 18, асоціація *Polygonato odorati-Quercetum roboris*) і заплавні ліси (синтаксон 1, асоціація

Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae). Рівень об'єднання синтаксону 6 (вологі неморальні ліси асоціації *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*) із основною частиною широколистяних лісів (синтаксони 7–11) є нижчим ($h = 0.65$), аніж рівень об'єднання світлих дубових (синтаксон 18) із дубово-сосновими лісами ($h = 0.74$), що вказує на більшу подібність флористичного складу синтаксонів у першому випадку. У один кластер об'єдналися соснові і дубово-соснові ліси (синтаксон 17 з класу *Vaccinio-Piceetea* та синтаксони 13–16, що віднесені до класу *Quercetea robori-petraeae*). Їх значну флористичну подібність можна пояснити, з одного боку, розташуванням на межі Полісся і Лісостепу, а, з іншого боку, подібністю місцезростань борової тераси, де формуються угруповання обох класів.

10.3 Фітоценотична характеристика синтаксонів

Клас *Salicetea purpureae*

Асоціація *Aristolochio clematitidis-Populetum nigrae*

Асоціація об'єднує заплавні ліси з переважанням видів *Populus* sp. на піщаних ґрунтах у центральній та прирусловій частині заплави. Приурочені вони до заплав річок переважно із зрілим профілем долини та потужними алювіальними відкладами [294, с. 105].

Деревостан (зімкненість у середньому 58%) багатовидовий (*Populus nigra*, *P. tremula*, *P. alba*, *Ulmus laevis*, *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*). Усі види *Populus* sp. добре відновлюються, підріст різновіковий. Чагарниковий ярус флористично багатий, характерними є *Rubus caesius*, *Amorpha fruticosa* та ін. Трав'яний ярус густий (покриття у середньому 86%); у ньому багато лучних видів (*Poa pratensis*, *Bromus inermis*, *Rumex thyrsiflorus*, *Tanacetum vulgare*, *Carex hirta*, *Dactylis glomerata*). Константним видом є *Aristolochia clematitidis* (табл. 10.2). Рясність і різноманіття псамофітів (*Koeleria glauca*, *Sedum telephium* та ін.) збільшується із зростанням частки піщаної фракції ґрунтів і зменшенням зімкнутості деревостану.

Таблиця 10.2

Диференційна таблиця асоціації *Aristolochio clematitidis*-*Populetum nigrae* (синтаксон 1). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41	
ass. <i>Aristolochio clematitidis</i>-<i>Populetum nigrae</i>																			
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	74		4												6		11	10	
<i>Galium rubioides</i>	54	5																	
<i>Asparagus officinalis</i>	69												12				6	15	
<i>Sedum telephium</i>	64	5												3		3	6	15	
<i>Tanacetum vulgare</i>	46		4															12	
<i>Galium verum</i>	49																	11	10
<i>Carex praecox</i>	28																		
<i>Aristolochia clematitidis</i>	97	100																	
cl. <i>Salicetea purpureae</i>																			
<i>Rubus caesius</i>	51	77	65	29	24	22	6	45	9	5	13	27	35	69	52	60	43	27	
<i>Populus nigra</i>	54	82	38			11	2				2								
cl. <i>Robinietea</i>																			
<i>Acer negundo</i>	44	77	88	86	81		9	41	18	14	20	40	41	78	21	57	9	34	
cl. <i>Carpino-Fagetea</i>																			
<i>Ulmus laevis</i>	62	86	85	86	48		36	11	18	10	24	37	47	42	45	50	14	17	
<i>Cornus sanguinea</i>	49	77	69		29	11	8	39	18	10	11	10		3					
cl. <i>Vaccinio-Piceetea</i>																			
<i>Pinus sylvestris</i>	51	9	4		5		4	20				2	57	100	100	100	99	100	100
<i>Betula pendula</i>	44	9	8				4	17		5	4	17		6	6	17	14	17	
cl. <i>Galio-Urticetea</i>																			
<i>Geum urbanum</i>	56	73	92	100	86	89	62	89	82	38	58	73	76	56	39	43	3	15	
<i>Galium aparine</i>	62	100	100		5	11	49	8			25	27	53	6	52	20	9	5	
cl. <i>Molinio-Arrhenathretea</i>																			
<i>Lysimachia nummularia</i>	59	91	35			11	4	33	9		4	7	6				3		
<i>Poa pratensis</i>	74	27	12					2					6	8	33	12	40	37	
<i>Carex hirta</i>	41	23											13	6	8	3	8	20	17
<i>Equisetum pratense</i>	49	45	8			22	2				2	3							
<i>Alopecurus pratensis</i>	54	5	4																
Інші види																			
<i>Erigeron annuus</i>	56	41	27	71	10	11	8	11	9	10	16	40	29	11	18	9	37	29	
<i>Eryngium planum</i>	38	5																	
<i>Filipendula vulgaris</i>	28																		
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	31	5																	
<i>Trifolium montanum</i>	33																		

Екологічні показники з найбільшими відхиленнями у цієї асоціації – $\Delta Lc = +0.34$, $\Delta fH = +0.29$, $\Delta Tr = +0.15$ (табл. 4.6). Значні додатні відхилення

за світловим режимом свідчать про розріджений деревостан. Завдяки цьому чагарниковий і трав'яний ярус флористично багаті. Особливістю гідрологічного режиму умов формування асоціації є гострозмінний режим зволоження (ΔfH) з чергуванням мезофітних умов навесні та посушливих влітку. Це пояснює співтрапляння у видовому складі мезофітів і ксеромезофітів (*Galium verum*, *Carex praecox*, *Trifolium montanum*, *Asparagus officinalis*, *Filipendula vulgaris*). Додатний знак відхилення за сольовим режимом (табл. 4.6) свідчить про багатші (у порівнянні з іншими лісовими синтаксонами) ґрунти.

Синтаксономічне положення заплавних лісів у Східній і Південно-Східній Європі залишається недостатньо вивченим, де зібраних та проаналізованих геоботанічних матеріалів набагато менше, аніж із Західної та Північно-Західної Європи [272, с. 160]. Так, зі Східної Європи, у т.ч. з України і Росії, описано значну кількість союзів, але потрібен їх аналіз у ширшому географічному контексті для з'ясування ступеня їх самостійності. Зокрема, це такі союзи, як *Rubus caesii-Amorpha fruticosa* Shevchyk et Solomakha 1996 [213, с. 24]; *Artemisia dniproicae-Salix acutifoliae* Shevchyk et Solomakha in Shevchyk et al. 1996 [212, с. 29]; *Galium veri-Aristolochia clematidis* Shevchyk et Solomakha in Shevchyk et al. 1996 [212, с. 34]; *Calamagrostis epigei-Populus nigrae* (Shevchyk et V. Solomakha 1996) Shevchyk et V. Solomakha in I. Solomakha et al. 2015, Північне Причорномор'я [196, с. 273]; *Poa angustifoliae-Ulmus laevis* Golub in Golub et E.G. Kuzmina 1997, долина р. Волги, степова зона Росії [288, с. 207]; *Asparagus officinalis-Salix albae* Golub 2001, також степова зона Росії, Волго-Ахтубінське межиріччя [287, с. 17] (Golub 2001 р. 17); *Agrostis vinealis-Salix acutifoliae* Bulokhov in Bulokhov et Semenishchenkov 2015, лісова зона Росії, Брянський регіон [18, с. 31]. Самостійність багатьох з них є поки що сумнівною.

На рівні асоціацій угруповання вербово-тополевих заплавних лісів найчастіше трактують як асоціацію *Salix-Populetum* (Tx. 1931) Meijer-Drees 1936 [363]. Але аналіз публікацій свідчить, що у багатьох випадках під цією

Продовження таблиці 10.3

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Artemisia abrotanum</i>								III	
<i>Euphorbia esula</i>								IV	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>								III	
<i>Hierochloe repens</i>								III	
<i>Inula britannica</i>								V	
<i>Lythrum virgatum</i>								III	
<i>Rubia tatarica</i>								V	
<i>Solanum kitagawae</i>								III	
<i>Stachys palustris</i>								III	
<i>Vicia cracca</i>								III	
<i>Xanthium albinum</i>								V	
<i>Calamagrostis lanceolata</i>									III
<i>Calystegia sepium</i>									IV
<i>Carex echinata</i>									IV
<i>Cirsium palustre</i>									III
<i>Equisetum palustre</i>									III
<i>Filipendula ulmaria</i>									V
<i>Galium palustre</i>									IV
<i>Iris pseudacorus</i>									V
<i>Juncus effusus</i>									III
<i>Lycopus europaeus</i>									III
<i>Lysimachia vulgaris</i>									IV
<i>Lythrum salicaria</i>									III
<i>Mentha aquatica</i>									III
<i>Myosotis scorpioides</i>									III
<i>Phragmites communis</i>									III
<i>Ranunculus acris</i>									IV
<i>Salix viminalis</i>									III
<i>Scutellaria galericulata</i>									III
<i>Solanum dulcamara</i>									V
<i>Symphytum officinale</i>									V
<i>Valeriana officinalis</i>									III

Номери синтаксонів: 1 – *Aristolochio clematidis-Populetum nigrae* (Ukraine, Kyiv region) [294], 2 – *Salici-Populetum* (Ukraine, Kherson region) [100], 3 – *Galio veri-Aristolochietum clematidis* typicum, var. *Pinus sylvestris* (Ukraine, Cherkasy region) [212], 4 – *Galio veri-Aristolochietum clematidis* typicum, var. *Populus nigra* (Ukraine, Cherkasy region) [212], 5 – *Galio veri-Populetum nigrae* Solomakha, Smoliar, Smagliuk 2016 (Ukraine, Poltava region) [409], 6 – *Salici-Populetum* (Southwestern Slovakia) (Vojtkova et al. 2014), 7 – *Poa angustifoliae-Quercetum roboris* Golub et. E.G. Kuzmina 1997 (Russia, Volga-Akhtuba region) [37], 8 – *Achilleo septentrionalis-Populetum nigrae* Golub et Kuzmina in Golub 2001 (Russia, Volga-Akhtuba region) [38], 9 – *Salici albae-Populetum nigrae* (holotypus) Meyer-Drees 1936 (Netherlands, Achterhoek region) [363]

Клас *Robinietea*

Асоціація *Galio aparines-Aceretum negundi*

Асоціація репрезентує лісові угруповання з переважанням *Acer negundo*, спонтанні або штучні за походженням. Вони мають широке трапляння у антропогенних затінених місцезростаннях – у парках, біля будівель та парканів, на еродованих схилах, де *Acer negundo* штучно висаджується щоб протидіяти ерозії і т.п. Цей вид особливо агресивно впроваджується у трансформовані лісові ценози у заплавах річок. *Acer negundo* – неофіт північноамериканського походження, має широку екологічну амплітуду, найбільш активно мігрує вздовж водотоків. Його експансії сприяють висока насінна продуктивність, невибагливість до світла та ґрунтів. Він має широкий вторинний ареал у Європі. Головним обмежуючим фактором міграції *Acer negundo* у Сибіру є низькі зимові температури [220].

За даними фітоіндикації факторами із найбільшими значеннями відхилень є $\Delta Nv = -0.19$, $\Delta fH = +0.19$, $\Delta Tr = +0.11$ (табл. 4.6). Від'ємні відхилення за показником природності (ΔNv) пов'язані із переважанням у видовому складі антропофітів, у т.ч. адвентивних видів (*Impatiens parviflora*, *Chelidonium majus*, *Acer negundo*, *Erigeron annuus* та ін.). Додатне відхилення за змінністю зволоження та сольовим режимом пояснюється формуванням частини угруповань у заплавних умовах.

Деревостан (середня зімкнутість 67%) одноярусний, невисокий (8 – 15 м) з переважанням *Acer negundo*. Склад супутників різноманітний (*Acer platanoides*, *Ulmus laevis*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia* та ін.). Чагарниковий ярус місцями дуже загущений (до 60%), що утруднює прохід, але середня зімкнутість невисока (15%). У загущених місцях багато ліан (*Rubus caesius*, *Galium aparine*, *Parthenocissus quinquefolia*). Для трав'яного ярусу характерна мозаїчність і, як наслідок, значні коливання проективного покриття (0 – 80%). За видовим складом він збіднений особливо у затінених місцях. Завжди численними є нітрофіли (*Geum urbanum*, *Urtica dioica*,

Chelidonium majus, *Ballota nigra* та ін.), які є чутливими індикаторами "засмічення" лісових угруповань (розділ 5.1).

У складі асоціації розрізняємо два варіанти:

- var. *Aristolochia clematitis* – у заплавах; відрізняється більшою часткою видів *Salicetea purpureae* (*Festuca gigantea*, *Populus alba*, *Prunus padus*, *Rubus caesius*, *Ulmus laevis*, *Aristolochia clematitis*) і показником змінності зволоження (табл. 4.6);
- var. *typicum* – у різноманітних антропогенних місцезростаннях, але найчастіше на схилах яруг і балок, особливо де є ознаки ерозії ґрунтів.

Порівняльний аналіз (табл. 10.4) свідчить, що хоча антропогенну рослинність зазвичай вважають доволі однорідною у географічному контексті, а ареали синтаксонів широкими, відмінності між ними також спостерігаються і залежать від відстані, а точніше відмінностей пулу конкретних флор. У порівняння ми включили асоціацію *Chelidonio-Aceretum negundi* [110], яка є номенклатурним типом однойменного союзу (колонка 10 у табл. 10.4)

Таблиця 10.4

Порівняння синтаксонів лісової рослинності класу *Robinietea*

різних регіонів. Джерела даних вказано у легенді таблиці.

Наводяться лише види III-V класу трапляння.

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	26	20	152	174	8	6	3	10	4	12
<i>Acer negundo</i>	V	V			V	V	V	V	V	V
<i>Galium aparine</i>	V		V	V			IV		IV	
<i>Geum urbanum</i>	V		IV	V	IV	IV			III	
<i>Sambucus nigra</i>	III		V	V	V	V	IV		V	
<i>Urtica dioica</i>	III	III	V	V	IV	V	IV	IV	V	V
<i>Chelidonium majus</i>	III		IV	III	IV	IV		IV	V	V
<i>Alliaria petiolata</i>	V				IV	III			III	
<i>Impatiens parviflora</i>	IV		III	III			IV			
<i>Rubus caesius</i>	IV	IV								
<i>Poa trivialis</i>		III		III						
<i>Geranium robertianum</i>			III	III						

Продовження таблиці 10.4

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Robinia pseudoacacia</i>			V	V			IV		IV	
<i>Rubus fruticosus</i>			III	III						
<i>Ballota nigra</i>				III	III	V				
<i>Acer platanoides</i>	III						IV	III	IV	
<i>Chaerophyllum temulum</i>				III			V			
<i>Myosotis sparsiflora</i>							V		III	
<i>Arctium lappa</i>								V	III	
<i>Taraxacum officinale</i>					IV			V		V
<i>Anthriscus sylvestris</i>			III	IV					V	
<i>Cornus sanguinea</i>	III									
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	V									
<i>Stellaria media</i>	III									
<i>Ulmus laevis</i>	IV									
<i>Viola odorata</i>	IV									
<i>Dactylis glomerata</i>		III								
<i>Iris pseudacorus</i>		III								
<i>Symphytum officinale</i>		III								
<i>Arctium tomentosum</i>						V				IV
<i>Calystegia sepium</i>						III				
<i>Humulus lupulus</i>							IV			
<i>Poa nemoralis</i>							IV			
<i>Ulmus glabra</i>							IV			
<i>Artemisia absinthium</i>								III		
<i>Artemisia vulgaris</i>								V		III
<i>Atriplex patula</i>								V		
<i>Cynoglossum officinale</i>								III		
<i>Glechoma hederacea</i>								III		
<i>Lactuca serriola</i>								III		III
<i>Leonurus quinquelobatus</i>								V		III
<i>Poa pratensis</i>								III		
<i>Sorbus aucuparia</i>								IV		III
<i>Adoxa moschatellina</i>									V	
<i>Festuca gigantea</i>									III	
<i>Ficaria verna</i>									IV	
<i>Lamium maculatum</i>									III	
<i>Myosoton aquaticum</i>									III	
<i>Pastinaca sylvestris</i>										III
<i>Lapsana communis</i>										III
<i>Chenopodium hybridum</i>										III
<i>Sambucus racemosa</i>										III

Позначення синтаксонів: 1 – *Galio aparines-Aceretum negundi* (Ukraine, Kyiv region) [294], 2 – *Rubo caesii-Aceretum negundi* Batanjski et. S.Jovanovic 2015 (Serbia, Zrenjanin region, Carska bara) [224], 3 – *Chelidonio majoris-Robinetum pseudoacaciae* Jurko

1963 (Czechia) [253]), 4 – *Chelidonio majoris-Robinetum pseudoacaciae* (Czechia) [424], 5 – *Chelidonio-Aceretum negundi typicum* (Russia, Kursk region) [4], 6 – *Chelidonio-Aceretum negundi sambucetosum nigrae* (Russia, Kursk region) [4], 7 – *Chelidonio-Aceretum negundi* (Ukraine, Cherkasy region) [212], 8 – *Chelidonio-Aceretum negundi* (Russia, Bashkiria, Salavat city) [36], 9 – *Chelidonio-Aceretum negundi* (Ukraine, Poltava region) [187], 10 – *Chelidonio-Aceretum negundi* (holotypus) (Russia, Bashkiria, Ufa city) [110]

Синтаксономічне положення асоціації є неоднозначним. В українських і російських публікаціях лісові та гемісильвантні угруповання з переважанням *Acer negundo* традиційно відносять до союзу *Chelidonio-Acerion negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1989. Описаний він з континентальних областей Росії (Башкортостан) [110]. Але більш детальний аналіз свідчить, що проста, на перший погляд, класифікація антропогенних лісів, які вважаються однотипними / однорідними, викликає чимало питань. По-перше, назва *Chelidonio-Acerion negundo* є неефективною (ст. 1, МКФН) і немає ніяких пізніших публікацій, де ця назва була би опублікована валідно авторами союзу або іншими російськими геоботаніками. У монографії по рослинності Чехії союз *Chelidonio-Acerion negundi* включили до списку синонімів *Aegopodio podagrariae-Sambucion nigrae* Chytrý 2013 [253, с. 128].

Асоціація *Balloto nigrae-Robinetum pseudoacaciae*

Асоціація об'єднує спонтанні та штучні лісові та гемісильвантні угруповання, у деревному ярусі яких переважає *Robinia pseudoacacia*. Угруповання трапляються на родючих ґрунтах, особливо на теплих і сонячних схилах. Флористичний склад збіднений (у середньому 17 видів на опис). Натомість середня подібність описів висока. Відношення кількості видів з траплянням понад 20% до загальної кількості видів складає 0.67 і 0.84 (у 2-х варіантів асоціації) (K_{20} , табл. 10.1), тоді як цей же показник у інших синтаксонів складає у середньому 0.40.

У табл. 10.5 ми наводимо константні і диференційні види цієї асоціації і асоціації *Galio aparines-Aceretum negundi*, оскільки обидві вони належать до класу *Robinietea* і мають значну частку спільних видів. У видовому складі

асоціації спостерігається співтрапляння видів різних класів, у т.ч. *Robinietea*, *Salicetea purpureae*, *Epilobietea*, *Carpino-Fagetea*. Їх співвідношення залежить від специфіки місцезростань і походження угруповань. Так, частка видів *Salicetea purpureae* зростає у заплавних умовах. У разі формування угруповань на місці широколистяних лісів зростає частка видів *Carpino-Fagetea*. Але це стосується лише деревних і чагарникових видів (*Acer platanoides*, *Ulmus laevis*, *Euonymus europaeus*, *Crataegus monogyna* та ін.).

Таблиця 10.5

Диференційна таблиця асоціацій *Galio aparines-Aceretum negundi* (синтаксони 2–3) і *Balloto nigrae-Robinetum pseudoacaciae* (синтаксони 4–5). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41	
ass. <i>Galio aparines-Aceretum negundi</i>																			
<i>Myosotis sparsiflora</i>		23	35									7			3				
<i>Stellaria media</i>	28	36	50			11	2	2			2	7			15	2	6		
<i>Galium aparine</i>	62	100	100		5	11	49	8			25	27	53	6	52	20	9	5	
<i>Balloto nigrae-Robinetum pseudoacaciae</i> var. <i>Acer tataricum</i>																			
<i>Acer tataricum</i>	10	36	8	100	10		23	8		19	18	17	12	25	24	20	3	5	
ass. <i>Balloto nigrae-Robinetum pseudoacaciae</i>																			
<i>Robinia pseudoacacia</i>	5	9	31	100	76		17	20	18	14	15	37	6	25	9	35	17	32	
<i>Ballota nigra</i>	8	27	31	71	48		6	6	9	10	5	20						9	
cl. <i>Robinietea</i>																			
<i>Impatiens parviflora</i>	28	59	69	14	100	100	64	94	91	90	64	87	88	100	97	95	54	34	
<i>Chelidonium majus</i>	23	18	54	100	86	22	28	30		14	35	80	41	44	55	65	37	32	
<i>Geranium robertianum</i>	38	55	23	14	14	11	38	53	64	29	36	70	53	67	73	69	31	41	
<i>Acer negundo</i>	44	77	88	86	81		9	41	18	14	20	40	41	78	21	57	9	34	
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	33	77	96	29	48		13	11	27	24	11	37	47	28	27	23	9	5	
<i>Erigeron annuus</i>	56	41	27	71	10	11	8	11	9	10	16	40	29	11	18	9	37	29	
cl. <i>Salicetea purpureae</i>																			
<i>Rubus caesius</i>	51	77	65	29	24	22	6	45	9	5	13	27	35	69	52	60	43	27	
<i>Humulus lupulus</i>	21	14	4	43	14			8			2	13		22	12	32	17	5	
<i>Populus nigra</i>	54	82	38			11	2				2								
cl. <i>Carpino-Fagetea</i>																			
<i>Acer platanoides</i>	18	45	58	86	86	33	94	78	64	76	64	70	35	33	27	44	17	20	
<i>Ulmus laevis</i>	62	86	85	86	48		36	11	18	10	24	37	47	42	45	50	14	17	
<i>Euonymus europaeus</i>	3	18	12	86	86	11	68	73	36	33	67	43	24	33	12	45	9	22	

Продовження табл. 10.5

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41	
<i>Crataegus monogyna</i>	28	41	15	29	5		32	45		19	22	13	53	31	18	21	6	12	
<i>Fraxinus excelsior</i>	33	50	23	14	29	11	57	19	9	38	38	7		3		2	3		
<i>Cornus sanguinea</i>	49	77	69		29	11	8	39	18	10	11	10		3					
cl. Galio-Urticetea																			
<i>Geum urbanum</i>	56	73	92	100	86	89	62	89	82	38	58	73	76	56	39	43	3	15	
<i>Urtica dioica</i>	8	50	46	86	81	44	45	72	91	33	58	97	88	56	67	78	26	17	
<i>Sambucus nigra</i>	5	14	46	86	100	44	51	77	91	76	73	57	59	31	6	50	11	10	
<i>Alliaria petiolata</i>	13	59	85	100	48	11	57	20	18	14	24	47	18	28	33	39	6	5	
<i>Viola odorata</i>	15	50	69	71	62	22	53	33	18	38	55	17	6	3	3	1	3	2	
<i>Glechoma hederacea</i>	28	45	31		10	11	21	19	27	5	13	53	24	25	61	20	11	2	
<i>Chaerophyllum temulum</i>	5	41	46	71	19		38	16	9	5	18	23						2	
Інші види																			
<i>Lysimachia nummularia</i>	59	91	35			11	4	33	9		4	7	6				3		
<i>Equisetum pratense</i>	49	45	8			22	2				2	3							
<i>Sorbus aucuparia</i>	18	41	8		10	22	6	19		19	9	10	29	25	3	10	9	46	
<i>Ligustrum vulgare</i>	44	50	8				21	2			2			3					
<i>Poa nemoralis</i>	13	32	4	43	5	11	21	9		29	24	37	71	61	21	32	20	32	

У складі асоціації розрізняємо два варіанти:

- var. *Acer tataricum* – термофітний варіант, в основному на теплих схилах, у розріджених робінієвих деревостанах;
- var. *typicum* – більш поширений варіант, дерева робінії вищі, середньовікові, зімкнутість теж вища (у середньому 78%), і структура угруповань більш подібна до лісового типу.

За даними фітоіндикації найбільші відхилення спостерігаються за факторами $\Delta Nt = +0.23$ і $\Delta Nv = -0.19$ (табл. 4.6). Додатний знак відхилення ΔNt корелює із значною кількістю нітрофілів (*Sambucus nigra*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Chelidonium majus*, *Impatiens parviflora*, *Ballota nigra*). Відхилення ΔNv свідчить про штучний видовий склад і є значним (виразне переважання антропофітів). Штучним (неприродним) є у тому числі склад деревного ярусу (*Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *A. pseudoplatanus*, *A. saccharinum*).

Клас *Carpino-Fagetea*

Асоціація *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*

Асоціація об'єднує прохолодні і тіністі дубово-ясенево-вільхові ліси неморального типу. Найчастіше угруповання займають днища глибоких лісових балок. Усюди вони мають незначні площі, зокрема трапляються як вкраплення по тальвегах балок серед широколистяних лісів, по окраїнах вільхових боліт, вздовж лісових струмків.

Таблиця 10.6

Диференційна таблиця асоціації *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* (синтаксон 6). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41

ass. *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*

<i>Alnus glutinosa</i>						89												
<i>Carex remota</i>						89	2			5		3			3			
<i>Athyrium filix-femina</i>						44												
<i>Scirpus sylvaticus</i>						44												
<i>Cardamine amara</i>						33												
<i>Lysimachia vulgaris</i>			9			44											1	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>						22	2											

cl. *Carpino-Fagetea*

<i>Quercus robur</i>	38	9	12		29	44	74	91	73	76	75	83	94	89	100	86	89	80
<i>Prunus padus</i>	8	27	12	14	10	67	6	22	27	10	5	30	6	17	61	37	29	2
<i>Milium effusum</i>			4			44	4	3		5	2	17	6	14	33	24	11	2
<i>Tilia cordata</i>	5	18	23		38	44	58	55	91	86	69	30	6	8	12	10		
<i>Carpinus betulus</i>	5	5	4		24	44	85	67	18	90	84	33	24	8	27	24	3	2
<i>Asarum europaeum</i>					10	56	66	34	82	52	67	10			9	2		
<i>Galeobdolon luteum</i>					10	89	42	11	55	71	56	17			24	3		
<i>Aegopodium podagraria</i>			15		14	89	36	14	91	57	40	7			9			
<i>Stellaria holostea</i>						44	75	11	9	24	78	10			33	6	3	

Інші види

<i>Geum urbanum</i>	56	73	92	100	86	89	62	89	82	38	58	73	76	56	39	43	3	15
<i>Urtica dioica</i>	8	50	46	86	81	44	45	72	91	33	58	97	88	56	67	78	26	17
<i>Sambucus nigra</i>	5	14	46	86	100	44	51	77	91	76	73	57	59	31	6	50	11	10
<i>Maianthemum bifolium</i>					10	56	2	23		29	7	13	6	11	27	34	6	
<i>Dryopteris carthusiana</i>	10	32	4		19	78	9	12	36	38	22	33	18	72	70	67	40	12
<i>Impatiens parviflora</i>	28	59	69	14	100	100	64	94	91	90	64	87	88	100	97	95	54	34

Дубово-вільхові ліси найчастіше об'єднують і розглядають як союз *Alnion incanae* (*Alno-Padion*, *Alno-Ulmion*). Але його положення трактують по-різному. Його включають до окремого класу *Alno-Populetea* [368] або розглядають у класі *Carpino-Fagetea* [237]. В українських схемах він включений до порядку *Alno-Fraxinetalia excelsioris* Passarge 1968 у межах класу *Carpino-Fagetea* [155]. Ми теж вважаємо таке трактування ґрунтовним, зважаючи на значну кількість неморальних видів (табл. 10.6). Фізіономічно та екологічні угруповання ближче до широколистяних лісів, аніж до вільхових боліт. Гідрологічний режим протягом сезону стабільний. Ґрунти оглеєні, переважно сірі лісові.

За даними фітоіндикації значні відхилення від екофону у наступних факторів: $\Delta Lc = -0.22$, $\Delta fH = -0.17$, $\Delta Hd = +0.14$ (табл. 4.6). Від'ємне відхилення за світловим режимом (ΔLc) вказує на умброфітні умови, за змінністю зволоження (ΔfH) і вологістю (ΔHd) – на стабільність умов зволоження і переважання у видовому складі гідроконтрастнофобних видів і мезогідрофітів.

Деревостан (середня зімкнутість 73%) формують *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus* та ін. У чагарниковому ярусі переважають неморальні види (*Corylus avellana*, *Prunus padus* та ін.). Флористичний склад має перехідний характер (табл. 10.6). У трав'яному ярусі співтрапляються неморальні (*Aegopodium podagraria*, *Asarum europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Paris quadrifolia*) і більш характерні для боліт (*Scirpus sylvaticus*, *Lysimachia vulgaris*, *Solanum dulcamara*) види. Відокремленість від інших синтаксонів широколистяних лісів за видовим складом чітка (рис. 10.1), як і діагностичні види (*Carex remota*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Athyrium filix-femina*, *Carex sylvatica*, *Festuca gigantea*).

Природний видовий склад асоціації – це не результат стійкості, а лише наслідок меншого фактичного антропогенного впливу через розташування у місцях труднодоступних і з малою рекреаційною привабливістю.

Угруповання асоціації є вразливими, зважаючи на значну кількість спеціалізованих лісових видів, потребують охорони.

Асоціація *Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli*

Асоціація об'єднує типові для Середнього Придніпров'я угруповання широколистяних лісів союзу *Carpinion betuli*. Найчастіше вони розташовуються на підвищеному, почленованому рельєфі. Ґрунти сірі лісові. У табл. 10.7 показано розподіл константних і диференційних видів асоціації *Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli* у інших виділених за результатами класифікації синтаксонів.

У межах м. Київ та на околицях спостерігаються як значною мірою трансформовані, так і збережені ділянки. Але останні трапляються лише на крутосхилах і у місцях з сильно почленованим рельєфом. На прикладі цієї асоціації, ми дослідили процеси антропогенної трансформації лісової рослинності (розділ 5) і виділили чотири стадії трансформації широколистяних лісів (розділ 5.2). При маршрутних обстеженнях ознаками збережених лісових ділянок є: наявність, як правило, двох деревних ярусів, переважання лісових видів, наявність ефемероїдів, відсутність фрагментації угруповань і загушення чагарникового ярусу, пружний шар лісового опаду, пухкі ґрунти, що легко перевіряється ножом на усю глибину леза (до 20–30 см.), відсутність видимих ознак присутності людини (слідів від багать, сміття, широких лісових троп, значної ерозії на схилах і оголених коренів дерев) [78, 83].

Відмінності угруповань за складом домінантів трав'яного ярусу, не перевищують рівня варіантів (табл. 10.7). Їх розподіл залежить від крутизни та експозиції схилів, положення у різних частинах схилів і т.п.

Таблиця 10.7

Диференційна таблиця асоціації *Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli* (синтаксони 7–11). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41
<i>Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli</i> var. <i>Acer campestre</i>																		
<i>Acer campestre</i>		18					100	8				3	6	3		1		2
<i>Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli</i> var. <i>Prunus avium</i>																		
<i>Prunus avium</i>	5	18	8				4	100	5	7		7		22	3	9	3	10
<i>Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli</i> var. <i>Mercurialis perennis</i>																		
<i>Mercurialis perennis</i>						11	21	100	38	24								
<i>Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli</i> var. <i>Carex pilosa</i>																		
<i>Carex pilosa</i>							25	100	24			3	6					
ass. <i>Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli</i>																		
<i>Tilia cordata</i>	5	18	23		38	44	58	55	91	86	69	30	6	8	12	10		
<i>Carpinus betulus</i>	5	5	4		24	44	85	67	18	90	84	33	24	8	27	24	3	2
<i>Asarum europaeum</i>					10	56	66	34	82	52	67	10			9	2		
<i>Galeobdolon luteum</i>					10	89	42	11	55	71	56	17			24	3		
<i>Aegopodium podagraria</i>			15		14	89	36	14	91	57	40	7			9			
<i>Dryopteris filix-mas</i>	10	36		14	33	22	25	30	73	33	35	3	35			6	3	
<i>Galium odoratum</i>							51	56		19	44	7						
<i>Paris quadrifolia</i>	3	5			5	33	9	33	9	10	13	7				3		
<i>Actaea spicata</i>						11	2	20	45	10	11	3				3		
<i>Pulmonaria obscura</i>						11	66	47	27	14	76	10						
<i>Stellaria holostea</i>						44	75	11	9	24	78	10			33	6	3	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	5	4	14	10	33		70	42	45	67	75	7				6		
cl. <i>Carpino-Fagetea</i>																		
<i>Quercus robur</i>	38	9	12		29	44	74	91	73	76	75	83	94	89	100	86	89	80
<i>Acer platanoides</i>	18	45	58	86	86	33	94	78	64	76	64	70	35	33	27	44	17	20
<i>Euonymus europaeus</i>	3	18	12	86	86	11	68	73	36	33	67	43	24	33	12	45	9	22
<i>Euonymus verrucosus</i>					19		53	36	45	67	55	23	65	78	39	47	31	29
<i>Corylus avellana</i>			4	29	24	33	17	59	73	14	42	40	12	17	45	48	34	7
<i>Crataegus monogyna</i>	28	41	15	29	5		32	45		19	22	13	53	31	18	21	6	12
<i>Fraxinus excelsior</i>	33	50	23	14	29	11	57	19	9	38	38	7		3		2	3	
<i>Ulmus glabra</i>					14	11	42	61	36	19	29	30		6	3	12		2
Інші види																		
<i>Acer negundo</i>	44	77	88	86	81		9	41	18	14	20	40	41	78	21	57	9	34
<i>Alliaria petiolata</i>	13	59	85	100	48	11	57	20	18	14	24	47	18	28	33	39	6	5
<i>Convallaria majalis</i>	5	18	8		5	22	42	38		29	51	43	94	92	97	88	63	83
<i>Geranium robertianum</i>	38	55	23	14	14	11	38	53	64	29	36	70	53	67	73	69	31	41
<i>Geum urbanum</i>	56	73	92	100	86	89	62	89	82	38	58	73	76	56	39	43	3	15
<i>Impatiens parviflora</i>	28	59	69	14	100	100	64	94	91	90	64	87	88	100	97	95	54	34
<i>Sambucus nigra</i>	5	14	46	86	100	44	51	77	91	76	73	57	59	31	6	50	11	10
<i>Urtica dioica</i>	8	50	46	86	81	44	45	72	91	33	58	97	88	56	67	78	26	17
<i>Viola odorata</i>	15	50	69	71	62	22	53	33	18	38	55	17	6	3	3	1	3	2

Клас *Quercetea robori-petraeae*

Асоціація *Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris*

Асоціація об'єднує дубово-соснові ацидофільні ліси на піщаних ґрунтах. Угруповання є екотонними між широколистяними і хвойними (сосновими) лісами. В них співтрапляються неморальні і бореальні види. Формуються вони на річкових терасах, переважно борівій. Рельєф вирівняний, але розподіл неморальних і бореальних видів простежується. Неморальних видів більше у подових зниженнях рельєфу і ближче до заплави на нижчих гіпсометричних рівнях, де ґрунти багатші. На підвищеннях рельєфу, на піщаних ґрунтах, зростає частка ацидофільних / бореальних видів. Але найчастіше відмінності спостерігаються на рівні кількісних співвідношень видів, а не за загальним видовим складом. Тому на дендрограмі, більшість угруповань / синтаксонів, у яких бере участь або домінує сосна, чітко не розмежовані (рис. 10.1).

Основними видами у деревостані є *Quercus robur* і *Pinus sylvestris* у різних співвідношеннях. Якщо ярусів два, то сосна виходить у перший ярус і переважає. Супутні види – неморальні (*Carpinus betulus*, *Tilia cordata* і т.д.). Чагарниковий ярус багатовидовий (*Frangula alnus*, *Prunus serotina*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, *Sambucus nigra*). Адвентивний вид *Prunus serotina* у Київському регіоні виразно переважає над місцевим *Prunus padus* у підліску мішаних лісів. П.п. трав'яного ярусу коливається від 66% до 72%. Основні види у ньому типові для мішаних лісів (*Convallaria majalis*, *Dryopteris carthusiana*, *Pteridium aquilinum*, *Veronica officinalis*, *Poa nemoralis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Milium effusum* та ін.).

У складі асоціації ми розрізняємо 4 варіанти (табл. 10.8):

- var. *Cardamine impatiens* – найбільш трансформований варіант (*Cardamine impatiens*, *Lactuca muralis* та ін.), трапляється у місцях з найбільшим рекреаційним навантаженням;
- var. *Fragaria vesca* – на узліссях і, як правило на багатших і сухіших ґрунтах (*Fragaria vesca*, *Clinopodium vulgare*, *Veronica chamaedrys*);

Диференційна таблиця асоціації *Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris* (синтаксони 13–16). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41	
<i>Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris</i> var. <i>Cardamine impatiens</i>																			
<i>Cardamine impatiens</i>		5					6	2			5	10	100	11		3	6	5	
<i>Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris</i> var. <i>Fragaria vesca</i>																			
<i>Berberis vulgaris</i>		3						8	2		2		12	100	6	3	3	49	
<i>Fragaria vesca</i>		28	23						6			17	35	56	15	15	6	46	
<i>Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris</i> var. <i>Carex ericetorum</i>																			
<i>Amelanchier spicata</i>												3			79	5		6	
<i>Carex ericetorum</i>		3										7			76	10		14	
<i>Luzula pilosa</i>														6	58	22		9	
ass. <i>Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris</i> & cl. <i>Quercetea robori-petraeae</i>																			
<i>Convallaria majalis</i>		5	18	8		5	22	42	38		29	51	43	94	92	97	88	63	83
<i>Prunus serotina</i>		3	5	4			33	2	14				37	88	97	88	80	83	80
<i>Dryopteris carthusiana</i>		10	32	4		19	78	9	12	36	38	22	33	18	72	70	67	40	12
<i>Poa nemoralis</i>		13	32	4	43	5	11	21	9		29	24	37	71	61	21	32	20	32
<i>Pteridium aquilinum</i>								2	12				33	76	56	73	64	43	46
<i>Melica nutans</i>								6	11		5	17	71	69	18	31	17	54	
<i>Galeopsis bifida</i>				4				2	5				17	12	19	91	31	69	15
<i>Brachypodium sylvaticum</i>								6	11		5		23	18	89	3	83	11	22
<i>Rubus idaeus</i>		15	23	19					2	9	5		17	12	19	21	24	17	2
cl. <i>Vaccinio-Piceetea</i>																			
<i>Pinus sylvestris</i>		51	9	4		5		4	20			2	57	100	100	100	99	100	100
cl. <i>Carpino-Fagetea</i>																			
<i>Quercus robur</i>		38	9	12		29	44	74	91	73	76	75	83	94	89	100	86	89	80
<i>Acer platanoides</i>		18	45	58	86	86	33	94	78	64	76	64	70	35	33	27	44	17	20
<i>Ulmus laevis</i>		62	86	85	86	48		36	11	18	10	24	37	47	42	45	50	14	17
<i>Euonymus europaeus</i>		3	18	12	86	86	11	68	73	36	33	67	43	24	33	12	45	9	22
<i>Euonymus verrucosus</i>						19		53	36	45	67	55	23	65	78	39	47	31	29
<i>Corylus avellana</i>				4	29	24	33	17	59	73	14	42	40	12	17	45	48	34	7
cl. <i>Salicetea purpureae</i>																			
<i>Rubus caesius</i>		51	77	65	29	24	22	6	45	9	5	13	27	35	69	52	60	43	27
cl. <i>Robinietea</i>																			
<i>Impatiens parviflora</i>		28	59	69	14	100	100	64	94	91	90	64	87	88	100	97	95	54	34
<i>Chelidonium majus</i>		23	18	54	100	86	22	28	30		14	35	80	41	44	55	65	37	32
<i>Geranium robertianum</i>		38	55	23	14	14	11	38	53	64	29	36	70	53	67	73	69	31	41
cl. <i>Galio-Urticetea</i>																			
<i>Geum urbanum</i>		56	73	92	100	86	89	62	89	82	38	58	73	76	56	39	43	3	15
<i>Urtica dioica</i>		8	50	46	86	81	44	45	72	91	33	58	97	88	56	67	78	26	17
cl. <i>Trifolio-Geranietea</i>																			
<i>Veronica chamaedrys</i>		36	27	31				15	5		5	2	17	53	17	42	15	31	34
<i>Clinopodium vulgare</i>										2			10	12	44	12	10	9	39

- var. *Carex ericetorum* – найбільш бореальний за видовим складом (*Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Carex ericetorum*, *Lysimachia europaea*);
- var. *typicum* – флористично збіднений варіант, не виявляє чітких преференцій у відношенні місцезростань.

В українських публікаціях мішані ліси найчастіше трактують як асоціацію *Quercus roboris-Pinetum* Matuszkiewicz 1981. Як і у інших раніше розглянутих асоціаціях (табл. 10.3, 10.4), детальніший аналіз вказує на оманливість простоти подібних синтаксономічних трактувань. І серед польських геоботаніків немає одностайності у трактуванні асоціації *Quercus-Pinetum*. Історія виникнення цієї назви доволі заплутана. Приписування її авторства W. Matuszkiewicz 1981 є помилковим, оскільки публікація 1981 року [359] містить лише посилання на попередню роботу автора, де асоціація згадується вже як *Pino-Quercetum* [360]. M. Kasprówicz наводить її авторство як *Quercus roboris-Pinetum* Kozł. 1925 em. J.M. Matuszkiewicz 1988 [327]. Цим зазначається, що J.M. Matuszkiewicz здійснив корекцію (emendation, ст. 19А, МКФН), а не описував новий синтаксон. У монографії J.M. Matuszkiewicz [357] назва не була валідно опублікована (ст. 5, МКФН). На нашу думку, правильним є цитування цього синтаксону як *Quercus roboris-Pinetum* Kozłowska 1925 em. Matuszkiewicz et Polakowska 1955, зважаючи на те, що типовими матеріалами, на яких описана ця асоціація є матеріали А. Козловської [338], а В. Матушкевич та М. Поляковська лише здійснили корекцію, поставивши головний вид на друге місце, але відбулося це не у 1981 році, а раніше – у 1955 році [360].

Втім питання чи можна українські угруповання відносити до польської *Quercus-Pinetum* чи то *Pino-Quercetum* можна вирішити лише на основі порівняльного аналізу синтаксонів. І відповідь на це питання потрібно шукати не у роботах В. Матушкевича, а у роботі А. Козловської 1925 року [338]. До переліку порівнюваних синтаксонів ми включили значно більш близьку географічно асоціацію *Pteridio aquilini-Pinetum sylvestris*, описану на

Українському Поліссі [2]. Цей синтаксон теж не є безпроблемним. Асоціація не була описана валідно у 1986 році (ст. 2b, 5, МКФН), оскільки у часи самого початку становлення системи Браун-Бланке у країнах колишнього СРСР мало йшлося про валідність публікації і вимоги МКФН. А у пізніших роботах її трактування значно мінялося – *Pteridio-Pinetum sensu* Kuzemko 2001 [123], *Pteridio-Pinetum sensu* Bajrak 1997 [7]. Ми використовуємо "sensu" підкреслюючи відмінності трактувань, оскільки у видовому складі синтаксонів, що подавалися під цією назвою, дуже мало бореальних і значно більше лісостепових та навіть термофільних видів. У табл. 10.9 наші угруповання наводяться у першій колонці, а голотип асоціації *Pino-Quercetum* наводиться у останній колонці.

Таблиця 10.9

Порівняння синтаксонів ацидофітних мішаних лісів. Регіон та джерело даних вказані у легенді таблиці

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Кількість описів	115	26	20	?	14	11	20	36	82	47	23	9	9	8	6	6	26	5	3
<i>Pinus sylvestris</i>	V			V	IV	IV	IV	V	V	V	V	V	IV	V	V	V	V		V
<i>Quercus robur</i>	V	V	V	V	V	V	V	V	III	III	IV	IV			V	IV	V	V	V
<i>Convallaria majalis</i>	V	V	IV	V	IV	III				IV				IV		III	IV	III	IV
<i>Pteridium aquilinum</i>	IV	IV		IV	III	III	IV	IV	IV	III	III				V	IV	III	V	IV
<i>Betula pendula</i>		V	V		IV	III	IV	V	III	III	IV	III	III			V	V		II
<i>Fragaria vesca</i>		V	IV	IV		IV				IV		IV		IV	III		III	IV	IV
<i>Vaccinium myrtillus</i>		V		V	V	III	V	V	V	V	V	V				V	V		V
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		V		IV	III		IV	IV	V	IV						V	IV		
<i>Luzula pilosa</i>		III		III	V	V	IV	V	III	IV	IV	III				V	V		
<i>Frangula alnus</i>		IV		IV	V	V	V	V	III	III	IV	IV	IV			V	V		
<i>Sorbus aucuparia</i>		IV	III		V	IV	V	V	IV	IV	IV	V		V		V	V		
<i>Trientalis europaea</i>		III	IV	IV	IV	IV	V	IV			III	III				V	V		
<i>Melica nutans</i>		IV	IV	IV	III	III								IV			III	III	II
<i>Corylus avellana</i>	III	IV	V	IV	IV												III		V
<i>Euonymus verrucosus</i>	III		IV	III													III		IV
<i>Maianthemum bifolium</i>			V		IV	V	V	III									IV	V	V
<i>Calamagrostis arundinacea</i>			IV	V	III					IV						III			
<i>Rubus saxatilis</i>		IV	III	V	III					III			III	III				IV	
<i>Dicranum polysetum</i> (<i>Dicranum rugosum</i>)				III				III	III	III									
<i>Melampyrum pratense</i> agg.				III			III		III	III						IV	III		V

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Carpinus betulus</i>					V						III	III							V
<i>Rubus idaeus</i>						V				III	III	V		IV		IV			
<i>Veronica officinalis</i>						III				III		III	III	III			III		V
<i>Dryopteris carthusiana</i>	IV				IV	IV	V	IV			IV	V	V	IV		V	V		
<i>Molinia caerulea</i>					III		V	V					III				IV		
<i>Pleurozium schreberi</i>		III							V	V	IV	V							
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	V																		
<i>Euonymus europaeus</i>	III																		
<i>Impatiens parviflora</i>	V																		
<i>Prunus serotina</i>	IV																		
<i>Rubus caesius</i>	III																		
<i>Sambucus nigra</i>	III																		
<i>Ulmus laevis</i>	III																		
<i>Urtica dioica</i>	IV														III			III	
<i>Galium mollugo</i>		III																	
<i>Orthilia secunda</i>		III															III		
<i>Pyrola rotundifolia</i>		III																	II
<i>Serratula tinctoria</i>		III	III																
<i>Viola nemoralis</i>		III																	
<i>Aegopodium podagraria</i>			III																
<i>Epipactis helleborine</i>			III																
<i>Geranium sylvaticum</i>			III																
<i>Geum urbanum</i>	III		IV																III
<i>Lathyrus vernus</i>			V																II
<i>Milium effusum</i>			III																
<i>Populus tremula</i>			V		III		III	III											II
<i>Pulmonaria obscura</i>			V																V
<i>Viola mirabilis</i>			III																
<i>Carex digitata</i>				IV													III		
<i>Solidago virgaurea</i>				III															
<i>Ajuga reptans</i>					III														
<i>Lysimachia vulgaris</i>					III	III							III						
<i>Rubus nessensis</i>					III		III												
<i>Amelanchier ovalis</i>						III													
<i>Anemone nemorosa</i>					III	IV													
<i>Festuca rubra</i>						III													
<i>Galeopsis tetrahit</i>						III													
<i>Polygonatum multiflorum</i>						III													
<i>Alnus glutinosa</i>							III												
<i>Lysimachia nummularia</i>							IV												IV
<i>Polytrichum commune</i>							III												
<i>Rhododendron luteum</i>							III												
<i>Festuca ovina</i> agg.								IV	IV	IV						III			V
<i>Picea abies</i>								III	III		III								
<i>Polytrichum formosum</i>								IV	III		III	III							
<i>Oxalis acetosella</i>								III				IV							II

Продовження таблиці 10.9

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<i>Hieracium murorum</i>																				IV
<i>Hypericum montanum</i>																				V
<i>Juniperus communis</i>																				V
<i>Lactuca muralis</i>																				IV
<i>Lathyrus niger</i>																				V
<i>Luzula nemorosa</i>																				V
<i>Lysimachia borealis</i>																				V
<i>Melampyrum nemorosum</i>																				IV
<i>Pyrola secunda</i>																				IV
<i>Sanicula europaea</i>																				IV

Номери синтаксонів: 1 – *Dryopterido carthusiana-Pinetum sylvestris* Goncharenko et Yatsenko 2020 (Ukraine, Kyiv region) [294], 2 – *Vaccinio myrtilli-Quercetum roboris* typicum (Russia, Bryansk region) [171], 3 – *Pulmonario obscurae-Quercetum roboris* typicum (Russia, Bryansk region) [171], 4 – *Quercus roboris-Pinetum coryletosum* (Russia, Bryansk region, the "Bryansk forest" Nature Reserve) [143], 5, 6, 7 – *Trientalo europaea-Quercetum roboris* (5 – subass. *carpinietosum betuli*, 6 – subass. *coryletosum avellanae*, 7 – subass. *molinetosum caeruleae*) (Ukraine, Zhitomyr Polyssya) [29], 8-12 – *Quercus roboris-Pinetum* (8 – subass. *molinetosum*, 9 – subass. *typicum*, 10 – subass. *coryletosum*, 11 – derivative community of *Quercus roboris-Pinetum typicum*, 12 – derivative community of *Quercus roboris-Pinetum coryletosum*) [327], 13 – *Querceto roboris-Betuletum* (Ukraine, Sumy region) [79], 14 – *Violo-Quercetum* (Ukraine, Sumy region) [79], 15 – *Pteridio-Pinetum* (Ukraine, Cherkasy region) [123], 16, 17 – *Quercus roboris-Pinetum* (16 – *typicum*, 17 – *coryletosum*) (Ukraine, Sumy region) [150], 18 – *Pteridio aquilini-Quercetum roboris* (Ukraine, Poltava region) [7], 19 – *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925, holotypus (Poland, Jaksice, Zarogów, Klonów regions) [338].

Як бачимо, у видовому складі польської *Pino-Quercetum* (колонка 19, табл. 10.9) є довгий перелік західних видів: *Daphne mezereum*, *Galium intermedium*, *Galium vernum*, *Hepatica nobilis*, *Hieracium murorum*, *Hypericum montanum*, *Juniperus communis*, *Luzula nemorosa*. Тому, незважаючи на широке трактування в українських публікаціях *Quercus roboris-Pinetum*, її ареал знаходиться у межах центральноєвропейської провінції. Це доводить наскільки важливим є аналіз первинних даних у разі необхідності відновити концепцію синтаксонів, які трактуються широко або помилково, зважаючи на давній час публікації і обмежену доступність первинних літературних джерел.

Клас *Vaccinio-Piceetea*

Асоціація *Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris*

Асоціація об'єднує сухі злакові соснові ліси, поширені у лісовій і особливо лісостеповій зоні. Найчастіше вони займають підвищені ділянки рельєфу зовнішньої та центральної частини борових терас, на схилах піщаних дюн, у розріджених деревостанах. Ґрунти дерново-підзолисті, сухі, піщані з малорозвиненим гумусовим шаром.

За даними фітоіндикації найбільші відхилення спостерігаються за факторами світлового режиму, кислотності та азоту ґрунтів: $\Delta Lc = +0.3$, $\Delta Nt = -0.22$, $\Delta Rc = -0.13$ (табл. 4.6). Додатне відхилення за світловим режимом (ΔLc) вказує на світлий деревостан (середня зімкнутість 52%); від'ємне відхилення за азотом (ΔNt) свідчить про бідність ґрунтів; від'ємне відхилення за кислотністю (ΔRc) вказує на більш кислі ґрунти. Якщо порівнювати із попередньою асоціацією, то відхилення за фактором азоту Nt (-0.22) є навіть більшим, ніж за Rc (-0.13).

У першому деревному ярусі (16–23 м. висоти) домінує *Pinus sylvestris*. Якщо присутні інші види (*Quercus robur*, *Malus sylvestris*, *Pyrus communis*, *Betula pendula*) вони завжди входять у другий нечіткий ярус, низької зімкнутості, до 12 м. висотою. Повністю зникають зі складу деревостану більш вибагливі до ґрунтів *Carpinus betulus* і *Tilia cordata*. Чагарниковий ярус подібний до такого у попередньої асоціації (*Frangula alnus*, *Prunus serotina*, *Rubus caesius*). Трав'яний ярус (середня зімкнутість 74%) формують переважно злаки (*Festuca ovina*, *Calamagrostis epigeios* та ін.), домішуються ксеромезофіти (*Hypericum perforatum*, *Silene nutans*, *Vincetoxicum hirundinaria* та ін.) і псамофіти (*Rumex acetosella*, *Pilosella officinarum* та ін.) (табл. 10.10).

Диференційна таблиця асоціації *Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris* (синтаксон 17). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41
ass. <i>Chamaecytiso zingeri-Pinetum sylvestris</i>																		
<i>Rumex acetosella</i>															12	4	63	5
<i>Festuca ovina</i>	5														6	5	69	20
<i>Calamagrostis epigejos</i>												7	14	3	1		74	44
<i>Pilosella officinarum</i>	3												6	8	1		66	32
<i>Hypericum perforatum</i>	3									2	17	35	25	21	10		63	37
<i>Genista tinctoria</i>	8														1		26	
<i>Veronica officinalis</i>									9			13	12	11	15	10	49	39
ass. <i>Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris</i>																		
<i>Convallaria majalis</i>	5	18	8		5	22	42	38		29	51	43	94	92	97	88	63	83
<i>Prunus serotina</i>	3	5	4			33	2	14				37	88	97	88	80	83	80
<i>Dryopteris carthusiana</i>	10	32	4		19	78	9	12	36	38	22	33	18	72	70	67	40	12
<i>Pteridium aquilinum</i>							2	12				33	76	56	73	64	43	46
<i>Galeopsis bifida</i>			4				2	5				17	12	19	91	31	69	15
<i>Frangula alnus</i>		5				11	3					3	33	15	17		40	27
cl. <i>Vaccinio-Piceetea</i>																		
<i>Pinus sylvestris</i>	51	9	4		5	4	20			2	57	100	100	100	99		100	100
cl. <i>Carpino-Fagetea</i>																		
<i>Quercus robur</i>	38	9	12		29	44	74	91	73	76	75	83	94	89	100	86	89	80
cl. <i>Salicetea purpureae</i>																		
<i>Rubus caesius</i>	51	77	65	29	24	22	6	45	9	5	13	27	35	69	52	60	43	27
cl. <i>Robinietea</i>																		
<i>Impatiens parviflora</i>	28	59	69	14	100	100	64	94	91	90	64	87	88	100	97	95	54	34
cl. <i>Galio-Urticetea</i>																		
<i>Moehringia trinervia</i>	26	36	8	14		11	6	11		14	11	23	29	50	88	57	43	12
cl. <i>Molinio-Arrhenathretea</i>																		
<i>Poa pratensis</i>	74	27	12					2					6	8	33	12	40	37

Помилковим було би ототожнювати соснові ліси з *Festuca ovina* рівнинної частини України з субальпійською *Festuca ovinae-Pinetum sylvestris* Kobendza 1930. Діагностичні види останньої (*Antennaria dioica*, *Anthericum*, *ramosum*, *Asperula tinctoria* і *Brachypodium pinnatum*) [253, с. 386] вказують на базифітний видовий склад. Угрупування з Українського Полісся мають

ацидофітний і оліготрофний видовий склад. Тому з екологічної точки зору їх положення у класі *Vaccinio-Piceetea* є найбільш прийнятним.

На градієнті континентальності можна простежити наступний ряд синтаксонів: *Peucedano-Pinetum*, Польща [358], *Chamaecytiso zingeri-Pinetum*, Україна [27], *Veronico incanae-Pinetum*, західна частина Росії [20]. Усі вони екологічно подібні і розташовуються у приблизно однакових зональних умовах. Провізорно ми віднесли наші угруповання до асоціації *Chamaecytisi zingeri-Pinetum*, більш близької географічно до регіону наших досліджень. Порівняння синтаксонів злакових соснових лісів, як і вирішення питання про їх положення у системі вищих синтаксономічних одиниць, потребує подальших досліджень.

Клас *Quercetea pubescentis*

Асоціація *Polygonato odorati-Quercetum roboris*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні дубові і дубово-соснові ліси других (борових) терас річок півдня лісової і лісостепової зони. Вони формуються на сухих, дренажних, легких піщаних і супіщаних ґрунтах. У рельєфі, як правило, займають знижені місця борової тераси, де разом з пісками відкладається дрібний пілуватий суглинок/супісок.

У деревостані найчастіше співдомінують *Pinus sylvestris* і *Quercus robur*, але сосна переважає і формує перший ярус. Там, де ґрунти більш важкого механічного складу (пилуваті супіски), частка дуба збільшується, аж до формування чистих дубових деревостанів. Інші види (*Acer platanoides*, *Ulmus laevis*, *Betula pendula*) трапляються лише поодинокі. Чагарниковий ярус, зімкнутість 10–40%, формують типові для мішаних лісів види (*Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus* та ін.). Трав'яний ярус густий (середнє значення покриття 75%), зі злаків і ксеромезофітного різнотрав'я (табл. 10.11).

Диференційна таблиця асоціації *Polygonato odorati-Quercetum roboris* (синтаксон 18). Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (розділ 10.1).

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41	
ass. <i>Polygonato odorati-Quercetum roboris</i>																			
<i>Peucedanum oreoselinum</i>														3			17	80	
<i>Melampyrum pratense</i>														3			23	68	
<i>Geranium sanguineum</i>														3			6	59	
<i>Campanula rotundifolia</i>																	9	59	
<i>Hieracium umbellatum</i>														3		1	6	51	
<i>Euphorbia cyparissias</i>												12	3					49	
<i>Cytisus ruthenicus</i>																		41	
<i>Polygonatum odoratum</i>			4					5		10				35	31	6	3	17	78
<i>Betonica officinalis</i>								3					3	6	25		3	9	44
<i>Rubus saxatilis</i>								8					10	6	17		19		49
ass. <i>Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris</i>																			
<i>Convallaria majalis</i>	5	18	8		5	22	42	38		29	51	43	94	92	97	88	63	83	
<i>Prunus serotina</i>	3	5	4			33	2	14					37	88	97	88	80	83	80
<i>Pteridium aquilinum</i>							2	12					33	76	56	73	64	43	46
<i>Melica nutans</i>							6	11			5	17	71	69	18	31	17		54
<i>Berberis vulgaris</i>	3						8	2			2		12	100	6	3	3		49
<i>Fragaria vesca</i>	28	23						6					17	35	56	15	15	6	46
cl. <i>Vaccinio-Piceetea</i>																			
<i>Pinus sylvestris</i>	51	9	4		5		4	20			2	57	100	100	100	99	100	100	
<i>Sorbus aucuparia</i>	18	41	8		10	22	6	19		19	9	10	29	25	3	10	9		46
cl. <i>Carpino-Fagetea</i>																			
<i>Quercus robur</i>	38	9	12		29	44	74	91	73	76	75	83	94	89	100	86	89		80
cl. <i>Robinietea</i>																			
<i>Geranium robertianum</i>	38	55	23	14	14	11	38	53	64	29	36	70	53	67	73	69	31		41
cl. <i>Molinio-Arrhenathretea</i>																			
<i>Calamagrostis epigejos</i>												7		14	3	1		74	44
<i>Agrostis capillaris</i>	3											3		3	6		6		37

За даними фітоіндикації екологічними факторами з найбільшими відхиленнями від екофону є: $\Delta Lc = +0.28$, $\Delta Nt = -0.27$, $\Delta Rc = -0.1$, $\Delta Tr = -0.09$. Відхилення за світловим режимом (ΔLc) свідчить про світлий деревостан (середня зімкнутість 38%, табл. 10.1); інші фактори – про бідні ґрунти, слабокислі, різною мірою опідзолені ґрунти.

Флористичний склад асоціації має деяку подібність до синтаксонів мішаних лісів, які також формуються на боровій терасі. Відмінності цієї асоціації зумовлені значною часткою узлісних видів *Trifolio-Geranietea* (до 0.22, або 22%, табл. 6.2). Цим можна пояснити її відокремлене положення на дендрограмі на досить високому рівні ($h = 0.74$, рис. 10.1).

10.4 Анотація розділу

За даними класифікації масиву описів набору даних НД2 (лісова рослинність м. Київ і околиць) синтаксономічна схема нараховує 7 класів, 7 порядків, 8 союзів, 8 асоціацій, 1 субасоціацію, 13 варіантів і 1 одиницю у ранзі "угруповання" (community). Синтаксономічне різноманіття дослідженої лісової рослинності визначається екотонним положенням на межі лісової та лісостепової зони, впливом Дніпра, долина якого є давньою, диференційованою, має широку борову терасу, систему заплавних островів і почленований крутий корінний берег, що в цілому забезпечує різноманітність місцезростань. З урахування фактору збільшення континентальності клімату, синтаксономічна різноманітність західних (субатлантичних) класів лісової рослинності (*Carpino-Fagetea*, *Quercetea robori-petraeae*) є невисокою у регіоні досліджень. Але і бореальних видів в угрупованнях теж мало через розташування на межі з лісостеповою зоною.

Значну флористичну подібність синтаксонів, віднесених нами до класів *Vaccinio-Piceetea*, *Quercetea robori-petraeae* та *Quercetea pubescenti-petraeae* за даними кластерного аналізу (рис. 10.1), можна пояснити розташуванням на боровій терасі, де едафічні умови є досить подібними, а рельєф вирівняним. Додатково, подібність синтаксонів цих класів лісової рослинності пояснюється тим, що усі вони знаходяться у регіоні за межами їх кліматичних оптимумів (центрів різноманіття), і тому їх угруповання є нетиповими, а відмінності – нечіткими.

Окремі чіткі кластери (рис. 10.1) формують заплавні ліси, антропогенні ліси, вільхово-ясеново-дубові ліси неморального типу.

Навпаки, у кластерах синтаксонів груп широколистяних і мішаних лісів відмінності не перевищують рівня варіантів і стосуються переважно лише домінантів трав'яного ярусу, а не усього флористичного складу.

Через розташування у межах чи у безпосередній близькості до міста, усі виділені синтаксони лісової рослинності мають значний рівень антропогенної трансформації. Дія антропогенного фактору на рослинність є вирівнюючою, тобто нівелюючою відмінності угруповань. Це призводить до зростання середньої подібності описів за рахунок синантропних видів з широкими амплітудами і, як наслідок, до зростання частки перехідних описів у даних. Цим пояснюється вибір основного методу класифікації масиву даних НД2 на основі методу кластеризації з відділенням шуму (noise clustering) – DRSA (розділ 1).

РОЗДІЛ 11

ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИНТАКСОНІВ ЛУЧНОЇ РОСЛИННОСТІ ЗАПЛАВ СЕЙМУ ТА ДНІПРА

Матеріали цього розділу базуються на результатах дослідження модельного набору даних НД4 (табл. А.1), який використовувався для апробації кількісних методів у попередніх розділах. Класифікація фітоценотичного масиву даних здійснювалася методом DRSA [46, 49, 58, 63, 68]. Екологічна характеристика синтаксонів подана на основі їх фітоіндикаційної оцінки (табл. 4.8), а також аналізу відхилень фітоіндикаційних показників (табл. 4.9) та дисперсійного аналізу даних фітоіндикації (табл. 4.10). За результатами ординації (рис. 4.8) і CART (рис. 4.9) визначалися провідні екологічні фактори. Для дослідження фітосоціологічної структури використовували співвідношення у флористичному складі синтаксонів діагностичних видів різних класів Браун-Бланке, а для оцінки ступеня антропогенної трансформації – частки видів синантропних класів (табл. 6.3).

11.1 Синтаксономічна схема рослинності

Синтаксономічна схема лучної рослинності з урахуванням масиву описів набору даних НД4 нараховує 1 клас, 3 порядки, 3 союзи, 8 асоціацій та 5 варіантів у складі 3 асоціацій.

MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937

Galietaia veri Mirkin et Naumova 1986 (syn. *Poo-Agrostietalia vinealis* Shelyag-Sosonko et al. 1985)

Agrostion vinealis Sipaylova et al. 1985

Eryngio plani-Bromopsietum inermis Shevchyk et V. Solomakha 1996

1. *Eryngio-Bromopsietum inermis* var. *Oenothera rubricaulis*

Koelerio delavignei-Agrostietum vinealis (Sipaylova et al. 1985) Shelyag et al. 1987

2. *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Asparagus officinalis*

3. *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Ranunculus polyanthemus*

Arrhenatheretalia elatioris Tx. 1931

Arrhenatherion elatioris Luquet 1926 (syn. *Festucion pratensis* Sipaylova, Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985)

4. *Galio molluginis-Festucetum pratensis* Goncharenko, Kozyr, Senchylo 2020

5. *Medicago lupulinae-Phleetum pratensis* Goncharenko 2003

Molinietalia caeruleae Koch 1926

Deschampsion cespitosae Horvatić 1930 (syn. *Cnidion venosi* Balátová-Tuláčková 1966, *Alopecurion pratensis* Passarge 1964)

6. *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae* Goncharenko, Kozyr, Senchylo 2020

7. *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici* Goncharenko, Kozyr, Senchylo 2020

8. *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae* Goncharenko, Kozyr, Senchylo 2020

Poo palustris-Alopecuretum pratensis Shelyag, Sipaylova, Solomakha, Mirkin 1987

9. *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Agrostis stolonifera*

10. *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* var. *Scutellaria galericulata*

Інтерпретація синтаксонів проводилася на основі аналізу опублікованих матеріалів по рослинності України та інших територій [122, 124, 155, 191, 217, 233, 256, 323, 325, 358, 368]. Синоптична таблиця наведена в додатку (табл. Г.3). У синтаксономічній схемі не вказаний союз *Calthion palustris* Tx. 1937, що не пов'язано з відсутністю угруповань цього союзу на дослідженій території. Це наслідок того, що описи угруповань цього союзу не увійшли до масиву даних НД4, який використовувався для класифікації і апробації кількісних методів. Також у синтаксономічній схемі не наводиться союз *Festucion pratensis* Sipailova et al. 1985 [184], хоча він вказується

деякими авторами для сусідніх Білорусії [168] та Росії [13, 219]. У EVC союз *Festucion pratensis* включений до списку синонімів союзу *Arrhenatherion* [368]. Також на основі аналізу значного масиву даних, 1397 описів з територій 7 країн Центральної та Східної Європи, було показано, що хоча описи зі Східної Європи відрізняються від західних, але діагностичні види союзу *Festucion pratensis* (*Festuca pratensis*, *F. rubra*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Trifolium pratense*) мають широкий ареал і трапляються як у Західній, так і у Східній Європі [227].

Луки гострозмінного режиму зволоження трапляються у регіоні досліджень, і подібну екологічну специфіку вони мають також у південно-східній Європі [401]. Інколи їх виділяють як окремий союз *Cnidion dubii* Bal.-Tul. 1966 [323, 325]. Але частіше союзи *Cnidion dubii*, *Alopecurion pratensis* Passarge 1964, *Agrostion albae* Soó 1941, *Veronico longifoliae-Lysimachion vulgaris* (Passarge 1977) Bal.-Tul. 1981 розглядаються як синоніми *Deschampsion cespitosae* Horvatić 1930 [236, 249, 303, 368]. Тому у синтаксономічній схемі подібні угруповання віднесені до складу *Deschampsion cespitosae*, а союз *Cnidion dubii* не зазначається.

У синтаксономічній схемі ми не наводимо деяких асоціацій, що часто цитуються. Особливо це стосується синтаксонів, описаних у 30-х роках минулого сторіччя з видами широкої амплітуди у назві – *Festucetum pratensis* Soó 1938 [8, 25, 33, 39, 120, 121, 204, 405], *Alopecuretum pratensis* (Regel 1925) Steffen 1931 [8, 33, 120, 201, 204], *Deschampsietum caespitosae* Horvatić 1930 [8, 25, 39, 120, 121, 201, 405]. На нашу думку, такі синтаксони є "збірними", дуже гетерогенними. Вони також наводяться для регіонів з кліматичними умовами, що суттєво відрізняються. Для 4 нових, описаних нами асоціацій подані порівняльні таблиці, у яких показані відмінності наших угруповань / синтаксонів від типових (голотипів) (табл. 11.5, 11.8, 11.10).

11.2 Основні фітоценотичні показники і аналіз флористичної подібності синтаксонів

У табл. 11.1 наведені основні фітоценотичні показники, розраховані для описів кожного синтаксону.

Таблиця 11.1

Основні фітоценотичні показники синтаксонів лучної рослинності.

Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі (див. вище)

Синтаксон	N	R	R min-max	S	K ₂₀	K ₄₀	avg_cov,%
1	23	13	11 – 20	56	43	20	60
2	17	17	10 – 26	65	38	23	79
3	10	20	11 – 31	75	62	40	70
4	20	20	14 – 34	74	43	24	66
5	53	16	10 – 24	106	25	14	57
6	20	16	10 – 24	93	32	15	80
7	22	19	13 – 27	88	36	22	92
8	25	13	9 – 21	74	32	16	58
9	8	15	11 – 19	79	62	33	67
10	56	14	8 – 27	84	29	15	72

Умовні позначення: N – кількість описів, R – середня кількість видів у описах, S – кількість видів об'єднаного флористичного списку синтаксону, *R min-max* – мінімальна та максимальна кількість видів у описах; K₂₀(K₄₀) – частка видів із траплянням понад 20(40)% від загальної кількості видів, *avg_cov* – середнє значення проективного покриття трав'яного ярусу.

Для дослідження диференціації синтаксонів на вищих рівнях був проведений кластерний аналіз подібності синтаксонів за флористичним складом. Подібність флористичного складу синтаксонів оцінювали за коефіцієнтом Очіаї [373]. Матрицю подібності було трансформовано у матрицю відстаней: $d = \sqrt{1 - s}$, де d – відстані, s – коефіцієнти подібності [298]. Групування (рис. 11.1) проводилося за алгоритмом гнучкої бети із значенням $\beta = -0.25$ [343]. Усі розрахунки і побудова графіків виконувалися у середовищі R, зокрема кластерний аналіз з використанням функції *agnes* (agglomerative hierarchical clustering), а для побудови дендрограми – використовували пакет *factoextra* [328].

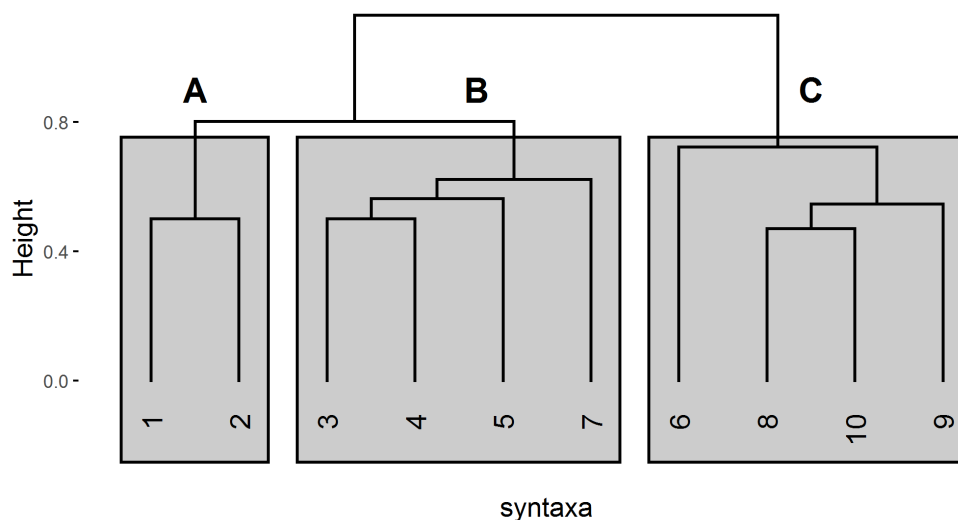


Рисунок 11.1. Кластерний аналіз подібності синтаксонів лучної рослинності.

Номери синтаксонів відповідають синтаксономічній схемі

На дендрограмі видно три групи синтаксонів, позначених сірим кольором (рис. 11.1). Вони приблизно відповідають рівню порядків: *Galietaalia veri* (група А), *Arrhenatheretalia* (група В), *Molinietaalia* (група С). Група А об'єднує асоціації *Eryngio plani-Bromopsietum inermis* та *Koelerio delavignei-Agrostietum vinealis*, які репрезентують псамофітні луки. Варіант асоціації *Koelerio-Agrostietum vinealis* var. *Ranunculus polyanthemus* (синтаксон 3) об'єднався із асоціаціями у складі кластеру В, що свідчить про його перехідний характер. Основними у групі В є дві мезофітні асоціації союзу *Arrhenatherion* – *Galio molluginis-Festucetum pratensis* і *Medicago lupulinae-Phleetum pratensis*. Приєднання до них асоціації *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici* (синтаксон 7) пояснюється співтраплянням у її складі гігромезофітів, мезофітів і навіть ксеромезофітів внаслідок гострозмінного режиму зволоження. Група С об'єднує вологі луки трьох асоціацій порядку *Molinietealia*. На найвищому рівні у цій групі приєднується асоціація *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae* (синтаксон 6). Рівень об'єднання синтаксону 6 з іншими синтаксонами кластеру С є високим ($h = 0.75$) – практично таким же, як рівень об'єднання двох порядків *Galietaalia veri* (кластер А) і *Arrhenatheretalia* (кластер В).

За даними фітоіндикаційної оцінки найбільші відхилення (диференціація) спостерігаються за вологістю та азотом ґрунтів: $\Delta Nd = -0.28$, $\Delta Nt = -0.24$ (табл. 4.9). Знак "мінус" свідчить про нестачу факторів, оскільки відхилення негативні. У фітосоціологічній структурі асоціації це позначається характерною комбінацією видів наступних класів *Molinio-Arrhenatheretea* + *Festuco-Brometea* + *Koelerio-Corynephoretea* (табл. 6.3).

Подібні угруповання трапляються на Лівобережжі доволі часто, особливо у лісостеповій зоні. За видовим складом значну подібність мають до інших асоціацій з цієї території, зокрема, *Potentillo impolitae-Festucetum valesiacaе* (заплава р. Псел) [50] та *Potentillo argenteae-Poetum angustifoliae* (заплава р. Ворскла) [192]. Наші угруповання ми віднесли до асоціації *Eryngio-Bromopsietum inermis*, яка описана у подібних екологічних умовах і також у заплаві Дніпра. Нижче наводиться видовий склад опису, що є голотипом (18.06.1995, у центральній частині о-ва Круглик, загальне п.п. – 60 %; кількість видів – 17) [213, табл.1]. Жирним шрифтом відмічені види, які мають трапляння понад 20% у наших угрупованнях і одночасно присутні у описі, що обраний автором як номенклатурний тип. Види зазначаються з урахуванням таксономічної уніфікації (у дужках): *Bromopsis inermis* (syn. ***Bromus inermis***) 5, *Artemisia dniproica* (syn. ***Artemisia campestris***) +, *Asparagus officinalis* +, *Bromus squarrosus* +, ***Calamagrostis epigejos*** +, ***Dianthus borbasiі*** +, ***Euphorbia virgultosa*** +, ***Galium verum*** +, *Anthemis arvensis* +, ***Eryngium planum*** +, ***Koeleria glauca*** +, ***Rumex acetosella*** +, *Sedum sexangulare* +, *Trifolium arvense* +, *Trifolium dubium* +, ***Plantago lanceolata*** +, *Tanacetum vulgare* +. Отже, 10 з 17 видів (59%) є спільними.

11.3.2 Асоціація *Koeleria delavignei-Agrostietum vinealis*

Асоціація об'єднує ксеромезофітні луки на схилах грив та пласких підвищень у прирусловій та центральній частині заправ. Ґрунти дернові супіщані. Основне поширення асоціації – у заплавах Дніпра, Десни, Сейму, Сожу, Судості, Івотки [124, 185, 341, 405].

Диференційна таблиця асоціації *Koelerio delavignei*-*Agrostietum vinealis* (синтаксони 2–3)

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56
D.s. <i>Koelerio delavignei</i>-<i>Agrostietum vinealis</i> var. <i>Asparagus officinalis</i>										
<i>Asparagus officinalis</i>	9	100	10		2					
<i>Trifolium montanum</i>	4	71		10	6		14			
D.s. <i>Koelerio delavignei</i>-<i>Agrostietum vinealis</i> var. <i>Ranunculus polyanthemos</i>										
<i>Ranunculus polyanthemos</i>		6	100					9		
<i>Trifolium ambiguum</i>			100	15	4					2
<i>Cichorium intybus</i>			40		6					2
<i>Glechoma hederacea</i>			40	10	13	5		16		2
D.s. ass. <i>Koelerio delavignei</i>-<i>Agrostietum vinealis</i>										
<i>Filipendula vulgaris</i>		71	70	45	4		45			2
<i>Koeleria delavignei</i>	13	71	100	30			5	4		5
<i>Agrostis vinealis</i>	9	47	100	10	8					2
<i>Carex praecox</i>		53	60	5	2		14			
D.s. ord. <i>Galietales veri</i>										
<i>Galium verum</i>	70	94	40	15	4	5	59			2
<i>Potentilla argentea</i>	52	59	20	40	21		5			
<i>Poa angustifolia</i>	70	65	50	5	9					
D.s. ord. <i>Arrhenatheretalia elatioris</i>										
<i>Plantago lanceolata</i>	35	35	70	95	32	10	14			
<i>Lotus corniculatus</i>	4	12	50	80	74	10	32		12	7
<i>Centaurea jacea</i>		18	60	90	2		55			
D.s. cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>										
<i>Phleum pratense</i>	26	53	90	80	68	20	73	20	25	20
<i>Achillea millefolium</i>	39	65	60	85	66	40	36	20	38	7
<i>Festuca pratensis</i>	9	29	70	90	68	40	55	20		29
<i>Elymus repens</i>	17	18	80	20	58	15	9	44	25	43
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	48	88	50	30	19		41	20		4
<i>Thalictrum lucidum</i>		12	80	40	11	5	41	12		50
<i>Galium boreale</i>	4	59	70	20			73			
D.s. cl. <i>Koelerio-Corynephoretea</i>										
<i>Veronica spicata</i>	35	41								
D.s. cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>										
<i>Rumex confertus</i>	13	12	60	85	49	15	18	76	38	80
<i>Erigeron annuus</i>	48	65	30	30	32		59	16		2
<i>Convolvulus arvensis</i>	4		60	5	8		14	4	12	

Фітосоціологічна структура асоціації подібна до попередньої. Діагностичним є співтрапляння видів трьох класів лучного, степового і

псамофітного – *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea*, *Koelerio-Corynephoretea* (табл. 6.3). У ординаційній площині у бік цієї асоціації спрямовані вектори GER і FES (рис. 4.8). Частки видів двох перших класів майже рівні (0.32 і 0.34 відповідно), а частка видів останнього є меншою (0.16), у чому асоціація відрізняється від попередньої.

Основними домінантами є *Agrostis vinealis* і *Koeleria delavignei*. Співдомінують *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigejos*, *Carex praecox*. Характерними є лучно-степові види *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *Trifolium montanum*, *Ranunculus polyanthemos*.

У складі асоціації ми розрізняємо два варіанти (табл. 11.3):

- *Koelerio delavignei-Agrostietum vinealis* var. *Asparagus officinalis* – більш псамофітний, поширений переважно у дніпровській частині регіону досліджень; на дендрограмі об'єднується з попередньою асоціацією (кластер А) (рис. 11.1);
- *Koelerio delavignei-Agrostietum vinealis* var. *Ranunculus polyanthemos* – псамофітів у видовому складі менше, переважають лучно-степові види; на дендрограмі об'єднується (кластер В) з асоціаціями (4–5) союзу *Arrhenatherion* (рис. 11.1); поширений переважно у сеймській частині регіону досліджень, зокрема Конотопський, Буринський р-ни Сумської обл., Сосницький р-н Чернігівської обл.

Наші угруповання ми віднесли до асоціації *Koelerio delavignei-Agrostietum vinealis*, що підтверджується значною часткою спільних видів. Так, 15 з 25 видів (60%) є спільними, у описі, що є голотипом асоціації, і одночасно трапляються з константністю понад 20% у наших угрупованнях. Голотип цієї асоціації: опис, виконаний Л.М. Сипайловою, 07.06.1974, поблизу с. Івот Сумської області у заплаві р. Івотки [405, с. 32, табл. 4]: *Agrostis vinealis* 4, *Koeleria delavignei* 2, *Poa angustifolia* 1, *Trifolium pratense* 1, *Coronaria flos-cuculi* (syn. *Silene flos-cuculi*) 1, *Achillea millefolium* 1, *Potentilla argentea* 1, *Carex hirta* 1, *Rumex acetosella* 1, *Carex praecox* +, *Trifolium montanum* +, *Festuca rubra* +, *Trifolium repens* +, *Lotus corniculatus*

+, *Rhinanthus alectorolophus* +, *Rumex acetosa* +, *Vicia cracca* +, *Plantago media* +, *Filipendula vulgaris* +, *Veronica verna* +, *Galium verum* +, *Rumex thyrsiflorus* +, *Ranunculus polyanthemos* +, *Crepis tectorum* +, *Eryngium planum* +.

11.3.3 Асоціація *Galio molluginis-Festucetum pratensis*

Асоціація об'єднує справжні (мезофітні) луки на дерново-глейових суглинистих ґрунтах. Угруповання виявлені у Бахмацькому та Борзнянському районах Чернігівської обл. і Конотопського р-ну Сумської обл. Основний доміант – *Festuca pratensis*, співдомінантами є *Poa pratensis*, *Phleum pratensis* (табл. 11.4).

Таблиця 11.4

Диференційна таблиця асоціації *Galio molluginis-Festucetum pratensis* (синтаксон 4)

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56
D.s. ass. <i>Galio molluginis-Festucetum pratensis</i>										
<i>Gladiolus tenuis</i>			10	95		5		4		7
<i>Leucanthemum vulgare</i>			10	80	2		9			
<i>Galium mollugo</i>			10	70	2	5		4	12	2
D.s. ord. <i>Arrhenatheretalia elatioris</i>										
<i>Plantago lanceolata</i>	35	35	70	95	32	10	14			
<i>Lotus corniculatus</i>	4	12	50	80	74	10	32		12	7
<i>Trifolium pratense</i>		24	30	85	47	10	32	4		
<i>Centaurea jacea</i>		18	60	90	2		55			
<i>Stellaria graminea</i>	17	6	30	60	62		5	4		5
<i>Rhinanthus serotinus</i>	9	35	10	55	26	5	50			
D.s. ord. <i>Galietales veri</i>										
<i>Potentilla argentea</i>	52	59	20	40	21		5			
<i>Filipendula vulgaris</i>		71	70	45	4		45			2
D.s. cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>										
<i>Phleum pratense</i>	26	53	90	80	68	20	73	20	25	20
<i>Achillea millefolium</i>	39	65	60	85	66	40	36	20	38	7
<i>Festuca pratensis</i>	9	29	70	90	68	40	55	20		29
<i>Ranunculus acris</i>				65	28	55	23	44	75	68
<i>Poa pratensis</i>	4	6	20	45	38	40	64	40	25	12
<i>Thalictrum lucidum</i>		12	80	40	11	5	41	12		50
D.s. cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>										
<i>Rumex confertus</i>	13	12	60	85	49	15	18	76	38	80

У фітосоціологічній структурі у порівнянні з попередніми синтаксонами характерним є відсутність псамофітних видів *Koelerio-Corynephoretea* і наявність частки лучно-степових степових (табл. 6.3). За даними аналізу відхилень усі стандартизовані відхилення мають незначну абсолютну величину, і лише у фактору вологості відхилення є дещо більшим ($\Delta Hd = -0.1$) (табл. 4.9).

Асоціація доволі чітко відмежована, у її складі наявні характерні види, а діагностичні види інших синтаксонів не заходять своїми екологічними амплітудами, і тому їх немає у переліку синтаксонів у табл. 11.4. Види порядку *Arrhenatheretalia elatioris* переважають над видами *Galietaalia veri* кількісно і за показниками трапляння, а блок *Molinietealia* не представлений. У складі асоціації трапляється вид, занесений до ЧКУ *Gladiolus tenuis* [208]. Останній трапляється на Лівобережному Поліссі нечасто, але там, де присутній, чисельність може налічувати сотні особин. Наводять *Gladiolus tenuis* також у заплаві сусідньої Десни [127].

У видовому складі асоціації присутні такі види, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis capillaris* та ін. характерні для пустищних лук, зокрема, *Carex pallescens*, *Cynosurus cristatus*, *Dianthus deltoides*, *Polygala vulgaris*. Але у синтаксономічній схемі (розділ 11.1), ми не наводимо асоціації *Anthoxantho odorati-Agrostietum capillaris* і не відносимо до неї наші угруповання. Асоціацію *Anthoxantho-Agrostietum* традиційно наводять в Україні для багатьох регіонів [8, 25, 61, 121, 122, 124, 146, 186, 191, 201, 202, 405]. Але порівняльний аналіз видового складу (табл. 11.5) свідчить про наявність у ній значного блоку монтанних видів. Тому наведення цього синтаксону для заплави рівнинної частини України було би помилковим. Асоціація *Anthoxantho-Agrostietum* була описана у субмонтанному поясі Карпат [406], Проблемним є цей синтаксон із точки зору вимог МКФН. П. Зіллінгер у монографії по Татрах 1933 року не зазначив який опис (з восьми, наявних в таблиці на с. 152–153) є типом асоціації. Пізніше у 2014 році, асоціацію *Anthoxantho-Agrostietum* було лектотипифіковано [303, т. 5, с. 219].

Порівняння асоціацій *Galio molluginis-Festucetum pratensis* (1) та *Anthoxantho odorati-Agrostietum capillaris* (2) [399, с. 152-153, табл.

"Anthoxanto-Agrostietum tenuis"]

Номер синтаксону	1	2	Номер синтаксону	1	2
Кількість описів	20	8	Кількість описів	20	8
Константні види			<i>Poa pratensis</i>	III	.
<i>Plantago lanceolata</i>	V	IV	<i>Potentilla argentea</i>	III	.
<i>Schedonorus pratensis</i>	V	IV	<i>Thalictrum lucidum</i>	III	.
<i>Trifolium pratense</i>	V	IV	Diff. sp. <i>Anthoxantho odorati-</i>		
<i>Lotus corniculatus</i>	V	IV	<i>Agrostietum capillaris</i>		
<i>Phleum pratense</i>	V	III	<i>Rhinanthus minor</i>	.	V
<i>Stellaria graminea</i>	IV	III	<i>Colchicum autumnale</i>	.	V
<i>Agrostis capillaris</i>	I	V	<i>Alchemilla palmata</i>	.	V
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	I	V	<i>Thymus pulegioides</i>		
<i>Leucanthemum vulgare</i>	V	V	<i>chamaedrys</i>	.	V
<i>Briza media</i>	II	V	<i>Cruciata glabra</i>	.	IV
<i>Ranunculus acris</i>	IV	V	<i>Pimpinella saxifraga</i>	.	IV
<i>Prunella vulgaris</i>	I	V	<i>Rumex acetosa</i>	.	IV
<i>Trifolium repens</i>	I	V	<i>Carum carvi</i>	.	IV
<i>Trifolium montanum</i>	I	IV	<i>Agrostis gigantea</i>	.	IV
<i>Achillea millefolium agg.</i>	I	IV	<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	IV
<i>Polygala vulgaris</i>	II	IV	<i>Potentilla erecta</i>	.	IV
<i>Plantago media</i>	II	IV	<i>Avenula pubescens</i>	.	IV
<i>Carex pallescens</i>	I	III	<i>Nardus stricta</i>	.	IV
Diff. sp. <i>Galio molluginis-</i>			<i>Dianthus latifolius</i>	.	IV
<i>Festucetum pratensis</i>			<i>Anthyllis vulneraria</i>		
<i>Centaurea jacea</i>	V	.	<i>carpatica</i>	.	IV
<i>Rumex confertus</i>	V	.	<i>Leontodon hispidus</i>	.	III
<i>Gladiolus tenuis</i>	V	.	<i>Luzula multiflora</i>	.	III
<i>Galium mollugo</i>	IV	.	<i>Linum catharticum</i>	.	III
<i>Rhinanthus serotinus</i>	III	.			
<i>Filipendula vulgaris</i>	III	.			

11.3.4 Асоціація *Medicago lupulinae-Phleetum pratensis*

Асоціація об'єднує свіжі (мезофітні) луки на багатих дернових суглинистих ґрунтах у центральній частині заплавл. У лісостеповій зоні виходить також на суходоли, де трапляється у нижній схилів та по днищах балок [50]. Угруповання поширені у дніпровській і сеймській частині регіону досліджень, але у заплаві Сейму трапляються частіше (у Буринському, Кролевецькому р-нах Сумської обл., Борзнянському, Бахмацькому р-нах Чернігівської обл.)

Травостій 60-80 см. висотою, п.п. у середньому 57%, середня кількість видів – 16 видів/опис. Об'єднаний флористичний список (53 описи) нараховує 106 видів. У головному ярусі співдомінують мезофітні злаки – *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*. На випасуваних ділянках зростає участь *Deschampsia caespitosa*, стійкого до витоптування і погіршення аерації ґрунтів.

Якщо брати до уваги екологічний ряд лучних синтаксонів НД4 (рис. 4.7), то фітоіндикаційні показники більш чітко відрізняються у синтаксонів, що займають крайове положення на градієнтах екологічних факторів. Тому за даними фітоіндикації асоціація дуже подібна від попередньої (табл. 4.10), хоча і відрізняється флористично (табл. 11.6, Г.3). Це пояснюється тим, що усередині екологічного ряду (мезофітні луки), у частині близькій до оптимуму класу *Molinio-Arrhenatheretea*, збільшується перекриття амплітуд видів. Тому синтаксономічні амплітуди, які є результатом накладання амплітуд видів, розділені менш чітко. Що стосується флористичного складу, то відмінності асоціації є доволі чіткими (табл. 11.6, Г.3).

За рівнем антропогенної трансформації цей синтаксон, як і попередній, має середній рівень трансформації, а частка синантропних видів, в основному з класу *Artemisietea vulgaris*, коливається у межах 15-17% (табл. 6.3) і є незначним.

Ми віднесли наші угруповання до асоціації *Medicago lupulinae-Phleum pratensis*. Голотип цієї асоціації: опис № 19, виконаний І.В. Гончаренком, 26.07.2001, поблизу с. Низи Сумської області, на лівому березі р. Псел [50]. Приблизно половина, або 14 з 27 видів (52%) є спільними: вони присутні у описі, що є голотипом асоціації *Medicago lupulinae-Phleum pratensis* [50, с. 131, табл. Б4], та у кластері 5 (даний синтаксон) мають трапляння понад 20%.

**Диференційна таблиця асоціації *Medicago lupulinae-Phleeturm*
pratensis (синтаксон 5)**

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56

D.s. ass. *Medicago lupulinae-Phleeturm pratensis*

<i>Trifolium repens</i>			10	15	79	10		4	12	
<i>Medicago lupulina</i>				10	66	5	5			
<i>Festuca rubra</i>	4	29			62	15	5	4		2

D.s. ord. *Arrhenatheretalia elatioris*

<i>Lotus corniculatus</i>	4	12	50	80	74	10	32		12	7
<i>Trifolium pratense</i>		24	30	85	47	10	32	4		
<i>Stellaria graminea</i>	17	6	30	60	62		5	4		5
<i>Agrostis capillaris</i>	4		10	5	49		23	12		

D.s. cl. *Molinio-Arrhenatheretea*

<i>Phleum pratense</i>	26	53	90	80	68	20	73	20	25	20
<i>Achillea millefolium</i>	39	65	60	85	66	40	36	20	38	7
<i>Festuca pratensis</i>	9	29	70	90	68	40	55	20		29
<i>Elymus repens</i>	17	18	80	20	58	15	9	44	25	43
<i>Taraxacum officinale</i>			20	10	45	10	5	36		9
<i>Prunella vulgaris</i>			20	5	45	20	5	12		9

D.s. cl. *Artemisietea vulgaris*

<i>Rumex confertus</i>	13	12	60	85	49	15	18	76	38	80
<i>Cirsium arvense</i>			20	15	45	20	32	64	12	41

Спільні види (з урахуванням таксономічної уніфікації) відмічені жирним шрифтом: *Achillea millefolium* 2, *Artemisia absinthium* 2, *Bromus japonicus* 1, *Campanula patula* 2, *Coccyganthe flos-cuculi* (*Silene flos-cuculi*) 2, *Dactylis glomerata* 2, *Daucus carota* 2, *Deschampsia caespitosa* 1, *Dianthus deltoides* 2, *Elytrigia repens* (*Elymus repens*) 2, *Euphorbia virgata* agg. (*Euphorbia virgultosa*) 2, *Festuca regeliana* 3, *Festuca rubra* 2, *Galium mollugo* 2, *Leucanthemum vulgare* 2, *Medicago lupulina* 2, *Phalacrolooma annuum* (*Erigeron annuus*) 2, *Phleum pratense* 2, *Plantago lanceolata* 2, *Plantago media* 2, *Poa palustris* 2, *Polygala vulgaris* 2, *Potentilla anserina* 2, *Ranunculus acris* 2, *Rhinanthus aestivalis* (*Rhinanthus serotinus*) 2, *Taraxacum officinale* 2, *Trifolium pratense* 2.

11.3.5 Асоціація *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae*

Асоціація об'єднує угруповання торф'янистих лук знижень центральної частини заплави на торф'яно-глейових і дерново-лучних оглеєних, слабокислих ґрунтах. Найчастіше угруповання формуються поблизу тимчасових водотоків, у пласких зниженнях (подах). Угруповання поширені переважно у сеймській частині регіону досліджень (у Бахмацькому р-ні Чернігівської обл. та Кролевецькому р-ні Сумської обл.).

За даними фітоіндикації з цієї асоціації розпочинається ряд синтаксонів з додатними відхиленнями за фактором вологості ($\Delta Nd = +0.12$, табл. 4.9). Тому у видовому складі гігрозомезофіти починають переважати над мезофітами. Характерною особливістю угруповань є переважання купинних злаків і дрібних осок над кореневищними. Характерними є види невибагливі до аерації ґрунтів, які зазвичай тяжіють до слабокислих ґрунтів – *Carex nigra*, *Equisetum palustre*, *Juncus compressus*, *Deschampsia caespitosa*.

У фітосоціологічній структурі асоціації види *Molinio-Arrhenatheretea* виразно переважають над видами інших класів. Їх частка становить 0.78 (табл. 6.3). Але на рівні союзів – характер перехідний, співтрапляються види декількох союзів, зокрема *Deschampsion* (переважна більшість), *Calthion* (*Angelica sylvestris*, *Carex nigra*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus*), *Potentillion anserinae* (*Agrostis stolonifera*, *Potentilla anserina*, *Ranunculus repens*).

Висота травостою 30–60 см., п.п. у середньому 80%, середня кількість – 16 видів/опис. Домінують *Potentilla anserina*, *Carex nigra*, *Agrostis stolonifera*, *Deschampsia caespitosa*. Хоча *Dactylorhiza incarnata* є рідкісним видом [208], він не випадково потрапив до переліку діагностичних (табл. 11.7). Це стенотопний і характерний вид. І, незважаючи на те, що він є рідкісним, місцями чисельність популяцій значна, налічує до 200 особин.

Диференційна таблиця асоціації *Dactylorhiza incarnati-Caricetum nigrae* (синтаксон 6)

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56

D.s. ass. *Dactylorhiza incarnati-Caricetum nigrae*

<i>Dactylorhiza incarnata</i>					2	90				
<i>Carex nigra</i>						75		4		2
<i>Equisetum palustre</i>						55				
<i>Eleocharis uniglumis</i>						30				

D.s. ord. *Molinietalia caeruleae*

<i>Potentilla anserina</i>					23	90	5	44	62	25
<i>Lysimachia nummularia</i>					25	40	5	24	88	29
<i>Deschampsia caespitosa</i>			10		13	55		16	88	4
<i>Carex vulpina</i>					2	40		60	12	45
<i>Ranunculus repens</i>						45	9	12		2
<i>Agrostis stolonifera</i>						40		4	88	2

D.s. cl. *Molinio-Arrhenatheretea*

<i>Achillea millefolium</i>	39	65	60	85	66	40	36	20	38	7
<i>Festuca pratensis</i>	9	29	70	90	68	40	55	20		29
<i>Ranunculus acris</i>				65	28	55	23	44	75	68
<i>Poa pratensis</i>	4	6	20	45	38	40	64	40	25	12
<i>Carex hirta</i>				15	9	85	5			

Інші види

<i>Angelica sylvestris</i>						25				
<i>Juncus effusus</i>						25				

Угрупування подібного флористичного складу наводяться для поліських регіонів на Лівобережжі України і у західній частині Росії, зокрема асоціація *Agrostio stoloniferae-Equisetetum palustris* (п. Юрасів Хутір, Брянська обл.) [13], у заплаві Десни асоціація *Galio palustre-Agrostietum stoloniferae* (с. Карпилівка, Козелецького району, Чернігівської області) [185].

Традиційно гігрофітні типи угруповань вважаються доволі подібними, навіть у віддалених регіонах. Це зумовлено подібністю домінуючих видів з широкими амплітудами. Але якщо провести порівняльний аналіз повного флористичного складу у угруповань з різних регіонів, відмінності спостерігаються, і вони зазвичай є такими, що відповідають рівню асоціацій.

Розглянемо декілька синтаксонів, у формуванні угруповань яких бере значну участь вид *Deschampsia cespitosa* (табл. 11.8):

1. *Dactylorhiza incarnati-Caricetum nigrae* (наші угруповання),
2. *Galio palustre-Agrostietum stoloniferae* Sipaylova, Solomakha, Shelyag-Sosonko 1987, Лівобережне Полісся (голотип асоціації) – у продромусі рослинності України цю асоціацію включили до списку синонімів *Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae* [122, с. 559];
3. *Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae* Ujvárosi 1947 (голотип асоціації) – асоціація описана з Угорщині (долина р. Зали) [423], тобто у регіоні відмінному як за зональними умовами від Лівобережного Полісся, так і за пулом флори (центральноевропейська провінція);
4. *Deschampsietum cespitosae* Horvatić 1930 (голотип асоціації) – теж з Угорщини, ця асоціація є голотипом союзу *Deschampsion cespitosae* Horvatić 193 [312, с. 88], до якого відносять усі зазначені асоціації.

Як бачимо з табл. 11.8, усі чотири асоціації мають значні відмінності і довгий перелік диференційних видів, трапляння яких коливається у межах 30–100%. Українські угруповання (1+2, табл. 11.8) мають більш північне положення і приурочені до більш кислих ґрунтів (*Carex nigra*, *Equisetum palustre* та ін.). Асоціацію *Galio palustre-Agrostietum stoloniferae* (синтаксон 2, табл. 11.8) відрізняє від наших угруповань (синтаксон 1, табл. 11.8) гігрофітні *Alopecurus geniculatus*, *Caltha palustris*, *Carex acuta* та ін. Угорська група синтаксонів (3+4, табл. 11.8) відрізняється від української групи (1+2, табл. 11.8) багатьма видами (*Cardamine pratensis*, *Oenanthe fistulosa*, *Senecio aquaticus*, *Holcus lanatus* та ін.). Важливо, що навіть дві близьких асоціації з Угорщини (3 і 4) теж відрізняються між собою, хоча їх часто розглядають як синоніми. Таким чином, угруповання з *Deschampsia cespitosa* з Українського Полісся значно більш ацидофітні щодо подібних угорських угруповань з союзу *Deschampsion cespitosae*.

Порівняння деяких синтаксонів з *Deschampsia cespitosa* з різних регіонів.

Значення трапляння понад 50% позначені жирним шрифтом.

Номер синтаксону	1	2	3	4
Кількість описів	20	10	8	17
Константні види				
<i>Deschampsia cespitosa</i>	55	60	63	100
<i>Ranunculus repens</i>	45	30	100	94
<i>Lysimachia nummularia</i>	40	100	38	29
<i>Agrostis stolonifera</i>	40	100	88	.
<i>Poa palustris</i>	30	70	25	.
<i>Phleum pratense</i>	20	.	50	76
<i>Agrostis gigantea</i>	.	60	.	71
<i>Carex hirta</i>	85	60	.	94
<i>Silene flos-cuculi</i>	.	80	75	53
<i>Galium palustre</i>	.	80	38	76
<i>Ranunculus acris</i>	55	50	63	.
<i>Schedonorus pratensis</i>	40	.	50	53
<i>Rumex crispus</i>	20	.	63	35
Диф. види синтаксонів 1 та 2 (Україна)				
<i>Carex nigra</i>	75	60	.	.
<i>Equisetum palustre</i>	55	40	.	.
<i>Potentilla anserina</i>	90	100	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	20	30	.	.
Диф. види синтаксонів 3 та 4 (Угорщина)				
<i>Cardamine pratensis</i>	.	.	50	29
<i>Oenanthe fistulosa</i>	.	.	38	41
<i>Senecio aquaticus</i>	.	.	50	24
<i>Trifolium hybridum</i>	.	.	38	35
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	25	24
Диф. види <i>Dactylorhiza incarnati-Caricetum nigrae</i>				
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	90	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	40	.	.	.
<i>Eleocharis uniglumis</i>	30	.	.	.
<i>Galium uliginosum</i>	30	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	25	.	.	.

Номер синтаксону	1	2	3	4
Кількість описів	20	10	8	17
<i>Lysimachia vulgaris</i>	20	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	20	.	.	.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	20	.	.	.
Диф. види <i>Galio palustre-Agrostietum stoloniferae</i>				
<i>Glyceria maxima</i>	.	50	.	.
<i>Stellaria palustris</i>	.	50	.	.
<i>Epilobium palustre</i>	.	40	.	.
<i>Beckmannia eruciformis</i>	.	30	.	.
<i>Achillea cartilaginea</i>	.	30	.	.
Диф. види <i>Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae</i>				
<i>Rhinanthus crista-galli</i>	.	.	75	.
<i>Juncus articulatus</i>	.	.	63	.
<i>Achillea asplenifolia</i>	.	.	63	.
<i>Centaurea pannonica</i>	.	.	50	.
<i>Lotus tenuis</i>	.	.	50	.
<i>Medicago falcata</i>	.	.	38	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	38	.
<i>Bellis perennis</i>	.	.	38	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	38	.
Диф. види <i>Deschampsietum cespitosae</i>				
<i>Gratiola officinalis</i>	.	.	.	100
<i>Lotus tenuifolius</i>	.	.	.	76
<i>Succisella inflexa</i>	.	.	.	76
<i>Betonica officinalis</i>	.	.	.	59
<i>Carex pallescens</i>	.	.	.	47
<i>Inula salicina</i>	.	.	.	41
<i>Carex distans</i>	.	.	.	35
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	.	35
<i>Juncus lamprocarpus</i>	.	.	.	35
<i>Taraxacum palustre</i>	.	.	.	35
<i>Trifolium patens</i>	.	.	.	35

Позначення синтаксонів: 1 – *Dactylorhiza incarnati-Caricetum nigrae* (заплава Сейму, Чернігівська та Сумська обл., Україна); 2 – *Galio palustre-Agrostietum stoloniferae*, голотип (заплава Десни, с. Карпилівка, Козелецького р-ну, Чернігівської обл.) [185, с. 51, табл. 2], 3 – *Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae*, голотип, Угорщина [416, с. 97, табл. "Agrostideto-Deschampsietum"]; 4 – *Deschampsietum cespitosae*, голотип, Угорщина [304 с. 88, табл. 3. "Das Deschampsietum cestiosae"]

11.3.6 Асоціація *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici*

Асоціація об'єднує багаті (евтрофні) луки (суб)континентальних регіонів, важливим фактором формування яких є змінний режим зволоження з посушливим періодом влітку. Угруповання трапляються у заплавах великих річок, а також у нижній течії їх приток. Важливими факторами формування угруповань є тривалість, висота і періодичність повені [401], а також важчі (глинисті) ґрунти, що сприяє затримці повеневих вод [222].

Висота травостою коливається від 60 до 120 см; збільшується на вологих ділянках. Травостій щільний з проективним покриттям від 70% до 100%. Кількість видів у 22 описах – 88, і у середньому – 19 видів/опис. Характерним є поєднання у видовому складі угруповань мезогірофітів (*Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum virgatum*, *Valeriana officinalis*, *Gratiola officinalis*, *Iris sibirica*), мезофітів і навіть ксеромезофітів (*Galium verum*, *Filipendula vulgaris*, *Agrostis capillaris*).

Виходячи із співтрапляння видів з дуже різним відношенням до фактору вологості, логічним було би припустити значні показники фактору змінності зволоження (fH) за даними фітоіндикації. Але підхід на основі зваженого середнього це не підтверджує ($\Delta fH = -0.05$, табл. 4.9). Це можна пояснити тим, що спосіб розрахунку зваженого середнього не може це довести, оскільки бальні оцінки мезогірофітів і ксеромезофітів так би мовити симетрично відхиляються від середини шкали вологості. Тому розраховане середнє виявляється таким же, як би опис (фітоценоз) складався лише з мезофітів. Як альтернативний варіант оцінки фактору змінності зволоження, ми пропонуємо брати не середнє, а коефіцієнт варіації значень бальних оцінок видів за фактором Hd. Цей показник у асоціації *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici* становить 21% і є максимальним, якщо порівнювати з іншими синтаксонами НД4. Тому для оцінки екофакторів варіаційного плану, зокрема як фактор змінності зволоження (fH), більш ґрунтовним є не середнє, а один з показників варіації, наприклад коефіцієнт варіації.

За видовим складом асоціація чітко відрізняється від інших синтаксонів набору даних НД4 (табл. 11.9).

Таблиця 11.9

Диференційна таблиця асоціації *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici* (синтаксон 7)

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56
D.s. ass. Veronici longifoliae-Iridetum sibirici										
<i>Iris sibirica</i>		6					95			5
<i>Veronica longifolia</i>		18	10				91			20
<i>Lythrum virgatum</i>						5	41			
<i>Filipendula ulmaria</i>					6	5	64	4		12
<i>Inula salicina</i>		12					41			
<i>Lysimachia vulgaris</i>						20	50			5
D.s. ord. Galietalia veri										
<i>Galium verum</i>	70	94	40	15	4	5	59			2
<i>Filipendula vulgaris</i>		71	70	45	4		45			2
D.s. ord. Arrhenatheretalia elatioris										
<i>Centaurea jacea</i>		18	60	90	2		55			
<i>Rhinanthus serotinus</i>	9	35	10	55	26	5	50			
D.s. ord. Molinietaalia caeruleae										
<i>Alopecurus pratensis</i>		6	10				82		75	84
D.s. cl. Molinio-Arrhenatheretea										
<i>Phleum pratense</i>	26	53	90	80	68	20	73	20	25	20
<i>Festuca pratensis</i>	9	29	70	90	68	40	55	20		29
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	48	88	50	30	19		41	20		4
<i>Poa pratensis</i>	4	6	20	45	38	40	64	40	25	12
<i>Thalictrum lucidum</i>		12	80	40	11	5	41	12		50
<i>Vicia cracca</i>	9	35	20	25	4	25	55	8	12	59
<i>Galium boreale</i>	4	59	70	20			73			
D.s. cl. Artemisietea vulgaris										
<i>Erigeron annuus</i>	48	65	30	30	32		59	16		2

Угрупування з *Iris sibirica* поки що не знайшли свого відображення у системі української синтаксономії [155]. Ототожнювати їх з відомою угорською асоціацією *Iridetum sibirici* Philippi 1960 [378, с. 171, табл. 10] теж не буде правильним. У табл. 11.10 наведено спільні і відмінні види у двох

асоціацій з *Iris sibirica* (української та угорської) з класом трапляння не менше III-го. З табл. 11.10 видно, що 10 і 16 видів у двох асоціацій відповідно є характерними, і свідчить про значні відмінності видового складу.

Таблиця 11.10

Порівняння асоціацій *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici* (1 – Лівобережне Полісся) and *Iridetum sibiricae* Philippi 1960 (2 – Угорщина)

Номер синтаксону	1	2
Кількість описів	22	30
Константні види		
<i>Iris sibirica</i>	V	V
<i>Alopecurus pratensis</i>	V	II
<i>Galium boreale</i>	IV	II
<i>Lysimachia vulgaris</i>	III	IV
<i>Vicia cracca</i>	III	IV
<i>Schedonorus pratensis</i>	III	II
<i>Filipendula vulgaris</i>	III	II
<i>Galium verum</i>	III	V
<i>Ranunculus acris</i>	II	V
<i>Dactylis glomerata s.l.</i>	I	IV
<i>Inula salicina</i>	III	IV
<i>Lathyrus pratensis</i>	II	III
<i>Ranunculus repens</i>	I	III
<i>Equisetum arvense</i>	II	III
Диф. види <i>Veronici longifoliae-Iridetum sibirici</i>		
<i>Veronica longifolia</i>	V	.
<i>Phleum pratense</i>	IV	.
<i>Poa pratensis</i>	IV	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	IV	.
<i>Erigeron annuus</i>	III	.
<i>Centaurea jacea</i>	III	.

Номер синтаксону	1	2
Кількість описів	22	30
<i>Rhinanthus serotinus</i>	III	.
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	III	.
<i>Lythrum virgatum</i>	III	.
<i>Thalictrum lucidum</i>	III	.
Диф. види. <i>Iridetum sibiricae</i>		
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	V
<i>Carex flacca</i>	.	V
<i>Daucus carota</i>	.	V
<i>Serratula tinctoria</i>	.	IV
<i>Cirsium canum</i>	.	IV
<i>Festuca arundinacea</i>	.	IV
<i>Sanguisorba officinalis</i>	.	IV
<i>Lotus siliquosus</i>	.	IV
<i>Succisa pratensis</i>	.	IV
<i>Molinia caerulea</i>	.	IV
<i>Briza media</i>	.	III
<i>Carex elata</i>	.	III
<i>Poa angustifolia</i>	.	III
<i>Lythrum salicaria</i>	.	III
<i>Colchicum autumnale</i>	.	III
<i>Carex filiformis</i>	.	III

11.3.7 Асоціація *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae*

Асоціація об'єднує мезогрофітні луки з переважанням або за значної участі *Alopecurus arundinaceus*. Цей вид зазвичай вважається субгалофітом. Але на Поліссі значного засолення ґрунтів не спостерігається через

гумідність клімату. У флористичному складі галофітів мало (*Juncus gerardii*, *Beckmannia eruciformis*), і вони мають трапляння менше 30%. Навпаки, у видовому складі асоціації присутні бореальні і суббореальні види, які уникають солонцюватих ґрунтів (*Poa trivialis*, *Stellaria palustris*, *Carex leporina*). За даними фітоіндикації, показник сольового режиму для цієї асоціації складає $Tr = 41.8$ і істотно не відрізняється від аналогічного показника для інших синтаксонів набору даних НД4 (табл. 4.8). Отже, наші угруповання ближчі до незасолених (глікофітних) лук.

Таблиця 11.11

Диференційна таблиця асоціації *Poa trivialis-Alopecuretum arundinaceae* (синтаксон 8)

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56	
D.s. ass. <i>Poa trivialis-Alopecuretum arundinaceae</i>											
<i>Alopecurus arundinaceus</i>					9	5		92		9	
<i>Stellaria palustris</i>					2	10		64			
<i>Poa trivialis</i>			10		4	20		56			
<i>Carex leporina</i>		6					5	44		2	
D.s. ord. <i>Molinietalia caeruleae</i>											
<i>Potentilla anserina</i>					23	90	5	44	62	25	
<i>Carex vulpina</i>					2	40		60	12	45	
<i>Potentilla reptans</i>			10		25	5	5	64		12	
D.s. cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>											
<i>Ranunculus acris</i>				65	28	55	23	44	75	68	
<i>Elymus repens</i>		17	18	80	20	58	15	9	44	25	43
<i>Poa pratensis</i>		4	6	20	45	38	40	64	40	25	12
D.s. cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>											
<i>Rumex confertus</i>		13	12	60	85	49	15	18	76	38	80
<i>Cirsium arvense</i>				20	15	45	20	32	64	12	41

Тому відносити наші угруповання до асоціацій *Elytrigio repentis-Alopecuretum arundinaceus*, *Alopecuretum arundinacei* та ін. подібних не було би правильним з екологічної точки зору, оскільки ці асоціації належать до класу засолених лук *Festuco-Puccinellietea*. Тракткування цього синтаксону у

класі *Molinio-Arrhenatheretea* є більш ґрунтовним. Що стосується *Alopecurus arundinaceus*, то це вид широкої амплітуди, який може траплятися і на незасолених, і на солонцюватих луках. А у ширшому географічному контексті очевидно що подібні угруповання формують ряд (серію) з півночі на південь, де ступінь засолення поступово зростає і стає помітним у відношенні флористичного складу переважно у південній частині лісостепової зони.

11.3.8 Асоціація *Poa palustris-Alopecuretum pratensis*

Асоціація об'єднує луки з переважанням мезогігрофітних кореневищних злаків на лучно-болотних, здебільшого суглинистих ґрунтах. Угруповання трапляються у зниженнях центральної та притерасної частини заплави, оскільки ключовим фактором для них є високий рівень ґрунтових вод – за літературними даними 0.5 – 1 м. [405]. Висота травостою коливається від 60 до 100 см., і збільшується на вологих ділянках. П.п. травостою становить у середньому 67 і 72% у двох варіантів асоціації відповідно. Середня кількість 15 видів/опис. Домінують мезогігрофіти *Poa palustris*, *Alopecurus pratensis*; *Deschampsia caespitosa*; *Agrostis stolonifera*. На підвищеннях рельєфу домішуються мезофіти (*Festuca pratensis*, *Elymus repens*, *Poa pratensis*), а у зниженнях – гігрофіти (*Eleocharis palustris*, *Carex vulpina*, *Carex acuta*).

Асоціація *Poa palustris-Alopecuretum pratensis* має доволі широке загальне поширення, зокрема, в Україні її наводять для Полісся [186, 405], Лісостепу [39, 120, 201], а у степовій зоні – лише у заплаві Дніпра [99]. Наводиться вона також для суміжних регіонів Росії (Брянська область) та Білорусії (р. Сож, Гомельська область) [1, 16, 168].

За даними аналізу відхилень у цієї асоціації найбільші за абсолютною величиною стандартизовані відхилення за фактором вологості (–0.17 та –0.19 у 2-х варіантів асоціації *P.-A. var. Agrostis stolonifera* та *P.-A. var. Scutellaria galericulata* відповідно, табл. 4.9).

Диференційна таблиця асоціації *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* (синтаксони 9–10)

Номери синтаксонів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість описів	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56
D.s. <i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i> var. <i>Agrostis stolonifera</i>										
<i>Persicaria lapathifolia</i>									88	2
<i>Triglochin palustris</i>									75	
<i>Anacamptis palustris</i>					2	5			75	
<i>Agrostis stolonifera</i>						40		4	88	2
D.s. <i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i> var. <i>Scutellaria galericulata</i>										
<i>Galium uliginosum</i>						30	9	4		79
<i>Scutellaria galericulata</i>					2	5		8	12	68
D.s. ass. <i>Poo palustris-Alopecuretum pratensis</i>										
<i>Alopecurus pratensis</i>		6	10						82	
<i>Poa palustris</i>						30	5	8	75	68
<i>Allium angulosum</i>				10	4		5	16	50	91
<i>Eleocharis palustris</i>						10		8	38	71
<i>Galium palustre</i>					2	15		8	62	20
D.s. ord. <i>Molinietalia caeruleae</i>										
<i>Potentilla anserina</i>					23	90	5	44	62	25
<i>Lysimachia nummularia</i>						25	40	5	24	88
<i>Deschampsia caespitosa</i>			10		13	55		16	88	4
<i>Carex vulpina</i>					2	40		60	12	45
<i>Juncus gerardii</i>					8			28	50	30
D.s. cl. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>										
<i>Ranunculus acris</i>				65	28	55	23	44	75	68
<i>Elymus repens</i>	17	18	80	20	58	15	9	44	25	43
<i>Thalictrum lucidum</i>		12	80	40	11	5	41	12		50
<i>Vicia cracca</i>	9	35	20	25	4	25	55	8	12	59
D.s. cl. <i>Artemisietea vulgaris</i>										
<i>Rumex confertus</i>	13	12	60	85	49	15	18	76	38	80
<i>Cirsium arvense</i>			20	15	45	20	32	64	12	41
D.s. cl. <i>Phragmito-Magnocaricetea</i>										
<i>Carex acuta</i>									25	
<i>Rorippa brachycarpa</i>								8		30

На градієнті цього фактору асоціація займає крайове положення по відношенню до інших синтаксонів набору даних НД4 (рис. 4.7). Екологічні відмінності між угрупованнями 2-х варіантів цієї асоціації є статистично

достовірними за показниками азоту, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу (табл. 4.10). На ординаційній діаграмі синтаксони 9 та 10 (*P.-A. var. Agrostis stolonifera* та *P.-A. var. Scutellaria galericulata* відповідно) розташовуються близько і частково накладаються (рис. 4.8). Це свідчить про значну подібність флористичного складу (табл. 11.12) і на корись визнання за ними ієрархічного рангу 2-х варіантів у межах однієї асоціації. На ординограмі (рис. 4.8) у бік асоціації *Poo palustris-Alopecuretum pratensis* спрямований вектор PHR, клас *Phragmito-Magnocaricetea*, види якого відіграють роль диференційних. При цьому частки видів класу *Phragmito-Magnocaricetea* становлять 23% та 27% у *P.-A. var. Agrostis stolonifera* та *P.-A. var. Scutellaria galericulata* відповідно (табл. 6.3).

11.4 Анотація розділу

Синтаксономічна схема дослідженої лучної рослинності нараховує 1 клас, 3 порядки, 3 союзи, 8 асоціацій та 5 варіантів у складі 3-х асоціацій. За результатами кластерного аналізу лучних синтаксонів, відповідність дендрограми (рис. 11.1) і синтаксономічної схеми є найбільш чіткою на рівні порядків (*Galietales veri*, *Arrhenatheretalia*, *Molinetalia*). Якщо ж говорити про рівень союзів, то найбільшу гетерогенність видового складу виявлено у синтаксонів, віднесених до союзу *Deschampsion cespitosae*. Так, синтаксони (6–10) зі складу цього союзу не формують чіткої групи на дендрограмі і частково об'єдналися з синтаксонами інших груп (порядків).

Аналіз фітосоціологічної структури показав, що у формуванні видового складу досліджених лучних синтаксонів, крім видів основного (*Molinio-Arrhenatheretea*) класу, беруть участь види наступних класів: *Festuco-Brometea*, *Koelerio-Corynepherea*, *Trifolio-Geranietea*, *Phragmito-Magnocaricetea*, *Alnetea glutinosae* (табл. 6.3). Види цих класів відіграють роль диференційних у лучних синтаксонів. Частки видів кожного із зазначених класів становили від 10 до 30% у видовому складі синтаксонів

лучної рослинності.

У відношенні антропогенної трансформації основна кількість синантропних видів у видовому складі остепнених та мезофітних лук є діагностичними видами класу *Artemisietea vulgaris*, що вказує на переважний напрямок антропогенної трансформації, особливо лук сінокісного режиму використання (прим. – більшість видів *Artemisietea vulgaris* є анемохорами, розповсюдженню яких сприяє сінокосіння). Що стосується гігрофітних лук, у першу чергу пасовищного режиму використання, то тут синантропні види в основному з класу *Plantaginetea majoris*, рідше *Bidentetea tripartitae*.

Географічний розподіл синтаксонів є чітким. Зокрема, деякі (асоціації *Eryngio plani-Bromopsietum inermis*, *Veronici longifoliae-Iridetum sibirici*) поширені переважно у дніпровській частині регіону досліджень, а синтаксони, що потребують стабільного вологозабезпечення (асоціації *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae*, *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae*) зосереджені переважно у заплаві Сейму. Оскільки між двома частинами регіону досліджень, заплавами Дніпра та Сейму, немає значних кліматичних відмінностей, то відмінності у розподілі синтаксонів зумовлені переважно едафічними умовами і різним гідрологічним режимом річок.

За даними фітоіндикації фактором, за яким найбільше відрізняються "режими" у заплавах Дніпра та Сейму, є фактор змінності зволоження. Більш стабільний рівень зволоження характерний для заплави Сейму, що і зумовлює більше поширення у цій частині регіону досліджень тих синтаксонів, угруповання яких потребують стабільного протягом року рівня зволоження, наприклад асоціації *Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae*, *Poo trivialis-Alopecuretum arundinaceae* та ін.

ВИСНОВКИ

Проведено комплексну оцінку сучасних кількісних методів обробки фітоценотичних даних, їх порівняльний аналіз, виявлено переваги і недоліки окремих методів, а також здійснено апробацію нових методів на основі фітоценотичних даних різних типів рослинності і регіонів.

1. Розроблений метод класифікації рослинності DRSA за рахунок оптимізації процедури бракування перехідних описів дозволяє максимізувати показники відмежованості синтаксонів та кількості діагностичних видів і має переваги у порівнянні з традиційними методами при класифікації масивів даних із значною часткою описів перехідного характеру.
2. Порівняльний аналіз індексів вірності показав, що відмінності класифікацій діагностичних видів за різними індексами вірності зростають у випадку врахування значень проективного покриття видів і використання вирівняно-групових (корегованих, group-equalized) індексів. Застосування вирівняно-групових індексів збільшує відносну кількість діагностичних видів у фітоценотичних кластерів з меншою кількістю описів і не є виправданим у випадках дрібного (неоптимального) поділу за рахунок можливого потрапляння випадкових видів у діагностичні.
3. Запропонований збалансований (комбінований) критерій для визначення оптимальної кількості кластерів (синтаксонів) у даних має переваги у порівнянні із методикою Optimclass, оскільки ґрунтується на врахуванні різних геометричних (дистанційних) і флористичних критеріїв якості фітоценотичної класифікації, а також різних індексів валідації кластерного поділу. Використання цього підходу має переваги особливо у випадках, коли кластери (синтаксони) є нечіткими, тобто мають значну флористичну подібність, і застосування одного індексу оцінки якості

поділу стає ненадійним.

4. Проведено апробацію різних методів, що застосовуються при обробці даних фітоіндикації (дисперсійний аналіз, дерева класифікації, кореляційно-регресійний аналіз зв'язку екофакторів з вісями ординації) і запропоновано новий підхід – "аналіз відхилень". Його особливістю є аналіз екологічної диференціації синтаксонів на основі стандартизованих значень фітоіндикації, що забезпечує порівнюваність оцінок для факторів з різною кількістю балів і дозволяє оцінювати одночасно ступінь диференціації синтаксонів, напрямок дії і кореляції екофакторів.
5. Доведено високу ефективність використання шкали природності А. Борхіді для оцінки ступеня антропогенної трансформації рослинності, а також співвідношень діагностичних видів різних класів Браун-Бланке, частки адвентивних видів і співвідношень видів за типами екологічних стратегій Дж. Грайма. Найбільш ґрунтовним є комплексний підхід з урахуванням усіх зазначених показників, оскільки він враховує неоднакову стійкість рослин різних життєвих форм і стратегій, різні прояви антропогенної трансформації і необхідність застосування різних принципів оцінки для початкових дигресивних стадій і сильно трансформованої рослинності.
6. На основі апробації методики фітосоціологічного спектру встановлено, що найбільш перспективним цей підхід є у випадках дослідження екотонної рослинності, а також з переважанням угруповань, де відсутні характерні види синтаксонів нижчого рангу. Встановлено, що врахування часток трьох перших переважаючих за кількістю видів класів рослинності у видовому складі синтаксонів є достатньо репрезентативним, оскільки відображає приблизно 80% їх загального флористичного складу.
7. Проведено синтаксономічну ревізію ксеромезофітних дубових лісів помірної зони Європи та виділено 6 груп синтаксонів за флористичними та 4 типи (PUB-термофільний, QUE-ацидофільний, FAG-нейтрофільний і

BRA-криоксерофітний) за екологічними критеріями. Описано два нові для науки союзи східноєвропейських ксеромезофітних дубових лісів – *Betunico officinalis-Quercion roboris* (лісова та лісостепова зона) та *Scutellario altissimae-Quercion roboris* (лісостепова і степова зона).

8. Проведено оцінку впливу кліматичних факторів на диференціацію синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів з використанням біокліматичних змінних (Wordclim/Bioclim). Встановлено, що провідними кліматичними чинниками для цього типу рослинності є ізотермічність (bio3) та температурна сезонність (bio4), які є складовими континентальності клімату, а також мінімальна температура найхолоднішого місяця (bio6) і середня температура найхолоднішого кварталу (bio11), що характеризують кріорежим. Останній відіграє роль лімітуючого фактору у відношенні термофільних видів і зумовлює їх заміщення у видовому складі синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів степовими видами (континентальними, морозостійкими).
9. У результаті апробації методів класифікації (метод DRSA), ординації та фітоіндикації (аналіз відхилень) досліджено синтаксономічну різноманітність і провідні фактори екологічної диференціації лісової рослинності м. Київ та околиць. За результатами класифікації синтаксономічна схема рослинності нараховує 7 класів, 7 порядків, 8 союзів, 8 асоціацій і 13 варіантів. Встановлено, що провідними факторами диференціації виділених синтаксонів є світловий режим, вміст азоту та рівень антропогенного навантаження. Дія антропогенного фактору призводить до зростання середньої подібності описів і до збільшення частки перехідних описів у даних. У подібних випадках застосування методу DRSA має переваги у порівнянні з традиційними методами класифікації рослинності.
10. З використанням методу DRSA проведено класифікацію лучної рослинності заплав Сейму та Дніпра і виділено у межах класу *Molinio-*

Arrhenatheretea 3 порядки, 3 союзи, 8 асоціацій та 5 варіантів. Враховуючи, що описи лучної рослинності мають значну середню подібність за видовим складом, застосування методу DRSA має переваги у порівнянні з традиційними методами, оскільки дозволяє підвищити показники відмежованості (чіткості) синтаксонів. Оскільки у видовому складі досліджених лучних синтаксонів, крім видів основного (*Molinio-Arrhenatheretea*) класу, значною є участь (до 30%) видів інших класів, зокрема *Koelerio-Corynephoretea*, *Trifolio-Geranietea*, *Phragmiti-Magnocaricetea* та ін., для інтерпретації синтаксонів важливим додатковим критерієм є використання їх співвідношень, тобто методики фітосоціологічного спектру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверинова Е. А., Семенищенков Ю. А. Пойменные луга с лисохвостом луговым в Курской и Брянской областях. *Флора и растительность Центрального Черноземья — 2009: Материалы науч. конф. (г. Курск, 27 марта 2009 г.)*. Курск, 2009. С. 102–105.
2. Андриенко Т. Л. Класс *Vaccinio-Piceetea*. Сосновые леса Украинского Полесья. *Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев)*. М.: Изд-во МГУ, 1986. С. 112–120.
3. Андрієнко Т. Л., Перегрим М. М. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України. Київ: Альтерпрес, 2012. 148 с.
4. Арепьева Л. А. Фитоценозы несанкционированных свалок на урбанизированных территориях Курской области. *Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета*. 2013. № 4 (28).
5. Багрикова Н. А. Антропоотолерантность сообществ и стратегия сорных видов в агроценозах Крыма. *Черноморск. бот. ж.* 2010. Вып. 6, № 4. С. 468–474.
6. Багрикова Н. А. Сорно-полевая растительность Крыма. К.: Фітосоціоцентр, 2004. 188 с.
7. Байрак О. М. Синтаксономія соснових лісів Лівобережного Придніпров'я та участь в них епігейних лишайників. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А*. 1997. Вип. 6. С. 85–92.
8. Байрак О. М. Флористична класифікація рослинного покриву Лівобережного Придніпров'я. *Укр. ботан. журн.* 1998. Вип. 55, № 2. С. 139–145.
9. Байрак О. М. Синтаксономія широколистяних лісів Лівобережного Придніпров'я. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А*. 1996. Вип. 3. С. 51–64.

10. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев: Изд-во КГУ, 1950. 264 с.
11. Білик Г. І. Рослинність Дністро-Бузького байрачного степу. *Бот. журнал АН УРСР*. 1948. Вип. 4. С. 56–57.
12. Брэдїс Є. М. Рослинність УРСР. Ліси. Київ: Наукова думка, 1971. 460 с.
13. Булохов А. Д. Травяная растительность юго-западного Нечерноземья России. Брянск: Изд-во БГУ, 2001. 296 с.
14. Булохов А. Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск: Изд-во БГУ, 2004. 245 с.
15. Булохов А. Д. Эколого-фитоценологическая структура дубовых лесов Южного Нечерноземья. *Современные леса Брянской области и рациональное природопользование: Сб. науч. труд.* Москва: МФГО СССР, 1989. С. 57–71.
16. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А., Сапегин Л. М., Дайнеко Н. М. Типология пойменных лугов долины реки Ипуть в пределах Брянской (Россия) и Гомельской (Республика Беларусь) областей. *Вестник Брянского государственного университета*. 2013. Вып. 4. С. 63–68.
17. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А. Ботанико-географические особенности ксеромезофитных широколиственных лесов союза *Quercion petraeae* Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960 Южного Нечерноземья России. *Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества*. 2013. Вып. 1, № 1. С. 10–24.
18. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А. Типификация и коррекция синтаксонов лесной растительности Южного Нечерноземья России и сопредельных регионов. *Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества*. 2015. Вып. 1, № 5. С. 26–32.
19. Булохов А. Д. Флористическое районирование и синтаксономия: проблема взаимосвязи. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Вып. 14, № 1–4. С. 978–981.

20. Булохов А. Д., Соломещ А. И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск: БГУ, 2003. 359 с.
21. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры. Киев: Наук. думка, 1991. 168 с.
22. Бурда Р. І., Ігнатюк О. А. Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі. К.: НЦЕБМ НАН України, 2011. 112 с.
23. Бурда Р. І. Тенденції змін різноманітності фітобіоти в сільськогосподарських ландшафтах рівнинної України. *Науковий вісник Національного аграрного ун-ту*. 2006. № 93. С. 1–15.
24. Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука, 1969. 232 с.
25. Вашеньяк Ю. А., Дідух Я. П. Лучна рослинність центральноподільського геоботанічного округу. *Вісник Чернівецького Університету. Біологічні системи*. 2011. Вип. 3, № 4. С. 356–370.
26. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России: Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 506 с.
27. Воробйов Є. О., Балашов Л. С., Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності Поліського природного заповідника. *Укр. фітоцен. зб. Сер. Б*. 1997. Вип. 1, № 8. С. 1–128.
28. Воробйов Є. О., Смоляр Н. О., Смаглюк О. Ю., Соломаха І. В. Нова асоціація ксеромезофільних дібров союзу *Aceri tatarici-Quercion* (клас *Quercetea pubescentis*) у басейні нижньої Сули. *Чорноморський ботан. журн.* 2017. Вип. 13, № 3. С. 295–305.
29. Воробьев Е. А. Новая ассоциация дубово-сосновых лесов союза *Quercion robori-petraeae* Br.-Вl. 1932 из Украинского Полесья. *Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества*. 2014. № 2 (4). С. 27–41.

30. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / Ред. О. В. Смирнова. Москва: Наука, 2004. 575 с.
31. Гаврильева Л. Д. Влияние режима антропогенной нагрузки на фитосоциологический состав и видовое разнообразие аласных сообществ. *Экология и рациональное природопользование*. 2005. Вып. 2. С. 72–74.
32. Гайова Ю. Ю., Коротченко І. А. Лісова рослинність з участю *Daphne genkwa* L. на території Черкасько-Чигиринського геоботанічного району. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23, № 7. С. 27–33.
33. Гальченко Н. П. Регіональний ландшафтний парк «Кременчуцькі плавні». Рослинний світ. *Природно-заповідні території України. Рослинний світ*. 2006. С. 176.
34. Гиляров А. М. Перестройка в экологии: от описания видимого к пониманию скрытого. *Вестник Российской академии наук*. 2005. Вип. 75, № 3. С. 214–223.
35. Голик Г. М., Гончаренко І. В. Синтаксономія деревної рослинності м. Київ, її синфітоіндикаційний аналіз та антропогенна трансформація. *Екологія та ноосферологія*. 2017. Вип. 28, № 1–2. С. 49–63.
36. Голованов Я. М., Абрамова Л. М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). IV. Синантропная растительность (классы *Polygono arenastri-Poëtea annuae*, *Galio-Urticetea*, *Robinietea*). *Растительность России*. 2013. Вип. 22. С. 11–20.
37. Голуб В. Б., Бондарева В. В. Сообщества класса *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanić 1968 в долине Нижней Волги. *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2018. Вип. 12, № 3. С. 144–159.
38. Голуб В. Б., Бондарева В. В. Сообщества класса *Salicetea purpureae* в долине Нижней Волги. *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2017. Вип. 11, № 2. С. 21–57.
39. Гомля Л. М. Рослинність долини річки Хорол. *Укр. фітоцен. зб.* 2005. Вип. 22, № 1. С. 1–187.

40. Гончаренко И. В. Анализ ассоциированности видового состава фитоценозов (на примере хвойно-лесных и луговых сообществ). *Мат-ли конф. «Рослинність хвойних лісів України» (Київ, листопад 2003)*. Київ, 2003. С. 185–199.
41. Гончаренко И. В. Новый метод отбора информативных видов в классификации Браун-Бланке. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: Сер. Біологія*. 2007. Вип. 5, № 768. С. 116–120.
42. Гончаренко И. В. Оценка флористического сходства классов Браун-Бланке. *Природничий альманах: Сер. Біол. науки*. 2009. Вип. 12. С. 37–46.
43. Гончаренко И. В. Получение минимальной выборочной совокупности геоботанических описаний. *Мат-ли конф. «V ботанічні читання пам'яті Й. К. Пачоського» (Херсон, 28 вересня - 1 жовтня 2009)*. Херсон, 2009. С. 62–63.
44. Гончаренко И. В. Синтаксономический состав некоторых ценофлор Левобережной Лесостепи Украины. *Мат-ли конф. «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Кременець, 11-15 серпня 2009)*. Тернопіль, 2009. С. 104–105.
45. Гончаренко И. В. Фитоценотическое разнообразие на эдафических градиентах. *Промышленная ботаника*. 2007. Вып. 7. С. 119–127.
46. Гончаренко И. В. DRSA: алгоритм неиерархической кластеризации с использованием K-NN графа и его применение в классификации растительности. *Растительность России*. 2015. Вып. 27. С. 125–138.
47. Гончаренко И. В., Голик Г. Н. Классификация и фитоэкологическая оценка лесопарковой растительности г. Киева. *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2015. Вып. 9, № 4. С. 129–158.
48. Гончаренко И. В., Дидух Я. П. Моделирование потенциального флористического состава растительных сообществ. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2004. Вип. 1. С. 429–441.

49. Гончаренко І. В.; Pat. 58837 А.с. 58837 DRSA (distance-ranked sorting assembling) – метод сортуючого кластерного аналізу, assigned 26.02.15.
50. Гончаренко І. В. Аналіз рослинного покриву північно-східного Лісостепу України. 2003. 204 с.
51. Гончаренко І. В. Виділення геоелементів на основі кількісних критеріїв. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: Сер. Біологія*. 2008. Вип. 1, № 35. С. 7–15.
52. Гончаренко І. В. Визначення асоціацій в дискримінантному аналізі. *Науковий вісник Ужгородського університету: Сер. Біологія*. 2003. Вип. 12. С. 22–26.
53. Гончаренко І. В. Використання методів нечіткої логіки в класифікації рослинності. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2007. Вип. 1. С. 236–247.
54. Гончаренко І. В. Використання центроїдного методу в ординації угруповань. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2003. Вип. 1. С. 281–287.
55. Гончаренко І. В. Вимірювання відстаней в екологічному просторі та класифікація фітоценозів. *Мат-ли конф. «Проблеми сучасної екології» (Запоріжжя, 24-26 червня 2002)*. Запоріжжя, 2002. С. 42.
56. Гончаренко І. В. Екологічний аналіз місцезростань широколистяних лісів урочища Феофанія. *Мат-ли конф. «Биоразнообразие и устойчивое развитие» (Симферополь, 15-19 сентября 2014)*. Симферополь, 2014. С. 89–91.
57. Гончаренко І. В. Завдання кількісних та флористичних підходів у фітоценології. *Мат-ли конф. «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 29 березня - 01 квітня 2007)*. Запоріжжя, 2007. С. 22–25.

58. Гончаренко І. В. Застосування методу DRSA – непараметричного кластерного аналізу в класифікації рослинності. *Укр. ботан. журн.* 2016. Вип. 73, № 6. С. 568–578.
59. Гончаренко І. В. Інтерпретація факторної моделі в фітоценології з використанням даних фітоіндикації. *Питання біоіндикації та екології.* 2002. Вип. 7, № 2–3. С. 17–25.
60. Гончаренко І. В. Кількісні закономірності зміни видового складу синтаксонів. *Мат-ли конф. «Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука» (Київ, 10-13 листопада 2002).* Київ, 2002. С. 89–93.
61. Гончаренко І. В. Лучна рослинність північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України. *Укр. ботан. журн.* 2000. Вип. 57, № 6. С. 669–676.
62. Гончаренко І. В. Метод оцінки репрезентативності видового складу синтаксонів. *Укр. ботан. журн.* 2004. Вип. 61, № 1. С. 124–132.
63. Гончаренко І. В. Метод «сортуючої» кластеризації (DRSA) для класифікації рослинності. *Доповіді НАН України.* 2015. Вип. 9. С. 129–136.
64. Гончаренко І. В. Методичні аспекти еколого-флористичної класифікації. *Зб. праць Сумського держ. педагог. ін-ту: Сер. Природничі науки.* 2003. Вип. 2. С. 56–67.
65. Гончаренко І. В. Модульна організація баз даних для цілей фітоценотичного аналізу. *Екологія та ноосферологія.* 2008. Вип. 19, № 1–2. С. 31–44.
66. Гончаренко І. В. Оцінка екології рослинних угруповань за фітоценотичним спектром. *Мат-ли конф. «Сучасні проблеми екології» (Запоріжжя, 28 - 30 вересня 2005).* Запоріжжя, 2005. С. 90–93.
67. Гончаренко І. В. Оцінка якості фітоценотичної класифікації (теоретико-методичний аспект). *Чорноморський ботанічний журнал.* 2016. Вип. 12, № 1. С. 41–50.

68. Гончаренко І. В. Переваги використання методу сортуючої кластеризації (DRSA) в класифікації рослинності. *Мат-ли конф. «Класифікація рослинності та біотопів України як наукова основа збереження біорізноманіття» (Київ, 14-15 березня 2016)*. Київ, 2017. С. 38–45.
69. Гончаренко І. В. Поняття про ценотичну диференціацію та її аналіз. *Мат-ли конф. «Актуальні проблеми флористики, систематики, екології та збереження фіторізноманіття» (Львів, 6-10 серпня 2002)*. Львів, 2002. С. 70–72.
70. Гончаренко І. В. Принципи побудови і ревізії макросинтаксономічної системи. СумДПУ, 2007. 141 с. ISBN 966-698-087-8.
71. Гончаренко І. В. Розпізнавання синтаксономічної належності фітоценозів за фітоіндикаційними даними. *Екологія та ноосферологія*. 2002. Вип. 12, № 3–4. С. 41–46.
72. Гончаренко І. В. Рослинність заказника «Підліснівський» та її фітоіндикаційний аналіз. *Український фітоценотичний збірник: Сер. С. Фітоєкологія*. 2003. Вип. 1, № 20. С. 98–102.
73. Гончаренко І. В. Синтаксономічний та географічний аналіз лучної рослинності Лівобережного Лісостепу (вологі та мезофітні луки). *Вісн. Донець. ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2009. Вип. 1. С. 346–360.
74. Гончаренко І. В. Умови зростання широколистяних лісів на різних типах рельєфу Лівобережного Лісостепу. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Сер. Біологія*. 2002. Вип. 38. С. 41–43.
75. Гончаренко І. В. Універсалізація номенклатури та класифікації рослинності на основі геоекологічних кодів. *Мат-ли конф. «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Київ, 17-20 вересня 2007)*. Київ, 2007. С. 136–137.
76. Гончаренко І. В. Фітоіндикаційний моніторинг рослинності (загальна концепція). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного*

- університету імені Володимира Гнатюка: Сер. Біологія. 2002. Вип. 4, № 19. С. 5–9.
77. Гончаренко І. В. Фітоіндикаційні оцінки у алгоритмах машинного навчання (на прикладі дерев класифікації у середовищі R). *Мат-ли конф. «XIV з'їзд Українського ботанічного товариства» (Київ, 25–26 квітня 2017)*. Київ, 2017. С. 39.
78. Гончаренко І. В. Фітоіндикація антропогенного навантаження. Дніпро: Середняк, 2017. 127 с. ISBN 978-617-7479-74-0.
79. Гончаренко І. В. Флористична класифікація лісів Лісостепової Сумщини. *Український фітоценотичний збірник: Сер. А. Фітосоціологія*. 2001. Вип. 1, № 17. С. 3–17.
80. Гончаренко І. В. Флористичний аналіз геоботанічних одиниць – ценофлора. *Мат-ли конф. «Актуальні проблеми дослідження та збереження фіторізноманіття» (Умань, 6-9 вересня 2005)*. Київ, 2005. С. 83–84.
81. Гончаренко І. В., Голик Г. М. Екологічний аналіз місцезростань лісової рослинності парків «Нивки» та «Теремки» м. Києва. *Екологія та ноосферологія*. 2014. Вип. 26, № 3–4. С. 53–68.
82. Гончаренко І. В., Дідух Я. П. Поняття про загальну та мінімальну екологічну амплітуду синтаксонів. *Наукові записки НАУКМА: Сер. Біологія та екологія*. 2002. Вип. 20. С. 57–61.
83. Гончаренко І. В., Ігнатюк О. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Лісова рослинність урочища Феофанія та її антропогенна трансформація. *Екологія та ноосферологія*. 2013. Вип. 24, № 3–4. С. 51–63.
84. Гончаренко І. В., Сенчило О. О., Дідух Я. П. Методика кількісної оцінки фітоценозів за фітосоціологічним спектром. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Вип. 9, № 4. С. 485–496.
85. Горчаковский П. Л. Антропогенные изменения растительности: Мониторинг, оценка, прогнозирование. *Экология*. 1984. Вып. 5. С. 3–16.

86. Горчаковский П. Л., Козлова Е. В. Синантропизация растительного покрова в условиях заповедного режима. *Экология*. 1998. Вып. 3. С. 171–177.
87. Горчаковский П. Л. Широколиственные леса и их место в растительном покрове Южного Урала. Москва: Наука, 1972. 146 с.
88. Грибова С. А., Исаченко Т. И., Лавренко Е. М. Растительность европейской части СССР. Ленинград: Наука, 1980. 480 с.
89. Гринь Ф. О. Про нові знахідки та умови виростання *Veronica umbrosa* М.В. На Донецькому кряжі. *Бот. журн. АН УРСР*. 1940. Вип. 1, № 2. С. 281–295.
90. Гринь Ф. О. Нарис лісової рослинності Тернопільської області. *Укр. ботан. журн.* 1950. Вип. 7, № 1. С. 34–50.
91. Гусев А. П., Андрушко С. В. Антропогенная трансформация геосистем юго-востока Белоруссии в XVIII–XX веках: Ландшафтно-экологический анализ. *Географический вестник*. 2012. Вып. 3, № 22. С. 15–20.
92. Гусев А. П., Соколов А. С. Информационно-аналитическая система для оценки антропогенной нарушенности лесных ландшафтов. *Вестник Томского государственного университета*. 2008. № 309. С. 176–179.
93. Дистель Р. Теория графов. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2002. 336 с.
94. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ: Наук. думка, 2012. 344 с.
95. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. К.: Ін-т ботаніки НАН України, 1994. 280 с.
96. Дідух Я., Четвертних І., Боратинський А. Синфітоіндикаційна оцінка рослинності північного макросхилу Татр і прилеглих територій. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2014. Вип. 67. С. 35–47.
97. Дідух Я. П. Сучасні уявлення про еконішу і підходи до її оцінки. *Наукові записки НаУКМА. Сер. Біологія та екологія*. 2012. Вип. 132. С. 41–48.

98. Дідух Я. П., Вашеняк Ю. А. Синфітоіндикаційна оцінка рослинних угруповань Центральноподільського геоботанічного округу. *Український ботанічний журнал*. 2011. Вип. 68, № 4. С. 491–506.
99. Дубына Д. В., Дзюба Т. П. Синтаксономическое разнообразие растительности устьевой области Днепра. I. Классы *Scorzonero-Juncetea gerardii* Golub et al. 2001, *Festuco-Puccinellietea* Soo 1968, *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937. *Растительность России*. 2007. Вып. 10. С. 7–22.
100. Дубына Д., Дзюба Т. Синтаксономическое разнообразие растительности устьевой области Днепра. VI. Классы *Salicetea purpureae*, *Alnetea glutinosae*. *Растительность России*. 2014. Вып. 25. С. 13–29.
101. Ермаков Н. Б., Королюк А. Ю., Лашинский Н. Н. Флористическая классификация мезофильных травяных лесов Южной Сибири. Новосибирск: 1991. 96 с.
102. Ермаков Н. Б. Анализ состава ценофлор континентальных гемибореальных лесов Северной Азии. *Turczaninowia*. 2006. Вып. 9, № 4. С. 5–92.
103. Заверуха Б. Сосудистые растения. *Природа Украинской ССР: Растительный мир*. Киев: Наукова думка, 1985. С. 20–46.
104. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: Современное состояние, точки роста. Сумы: Унив. книга, 2009. 263 с.
105. Злобин Ю. А. Основные тенденции развития эколого-функциональных классификаций растений. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Вып. 14, № 1–6. С. 1470–1472.
106. Зозулин Г. М. Исторические свиты растительности европейской части СССР. *Бот. журн.* 1973. Вып. 58, № 8. С. 1081–1092.
107. Зосимова Э. Е. Рекреационные ресурсы пригородной зоны как объекты развития природного туризма. *Проблемы региональной экологии*. 2006. № 6. С. 125–131.

108. Ильминских Н. Г. Эколого-географическая структура городской флоры. *Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. Материалы 3-го раб. совещ. по сравнительной флористике (Кунгур, 1988 г.)*. СПб.: 1994. С. 269–276.
109. Ишбирдина Л. М., Ишбирдин А. Р. Урбанизация как фактор антропогенной эволюции флоры и растительности. *Журн. общ. биол.* 1992. Вып. 53, № 2. С. 211–223.
110. Ишбирдина Л. М., Ишбирдин А. Р., Анищенко И. Е. О некоторых новых синантропных сообществах города Уфы. Москва: Деп. в ВИНТИ, 1989.
111. Казанская Н. С., Ланина В. В. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г.Москвы в связи с вопросом организации территорий массового отдыха и туризма. М.: 1975. 68 с.
112. Клеопов Ю. Д. Рослинне вкриття південно-західної частини Донецького кряжа. *Вісн. Київ. ботан. саду.* 1933. Вип. 15. С. 9–162.
113. Клеопов Ю. Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Киев: Наук. думка, 1990. 355 с.
114. Кожевникова М. В., Прохоров В. Е., Рогова Т. В. Сообщества ксеромезофитных широколиственных лесов республики Татарстан в иерархии синтаксонов системы Браун-Бланке. *Ученые записки Казанского университета. Серия Естеств. науки.* 2018. Вып. 160, № 3. С. 445–458.
115. Козир М. С. Геоботанічна характеристика заплавних лук нижньої течії р. Сейм. *Укр. ботан. журн.* 2008. Вип. 65, № 5. С. 656–665.
116. Козир М. С., Жигаленко О. А., Калита Г. О. Луки заплавних комплексів м. Київ. *Чорноморськ. бот. ж.* 2017. Вип. 13, № 1. С. 57–71.
117. Козир М. С., Якушенко Д. М., Подорожний Д. С. Еколого-ценотична характеристика *Iris sibirica* L. у заплаві р. Сейм. *Інтродукція рослин.* 2008. Вип. 4. С. 51–58.

118. Косман Є. Г., Сіренко І. П., Соломаха В. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Новий комп'ютерний метод обробки описів рослинних угруповань. *Укр. ботан. журн.* 1991. Вип. 48, № 2. С. 98–104.
119. Котов М. І., Карнаух Є. Д. Рослинність заповідників Сталінської області. *Ботан. журн. АН УРСР.* 1940. Вип. 1, № 3–4. С. 335–352.
120. Куземко А. А. Синтаксономія лучної рослинності заплави середньої та нижньої течії р. Рось. *Український фітоценологічний збірник. Сер. А.* 1999. Вип. 3, № 14. С. 122–139.
121. Куземко А. А., Козир М. С. Синтаксономічні зміни лучної рослинності заплави річки Сейм на території України. *Укр. ботан. журн.* 2011. Вип. 68, № 2. С. 216–226.
122. Куземко А. А. Клас *Molinio-Arrhenatheretea*. *Продромус рослинності України*. Київ: Наукова думка, 2019. С. 205–233.
123. Куземко А. А. Лісова рослинність долини р. Рось. I. Клас *Vaccinio-Piceetea*. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А.* 2001. Вип. 17, № 1. С. 53–65.
124. Куземко А. А. Лучна рослинність. Клас *Molinio-Arrhenatheretea*. / Ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. Київ: Фітосоціоцентр, 2009. 386 с.
125. Кузьменко А. Сообщества термофильных дубрав на территории моренных и водно-ледниковых ландшафтов северо-запада Брянской области. *Вестник Брянского государственного университета.* 2012. Вып. 4, № 1. С. 116–119.
126. Кучер О. О. Історичний огляд основних класифікацій видів адвентивних рослин. *Біологічні студії.* 2014. Вип. 8, № 1. С. 247–254.
127. Лукаш О. В., Рак О. О., Подорожний Д. С. Види *Iridaceae* Juss. у заплаві Десни. *Український ботанічний журнал.* 2007. Вип. 64, № 3. С. 382–392.
128. Любченко В. М., Олефіренко В. В., Стригун А. В. Синтаксономія грабових лісів Середнього Придніпров'я. *Укр. фітоцен. зб.* 1997. Вип. 2, № 7. С. 28–38.

129. Мандель И. Кластерный анализ. Москва: Финансы и статистика, 1988. 176 с.
130. Мартыненко В. Б., Миркин Б. М. О формальных и неформальных оценках флористического разнообразия (на примере сосняков Южного Урала). *Экология*. 2003. Вып. 5. С. 336–340.
131. Мартыненко В., Широких П., Мулдашев А., Соломещ А. О новой ассоциации остепненных дубрав на Южном Урале. *Растительность России*. 2008. Вып. 13. С. 49–60.
132. Мартыненко В. Б., Ямалов С. М., Жигунов О. Ю., Филинов А. А. Растительность государственного природного заповедника Шульган-Таш. Уфа: Гилем, 2005. 272 с.
133. Миркин Б. М. Современное состояние и тенденции развития классификации растительности методом Браун-Бланке. *Итоги науки и техники. Ботаника*. 1989. Вып. 9. С. 1–128.
134. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Краткий энциклопедический словарь науки о растительности. Уфа: Гилем, 2014. 288 с.
135. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Метод классификации растительности по Браун-Бланке в России. *Журн. общ. биологии*. 2009. Вып. 70, № 1. С. 66–77.
136. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Синтаксономия растительности России: вчера, сегодня, завтра. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Вып. 14, № 1–4. С. 937–941.
137. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Мартыненко В. Б., Широких П. С. Вклад синтаксономии на основе подхода Браун-Бланке в изучение сукцессий растительных сообществ. *Экология*. 2015. Вып. 46, № 4. С. 303–308.
138. Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Количественные методы классификации, ординации и геоботанической индикации. *Итоги науки и техники. Ботаника*. М.: ВИНТИ, 1979. С. 71–137.

139. Миркин Б. М., Ямалов С. М., Баянов А. В., Сайфуллина Н. М. Использование синтаксономии для изучения антропогенной динамики растительности. *Растительность России*. 2012. № 20. С. 11–20.
140. Миркин Б. М., Мартыненко В. Б., Алибаев Ф. Х., Баишева Э. З., Горичев Ю. П., Давыдычев А. Н., Мулдашев А. А., Широких П. С., Ямалов С. М. Флора и растительность Южно-Уральского государственного природного заповедника. Уфа: Гилем, 2008.
141. Миркин Б. М., Мартыненко В. Б., Баишева Э. З., Мулдашев А. А., Султангареева Л. А., Урбанавичюс Г. П., Урбанавичене И. Н., Широких П. С., Якупов И. И., Ямалов С. М. Флора и растительность Национального парка "Башкирия". Уфа: Гилем, 2010. 512 с.
142. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: Гилем, 2012. 488 с.
143. Морозова О. В. Леса заповедника «Брянский лес» и Неруссо-Деснянского Полесья. Брянск: 1999. 98 с.
144. Назаренко Н. М., Куземко А. А. Синтаксони рослинності листяних лісів Північного Степу України. *Наук. доповіді НУБІП*. 2011. № 2. С. 24.
145. Онищенко В. А., Прядко О. І., Арап Р. Я., Дацюк В. В. Світлі дубові ліси Святошинсько-Біличанського відділення НПП «Голосіївський». *Природоохороні території в минулому, сучасному й майбутньому світі (до 130-річчя створення "Пам'ятки Пеняцької" – першої природоохоронної території у Європі): Мат-ли Другої міжнародної конференції (Львів – Броди – Пеняки, 26–27 жовтня 2016 року)*. Львів, 2016. С. 26–27.
146. Онищенко В. А. Флористична класифікація рослинності Українського Полісся. *Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона*. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. С. 43–84.
147. Онищенко В. А., Дьякова О. В., Карпенко Ю. О. Лісова рослинність урочищ Теплинська дача і Маяцька дача (національний природний парк «Святі гори»). *Чорноморськ. бот. журн.* 2007. Вип. 3, № 2. С. 88–99.

148. Орлов О. О., Якушенко Д. М. Рослинний покрив проектованого Коростишівського національного природного парку. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 180 с.
149. Панченко С. М. Світлі дубові ліси на північному сході України, особливості їх динаміки та питання охорони. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2015. № 70. С. 47–58.
150. Панченко С. М. Лесная растительность национального природного парка «Деснянско-Старогутский». Сумы: Университетская книга, 2013. 312 с.
151. Пестряков Б. Н., Черосов М. М., Ишбирдин А. Р., Гоголева П. А. Гемеробиальность растительных сообществ Якутии (опыт корректировки методики). *Отечественная геоботаника: Основные вехи и перспективы: Мат. всерос. науч. конф.: Санкт-Петербург*. 2011. С. 436–439.
152. Пестряков Б. Н., Черосов М. М., Ишбирдин А. Р. Гемеробиальность растений Якутии. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2011. Вып. 15/1, № 9 (104). С. 131–135.
153. Пестряков Б. Н., Ишбирдин А. Р. Анализ парциальных флор прибрежно-водных и водных сообществ Якутии по степеням гемеробии. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Вып. 14, № 1–7. С. 1812–1815.
154. Посохов П. П. Особливості складу дібров Одеської області. *Укр. ботан. журн*. 1965. Вип. 22, № 3. С. 60–67.
155. Продромус рослинності України / Ред. Д. В. Дубина, Т. П. Дзюба. Київ: Ін-т ботаніки НАН України, 2019. 782 с. ISBN 978-966-00-1666-8.
156. Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Киев: Наук. думка, 1991. 202 с.

157. Протопопова В. В., Шевера М. В. Фітоінвазії. II. Аналіз основних класифікацій, схем і моделей. *Промышленная ботаника*. 2012. № 12. С. 88–95.
158. Работнов Т. А. Изучение ценологических популяций в целях выяснения «стратегии жизни» видов растений. *Бюлл. МОИП. Отд. биол.* 1975. Вып. 80, № 2. С. 5–17.
159. Раков Н. С., Сенатор С. А. Лесостепной флористический комплекс урочища Сиуч (Ульяновское Предволжье). *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. 2010. Вып. 19, № 4. С. 72–97.
160. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
161. Раменский Л. Г. Основные закономерности растительного покрова и их изучение. *Вестн. опытного дела Средне-Чернозёмной области*. Воронеж: Обл. ред. изд. комитета НКЗ, 1924. С. 37–73.
162. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
163. Растительный покров СССР / Ред. Е. М. Лавренко, В. Б. Сочава. Москва: Изд-во Академии наук СССР, 1956. 460 с.
164. Розенберг Г. С. Полю Жаккар и сходство экологических объектов. *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. 2012. Вып. 21, № 1. С. 190–202.
165. Сакало Д. И. Экологическая природа степной растительности Евразии и ее происхождение. *Мат-лы по истории флоры и растит. СССР*. 1963. № 4. С. 407–425.
166. Сакало Д. И. Про кальцефілну природу степової флори Європейської частини СРСР. *Ботан. журнал. УРСР*. 1955. Вип. 12, № 2. С. 83–87.
167. Санданов Д. В., Найданов Б. Б. Пространственное моделирование ареалов восточно-азиатских видов растений: современное состояние и

- динамика под влиянием климатических изменений. *Растительный мир Азиатской России*. 2015. Вып. 3, № 19. С. 30–35.
168. Сапегин Л. М., Дайнеко Н. М., Тимофеев С. Ф. Синтаксономия, геоботаническая характеристика и продуктивность травостоя пойменных лугов р. Сож пригорода г. Гомеля. *Природничий альманах: зб. наук. праць. Біологічні науки*. 2009. Вип. 12. С. 227–242.
169. Семенищенков Ю. А., Панченко С. М. Эколого-флористическая дифференциация ценофлор ксеромезофитных лесов порядка *Quercetalia rubescenti-petraeae* Klika 1933 в бассейне Средней Десны (Россия, Украина). *Флора и растительность Центрального Черноземья - 2012: Материалы науч. конф., г. Курск, 6 апреля 2012 г.* Курск, 2012. С. 142–150.
170. Семенищенков Ю. А., Телеганова В. В. Синтаксономия и экология ксеромезофитных дубрав долины Оки в пределах Калужской области. *Ученые записки Орловского гос. ун-та*. 2013. Вып. 3, № 53. С. 132–138.
171. Семенищенков Ю. А. Ацидофитные широколиственные леса бассейна Верхнего Днепра: ботанико-географические особенности и проблемы синтаксономии. *Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества*. 2018. № 1 (13). С. 52–69.
172. Семенищенков Ю. А., Полуянов А. В. Остепненные широколиственные леса союза *Aceri tatarici-Quercion Zólyomi* 1957 на Среднерусской возвышенности. *Растительность России*. 2014. № 24. С. 101–123.
173. Семенищенков Ю. А. Дискуссионные вопросы синтаксономии ксеромезофитных широколиственных лесов Юго-Западного Нечерноземья России. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Вып. 14, № 1(4). С. 1117–1120.
174. Семенищенков Ю. А. Сообщества союза *Aceri tatarici-Quercion roboris* Zólyomi et Jakucs ex Jakucs 1960 в бассейне реки Ворсклы (Белгородская область). *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология*. 2012. № 28. С. 54–62.

175. Семенищенков Ю. А. Фитоценотическое разнообразие Судость-Деснянского междуречья. Брянск: РИО БГУ, 2009. 400 с.
176. Семкин Б. И., Двойченков В. И. Об эквивалентности мер сходства и различия. *Исследование систем*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973. С. 18–43.
177. Сенчило О. О., Воробйов Є. О., Шевчик В. Л., Соломаха І. В. Деревно-чагарникова рослинність острова Просеред. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А*. 1999. Вип. 3, № 3–14. С. 58–67.
178. Сенчило О. О., Шевчик В. Л., Соломаха В. А. Синтаксономія лучного масиву в заплаві Дніпра у верхів'ї Кременчуцького водосховища. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А*. 1997. Вип. 2, № 7. С. 39–49.
179. Сенчило О. О., Шевчик В. Л., Соломаха І. В. Рослинність острова Собачого Кременчуцького водосховища. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А*. 1998. № 1–9. С. 21–29.
180. Сенчило О. О. Рослинність заплави Дніпра у межах Лісостепу. Київ: Дис... канд. біол. наук: 03.00.05 - ботаніка; Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2009. 169 с.
181. Сенчило О. О., Гончаренко І. В. Методологія характеристики синтаксонів як багатопараметричних систем. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2008. Вип. 2. С. 344–357.
182. Сенчило О. О., Гончаренко І. В. Isoeto-Nanojuncetea межених оголень Лісостепоного Дніпра. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2008. Вип. 2. С. 334–344.
183. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.
184. Сипайлова Л. М., Міркін Б. М., Шеляг-Сосонко Ю. Р., Соломаха В. А. Нові союзи *Agrostion vinealis* та *Festucion pratensis* лучної рослинності. *Укр. ботан. журн.* 1985. Вип. 42, № 4. С. 13–18.

185. Сипайлова Л. М., Соломаха В. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Синтаксономічні зміни лучної рослинності заплави р. Десни. *Укр. ботан. журн.* 1987. Вип. 44, № 5. С. 48–52.
186. Сипайлова Л. М., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Лучна рослинність заплав річок рівнинної частини України. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А.* 1996. Вип. 1. С. 28–40.
187. Смаглюк О. Класифікація листяних угруповань класу *Robinietaea* Jurko ex Nadač et Sofron 1980 басейну нижньої Сули. *Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки.* 2016. № 2. С. 89–98.
188. Соболев Л. Н. Методика эколого-типологического исследования земель применительно к горным районам Средней Азии и Казахстана. Фрунзе: Илым, 1978. 112 с.
189. Соколова Т. А. Классификация аренных дубрав Казанско-Вешенского песчаного массива. *Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: Мат. Всеросс. конф. (Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2011 г.)*. 2011. С. 254–257.
190. Соколова Т. Проблема классификации растительности аренных дубрав на Севере Ростовской области. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.* 2011. Вып. 3. С. 32–38.
191. Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності України. Третье приближення. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 296 с.
192. Соломаха В. А. Флористична класифікація лучної рослинності р. Ворскли. *Укр. ботан. журн.* 1981. Вип. 38, № 6. С. 66–69.
193. Соломаха В. А., Костильов О. В., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Синантропна рослинність України. К.: Наук. думка, 1992. 252 с.
194. Соломаха І. В., Сенчило О. О., Воробйов Є. О. Лісова рослинність урочища «Жуків хутір». *Український фітоценологічний збірник, Серія А Фітосоціологія.* 1996. Вип. 3. С. 63–78.

195. Соломаха І. В., Сенчило О. О., Колот О. М., Войтюк Б. Ю. Лісова рослинність Чорнухинщини (Полтавська обл.). *Укр. фітоцен. зб. Сер. А.* 1997. № 2–7. С. 80–88.
196. Соломаха І. В., Воробйов Є. О., Мойсієнко І. І. Рослинний покрив лісів та чагарників Північного Причорномор'я. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. 387 с.
197. Соломаха І. В., Шевчик В. Л., Соломаха В. А. Огляд вищих одиниць рослинності України за методом Браун-Бланке та їх діагностичні види. Київ: Фітосоціоцентр, 2017. 116 с.
198. Соломещ А. И., Григорьев И. Н., Хазиахметов Р. М. Синтаксономия лесов Южного Урала. III. Порядок *Quercetalia rubescentis*. М.: 1989. 51 с.
199. Соломещ А. И., Григорьев И. Н., Мулдашев А. А., Алимбекова Л. М. Растительный покров хребта Шайтан-Тау. *Дубравная лесостепь на хребте Шайтан-Тау и вопросы ее охраны*. Уфа: Уфимский научный центр РАН, 1994. С. 27–96.
200. Терентьев П. В. Дальнейшее развитие метода корреляционных плеяд. *Применение математических методов в биологии*. Л.: Изд-во ЛГУ, 1960. С. 27–36.
201. Тертишний А. П., Якубенко Б. Є. Лучна рослинність північної частини Лівобережного Лісостепу України. К.: Спринт Принт, 2013. 521 с.
202. Ткачик В. П. Рослинність заповідника «Розточчя»: класифікація методом Браун-Бланке. Львів: Вид-во НТШ, 1998. 198 с. ISBN 966-7155-21-8.
203. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. Москва: Прогресс, 1980. 326 с.
204. Фіцайло Т. В. Лучна рослинність Київського плато. *Наук. основи збереження біотичної різноманітності*. 2003. Вип. 5. С. 187–205.
205. Хохряков А. Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике. *Бот. журн.* 2000. Вып. 85, № 5. С. 1–11.

206. Цаценкин И. А. Экологические шкалы для растений пастбищ и сенокосов горных и равнинных районов Средней Азии, Алтая и Урала. Душанбе: Изд-во «Донишъ», 1967. 226 с.
207. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.
208. Червона книга України. Рослинний світ / Ред. Я. П. Дідух. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
209. Шатовская Т. Б., Каменева И. В. Побудова графа зв'язності у алгоритмі кластеризації складних об'єктів. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2014. Вип. 1, № 29. С. 83–89.
210. Шатовская Т. Б., Ляховец А. В., Каменева И. В. Модификация алгоритма построения графа в алгоритме Хамелеон. *Штучний інтелект*. 2012. Вип. 3. С. 480–486.
211. Шатовська Т. Б., Онопрієнко О. І., Олійник М. Г. Модифікація алгоритму ієрархічної кластеризації Хамелеон на основі схожості об'єктів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. № 3 (4). С. 36–39.
212. Шевчик В. Л., Соломаха В. А., Войтюк Ю. О. Синтаксономія рослинності та список флори Канівського природного заповідника. *Укр. фітоцен. зб. Сер. Б*. 1996. Вип. 1. С. 1–119.
213. Шевчик В. Л., Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності островів Круглик та Шелестів Канівського природного заповідника. *Укр. фітоцен. зб. Сер. А*. 1996. Вип. 1. С. 12–27.
214. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Ліси формації дуба звичайного на території України та їх еволюція. Київ: Наук. думка, 1974. 240 с.
215. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дідух Я. П., Дубына Д. В., Костылев А. В., Попович С. Ю., Устименко П. М. Продромус растительности Украины. Киев: Наук. думка, 1991. 269 с.

216. Шитиков В. К., Зинченко Т. Д. Многомерный статистический анализ экологических сообществ (обзор). *Теоретические проблемы экологии*. 2019. Вып. 1. С. 5–11.
217. Ямалов С. М., Мартыненко В. Б., Абрамова Л. М., Голуб В. Б., Баишева Э. З., Баянов А. В. Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, 2012. 100 с. ISBN 978-5-7501-1377-4.
218. Ямалов С. М., Баянов А. В., Сайфуллина Н. М., Хазиахметов Р. М., Миркин Б. М. Использование фитосоциологического спектра для изучения антропогенной динамики растительности. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2012. Вып. 14, № 1–5. С. 1420–1424.
219. Ямалов С. М. Настоящие луга порядка *Arrhenatheretalia* R. Тх. 1931 в Республике Башкортостан. *Растительность России*. 2005. № 7. С. 97–111.
220. Adamowski W. Naturalization of *Acer negundo* in the environs of Novosibirsk (West Siberia). *Phytocoenosis*. 1991. Vol. 3. P. 41–42.
221. Aho K., Roberts D. W., Weaver T. Using geometric and non-geometric internal evaluators to compare eight vegetation classification methods. *Journal of Vegetation Science*. 2008. Vol. 19, № 4. P. 549–562.
222. Balátová-Tuláckova E. Beitrag zur Kenntnis der Tschechoslowakischen Cnidion venosi-Wiesen. *Vegetatio*. 1969. Vol. 17. P. 200–297.
223. Barkman J. Fidelity and character-species, a critical evaluation. *Vegetatio*. 1989. Vol. 85, № 1–2. P. 105–116.
224. Batanjski V., Kabaš E., Kuzmanović N., Vukojičić S., Lakušić D., Jovanović S. New invasive forest communities in the riparian fragile habitats – the case study from Ramsar site Carska bara (Vojvodina, Serbia). *Šumarski List*. 2015. Vol. 139, № 3–4. P. 155–168.
225. Belbin L., McDonald C. Comparing three classification strategies for use in ecology. *Journal of Vegetation Science*. 1993. Vol. 4, № 3. P. 341–348.

226. Bendiksby M., Thorbek L., Scheen A.-C., Lindqvist C., Ryding O. An updated phylogeny and classification of *Lamiaceae* subfamily *Lamioideae*. *Taxon*. 2011. Vol. 60, № 2. P. 471–484.
227. Birzniece I., Rusina S., Kuzemko A., Rašomavičius V. The alliances Arrhenatherion elatioris and Festucion pratensis in Eastern Europe: Geography and syntaxonomy. *Domestic geobotany: Main milestones and prospects*. St. Petersburg, 2011. C. 32–34.
228. Blasi C., Di Pietro R., Filesi L. Syntaxonomical revision of *Quercetalia pubescenti-petraeae* in the Italian Peninsula. *Fitosociologia*. 2004. Vol. 41, № 1. P. 87–164.
229. Blume H. P., Sukopp H. Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. *Schr. Reihe Vegetationskunde*. 1976. Vol. 10. P. 75–79.
230. Bøeuf R. Le référentiel des types forestiers d'Alsace: apports phytosociologiques. *Revue forestière française*. 2010. Vol. 62, № 3–4. P. 331–364.
231. Bohn U., Gollub G., Hettwer C., Weber H., Neuhäuslová Z., Raus T., Schlüter H. Karte der natürlichen Vegetation Europas / Map of the Natural Vegetation of Europe. Maßstab / Scale 1: 2,500,000. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN), Federal Agency for Nature Conservation, 2004.
232. Borhidi A. Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Botanica Hungarica*. 1995. Vol. 39, № 1–2. P. 97–181.
233. Borhidi A., Kevey B., Lendvai G., Seregélyes T. Plant communities of Hungary. Budapest: Akadémiai K, 2012. 544 p. ISBN 978-963-05-9278-9.
234. Borhidi A. Magyarország növénytársulásai = Hungarian Plant Communities. Budapest: Akadémiai Kiadó, 2003. 610 p.
235. Botta-Dukát Z., Borhidi A. New objective method for calculating fidelity. Example: the illyrian beechwoods. *Annali di Botanica*. 1999. Vol. 57. P. 73–90.

236. Botta-Dukát Z., Chytrý M., Hájková P., Havlová M. Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. *Preslia*. 2005. Vol. 77, № 1. P. 89–111.
237. Boublík K., Douda J., Hédl R., Chytrý M. Mezofilní a vlhké opadavé listnaté lesy (Carpino-Fagetea). Mesic and wet deciduous broad-leaved forests. *Vegetace České republiky. 4. Lesní a křovinná vegetace [Vegetation of the Czech Republic 4. Forest and shrub vegetation]*. / Ред. М. Chytrý. Praha: Academia, 2013. P. 194–295.
238. Braun-Blanquet J. Pflanzensozioologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Wien; New York: Springer-Verlag, 1964. 865 p.
239. Bray J. R., Curtis J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*. 1957. Vol. 27, № 4. P. 326–349.
240. Breiman L., Friedman J., Olshen R., Stone C. Classification and Regression Trees. Monterey, CA: Wadsworth and Brooks, 1984. 358 p.
241. Brock G., Pihur V., Datta S., Datta S. cIValid: An R Package for Cluster Validation. *Journal of Statistical Software*. 2008. Vol. 25, № 4. P. 1–22.
242. Bruelheide H. A new measure of fidelity and its application to defining species groups. *Journal of Vegetation Science*. 2000. Vol. 11, № 2. P. 167–178.
243. Bruelheide H., Flintrop T. Arranging phytosociological tables by species-relevé groups. *Journal of Vegetation Science*. 1994. Vol. 5, № 3. P. 311–316.
244. Brzeg A., Wika S. Świetlista dąbrowa *Potentillo albae-Quercetum* Libbert 1933 nom. invers. w środkowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Badania Fizjograficzne. Ser. B - Botanica*. 2017. Vol. 7. P. 7–38.
245. Buksha I., Pyvovar T., Buksha M. Vulnerability assessment of Eastern Ukrainian forests to climate change: case study on the base of GIS technology use. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2014. № 12. P. 30–37.
246. Calinski T., Harabasz J. A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics - Theory and Methods*. 1974. Vol. 3, № 1. P. 1–27.

247. Carlin J. Tutorial in biostatistics. Meta-analysis: formulating, evaluating, combining, and reporting by SL. T. Normand. *Statistics in Medicine*. 1999. Vol. 18. P. 321–359.
248. Čarni A., Košir P., Karadžić B., Matevski V., Redžić S., Škvorc Ž. Thermophilous deciduous forests in Southeastern Europe. *Plant Biosystems*. 2009. Vol. 143, № 1. P. 1–13.
249. Černý T., Šumberová K. TDE Deschampsion cespitosae Horvatić 1930. *Vegetace České republiky. 1. Travinná a keříčková vegetace [Vegetation of the Czech Republic. 1. Grassland and Heathland Vegetation]*. / Ред. М. Chytrý. Praha: Academia, 2007. P. 220–222.
250. Charrad M., Ghazzali N., Boiteau V., Niknafs A. NbClust: An R package for determining the relevant number of clusters in a data set. *Journal of Statistical Software*. 2014. Vol. 61, № 6. P. 1–36.
251. Churilov A., Goncharenko I., Kravchenko O., Kovalevskyi S. B., Marchuk Y., Maevskyi K., Kovalevskyi S., Marchuk O., Shevchuk M., Dubchak M. Phytoindicative assessment and analysis of vegetation in disturbed areas after illegal amber mining in the Western Polissya of Ukraine. *Forestry ideas*. 2020. Vol. 26, № 1. P. 191–208.
252. Chytrý M. Thermophilous oak forests in the Czech Republic: Syntaxonomical revision of the Quercetalia pubescenti-petraeae. *Folia Geobotanica*. 1997. Vol. 32, № 3. P. 221–258.
253. Chytrý M., Douda J., Roleček J., Sádlo J., Boublík K., Hédl R., Vítková M., Zelený D., Navrátilová J., Neuhäuslová Z., Petřík P., Kolbek J., Lososová Z., Šumberová K., Hrivnák R. *Vegetace České republiky. 4., Lesní a křovinná vegetace*. Praha: Academia, 2013. 551 p.
254. Chytrý M., Horák J. Plant communities of the thermophilous oak forests in Moravia. *Preslia*. 1997. Vol. 68, № 3. P. 193–240.

255. Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát Z. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*. 2002. Vol. 13, № 1. P. 79–90.
256. Chytrý M., Tichý L. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Biologia*. 2003. Vol. 108. P. 1–231.
257. Chytrý M., Tichý L., Dřevojan P., Sádlo J., Zelený D. Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. *Preslia*. 2018. Vol. 90, № 2. P. 83–103.
258. Ciosek M. The ladybells *Adenophora liliifolia* (L.) Besser in forest near Kisielany (Siedlce Upland, E Poland). *Biodiversity, Research and Conservation*. 2006. Vol. 34. P. 324–328.
259. Cole L. C. The measurement of Interspecific associaton. *Ecology*. 1949. Vol. 30, № 4. P. 411–424.
260. Cover T., Hart P. Nearest neighbor pattern classification. *IEEE Transactions On Information Theory*. 1967. Vol. 13, № 1. P. 21–27.
261. Cramer H. Mathematical methods of statistics, Princeton, 1946. *Mathematical Reviews (MathSciNet): MR16588 Zentralblatt MATH*. 1950. Vol. 63. P. 300.
262. Dave R. N. Characterization and detection of noise in clustering. *Pattern Recognition Letters*. 1991. Vol. 12, № 11. P. 657–664.
263. De Cáceres M., Font X., Oliva F. Assessing species diagnostic value in large data sets: A comparison between phi-coefficient and Ochiai index. *Journal of Vegetation Science*. 2008. Vol. 19, № 6. P. 779–788.
264. De Cáceres M., Jansen F. Indicspecies: Relationship Between Species and Groups of Sites. R Package Version: 1.7.6. 2020.
265. De Cáceres M., Legendre P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*. 2009. Vol. 90, № 12. P. 3566–3574.

266. De Cáceres M., Legendre P., Moretti M. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*. 2010. Vol. 119, № 10. P. 1674–1684.
267. De Cáceres M., Legendre P., Wisser S. K., Brotons L. Using species combinations in indicator value analyses. *Methods in Ecology and Evolution*. 2012. Vol. 3, № 6. P. 973–982.
268. Dengler J. Entwicklung und Bewertung neuer Ansätze in der Pflanzensoziologie unter besonderer Berücksichtigung der Vegetationsklassifikation: [mit] 31 Tabellen. Nümbrecht: Galunder, 2003. 297 p. ISBN 978-3-89909-018-5.
269. Didukh Ya. P. The communities of the class *Quercetea pubescenti-petraeae* of the Crimean Mountains. *Ukrainskyi Fitotsenotychnyi Zbirnyk, Ser. A*. 1996. Vol. 1. P. 63–77.
270. Didukh Ya. P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.
271. Dinerstein E., Olson D., Joshi A., Vynne C., Burgess N. D., Wikramanayake E., Hahn N., Palminteri S., Hedao P., Noss R., Hansen M., Locke H., Ellis E. C., Jones B., Barber C. V., Hayes R., Kormos C., Martin V., Crist E., Sechrest W., Price L., Baillie J. E. M., Weeden D., Suckling K., Davis C., Sizer N., Moore R., Thau D., Birch T., Potapov P., Turubanova S., Tyukavina A., Souza N. de, Pinteá L., Brito J. C., Llewellyn O. A., Miller A. G., Patzelt A., Ghazanfar S. A., Timberlake J., Klöser H., Shennan-Farpón Y., Kindt R., Lillesø J.-P. B., Breugel P. van, Graudal L., Vogé M., Al-Shammari K. F., Saleem M. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *BioScience*. 2017. Vol. 67, № 6. P. 534–545.
272. Douda J., Boublík K., Slezák M., Biurrun I., Nociar J., Havrdová A., Doudová J., Acić S., Brisse H., Brunet J., Chytrý M., Claessens H., Csiky J., Didukh Y., Dimopoulos P., Dullinger S., FitzPatrick Ú., Guisan A., Horchler P. J., Hrivnák R., Jandt U., Kaçki Z., Kevey B., Landucci F., Lecomte H., Lenoir J., Paal J., Paternoster D., Pauli H., Pielech R., Rodwell J. S., Roelandt

- B., Svenning J.-C., Šibík J., Šilc U., Škvorc Ž., Tsiripidis I., Tzonev R. T., Wohlgemuth T., Zimmermann N. E. Vegetation classification and biogeography of European floodplain forests and alder carrs. *Applied Vegetation Science*. 2016. Vol. 19, № 1. P. 147–163.
273. Dufrêne M., Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*. 1997. Vol. 67, № 3. P. 345–366.
274. Dunn J. C. Well-Separated Clusters and Optimal Fuzzy Partitions. *Journal of Cybernetics*. 1974. Vol. 4, № 1. P. 95–104.
275. Elith J., Kearney M., Phillips S. The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*. 2010. Vol. 1, № 4. P. 330–342.
276. Elith J., Leathwick J. R. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*. 2009. Vol. 40. P. 677–697.
277. Elith J., Phillips S. J., Hastie T., Dudík M., Chee Y. E., Yates C. J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists: Statistical explanation of MaxEnt. *Diversity and Distributions*. 2011. Vol. 17, № 1. P. 43–57.
278. Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen spflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*. 1974. P. 1–97.
279. Ellenberg H., Weber H. E., Dull R., Wirth V., Werner W., Paulisen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*. Göttingen: Verlag Erich Goltze KG, 1991. P. 1–248.
280. European Environmental Agency Biogeographical regions. 2016.
281. Faliński J. B., Falińska K. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests: ecological studies in Białowieża Forest. Dordrecht ; Boston : Hingham, MA: Dr. W. Junk ; Distributors for the U.S. and Canada, Kluwer Academic Publishers, 1986. 537 p. ISBN 978-90-6193-534-6.
282. Falinski J. B. Invasive alien plants, vegetation dynamics and neophytism. *Phytocoenosis*. 1998. Vol. 10. P. 163–186.

283. Fick S. E., Hijmans R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*. 2017. Vol. 37, № 12. P. 4302–4315.
284. Fowlkes E. B., Mallows C. L. A method for comparing two hierarchical clusterings. *Journal of the American statistical association*. 1983. Vol. 78, № 383. P. 553–569.
285. Frank D., Klotz S. Biologisch-Ökologische Daten Zur Flora der DDR. Halle: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1990. 167 p.
286. Gauch Jr H. G., Whittaker R. H. Hierarchical classification of community data. *The Journal of Ecology*. 1981. P. 537–557.
287. Golub V. Communities of the *Asparago-Salicion albae* all. nova on the territory of the lower Volga valley. *Ukrainskyi Fitotsenotychnyi Zbirnyk, Ser. A*. 2001. Vol. 1. P. 17–28.
288. Golub V., Kuzmina E. The communities of cl. *Querco-Fagetea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937 of the Lower Volga Valley. *Feddes Repertorium*. 1997. Vol. 108, № 3–4. P. 205–218.
289. Goncharenko I., Kovalenko O. Oak forests of the class *Quercetea pubescentis* in Central-Eastern Ukraine. *Thaiszia - Journal of Botany*. 2019. Vol. 29, № 2. P. 191–215.
290. Goncharenko I., Kozyr M., Senchylo O. Classification of the floodplain meadows of the Seym and the Dnieper river valleys in the north-eastern part of Ukraine. *Biologia*. 2020. Vol. 75, № 1. P. 53–70.
291. Goncharenko I. V. Bioclimatic envelopes of ten European tree species. *Natural sciences: History, the present time, the future (Wrocław, Republic of Poland, September 27-28, 2019)*. Wrocław: Cuiavian University in Wrocław, 2019. C. 71–75.
292. Goncharenko I. V., Semenishchenkov Yu. A., Tsakalos J. L., Mucina L. Thermophilous oak forests of the steppe and forest-steppe zones of Ukraine and Western Russia. *Biologia*. 2020. Vol. 75, № 3. P. 337–353.

293. Goncharenko I. V., Senchylo O. O. The study of fidelity measures in the context of using them as a threshold criterion in the allocation of diagnostic species. *Ecologica Montenegrina*. 2020. Vol. 30. P. 28–36.
294. Goncharenko I. V., Yatsenko H. M. Phytosociological study of the forest vegetation of Kyiv urban area (Ukraine). *Hacquetia*. 2020. Vol. 19, № 1. P. 99–126.
295. Goodall D. W. Numerical classification. *Handbook of vegetation Science. Part V: Ordination and Classification of Vegetation.* / Ред. R. H. Whittaker. The Hague: Junk, 1973. P. 105–156.
296. Goodman L. A., Kruskal W. H. Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*. 1954. Vol. 49, № 268. P. 732–764.
297. Gordon A. D. Classification. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 1999. 256 p. ISBN 978-1-58488-013-4.
298. Gower J. C., Legendre P. Metric and Euclidean properties of dissimilarity coefficients. *Journal of Classification*. 1986. Vol. 3, № 1. P. 5–48.
299. Granato D., Ares G. Mathematical and statistical methods in food science and technology. Chichester, West Sussex, UK ; Hoboken, NJ: Wiley Blackwell, 2013. 536 p. ISBN 978-1-118-43453-6.
300. Grime J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*. 1977. Vol. 111. P. 1169–1194.
301. Halkidi M., Batistskis Y., Vazirgiannis. M. On clustering validation techniques. *Journal of Intelligent Information Systems*. 2001. Vol. 17, № 3. P. 107–145.
302. Halkidi M., Batistakis Y., Vazirgiannis M. On Clustering Validation Techniques. *Journal of Intelligent Information Systems*. 2001. Vol. 17, № 2/3. P. 107–145.

303. Hegedúsová Vantarová K., Škodová I. Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 5. Travinno-bylinná vegetácia. Bratislava: Veda, 2014. 581 p.
304. Hennekens S. MEGATAB: A visual editor for phytosociological tables. Giesen & Geurnt Ulft, 1996. 11 p.
305. Hennig C. fpc: Flexible Procedures for Clustering. R package version 2.2-3. 2019.
306. Hijmans R. J., Elith J. Species distribution modeling with R. *R CRAN Project*. 2017.
307. Hill M. O. TWINSPAN – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. New York: Cornell University, 1979. 90 p.
308. Hill M. O., Šmilauer P. TWINSPAN for Windows version 2.3. Huntingdon & České Budějovice: Centre for Ecology and Hydrology & University of South Bohemia, 2005. 29 p.
309. Hill M. O., Gauch Jr H. G. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. *Vegetatio*. 1980. Vol. 42, № 1–3. P. 47–58.
310. Hill M., Roy D., Thompson K. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. *Journal of Applied Ecology*. 2002. Vol. 39, № 5. P. 708–720.
311. Horváth A., Kevey B., Lendvai G., Simon G., Sonnevend I. Tatárjuharostölgyesek (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 1957) az Észak-Mezőföldön és a Zámolyi-medence környékén. *Botanikai Közlemények*. 2017. Vol. 104, № 1. P. 109–130.
312. Horvatić S. Soziologische Einheiten der Niederungswiesen in Kroatien und Slavonien. *Acta Botanica Croatica*. 1930. Vol. 5, № 1. P. 57–118.
313. Hubert L. J., Levin J. R. A general statistical framework for assessing categorical clustering in free recall. *Psychological Bulletin*. 1976. Vol. 83, № 6. P. 1072–1080.

314. Indreica A. On the occurrence in Romania of *Potentillo albae-Quercetum petraeae* Libbert 1933 association. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2011. Vol. 39, № 1. P. 297–306.
315. Issler E. Les associations silvatiques haut-rhinoises: Classification sociologique des Forêts du département du Haut-Rhin à l'exclusion du Sundgau et du Jura alsacien (avec une carte). *Bulletin de la Société Botanique de France*. 1926. Vol. 73, № 6. P. 62–141.
316. Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. *Bull Soc Vaudoise Sci Nat*. 1901. Vol. 37. P. 241–272.
317. Jakubowska-Gabara J. Decline of *Potentillo albae-Quercetum* Libb. 1933 phytocoenoses in Poland. *Vegetatio*. 1996. Vol. 124, № 1. P. 45–59.
318. Jakubowska-Gabara J. Zbiorowiska leśne powstałe w wyniku przemian zespołu 3 *Potentillo albae-Quercetum* Libb. 1933 w Polsce. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Botanica*. 2000. Vol. 15. P. 3–47.
319. Jakucs P. Nouveau classement cénologique des bois de chênes xéothermes (*Quercetea pubescenti-petraeae* cl. nova) de l'Europe. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 1960. Vol. 6. P. 267–303.
320. Jakucs P. Die phytozoölogischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südomiteuropas. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1961. 313 p.
321. Jalas J. Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. *Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica*. 1955. Vol. 72, № 11. P. 1–15.
322. Jarolimek I., Šibík J. Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia. Bratislava: Veda, 2008. 332 p. ISBN 978-80-224-1024-3.
323. Jarolimek I., Šibík J., Hegedúšová Vantarová K., Janišová M., Kliment J., Kučera P., Májeková J., Michálková D., Sadloňová J., Šibíková I., Škodová I., Uhlířová J., Ujházy K., Ujházyová M., Valachovič M., Zaliberová M. A list of

- vegetation units of Slovakia. *Diagnostic, constant and dominant species of higher vegetation units of Slovakia*. Bratislava: Veda, 2008. P. 295–329.
324. Jiang N., Zhou Z., Yang J.-B., Zhang S.-D., Guan K.-Y., Tan Y.-H., Yu W.-B. Phylogenetic reassessment of tribe *Anemoneae* (*Ranunculaceae*): Non-monophyly of *Anemone* s.l. revealed by plastid datasets. *PLOS ONE*. 2017. Vol. 12, № 3. P. e0174792.
325. Kącki Z., Czarniecka M., Swacha G. Statistical determination of diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Poland. *Monographiae Botanicae*. 2013. Vol. 103. P. 1–267.
326. Karypis G., Kumar V. A fast and high quality multilevel scheme for partitioning irregular graphs. *SIAM Journal on scientific Computing*. 1998. Vol. 20, № 1. P. 359–392.
327. Kasprowicz M. Acidophilous oak forests of the Wielkopolska region (West Poland) against the background of Central Europe. *Biodiversity: Research and Conservation*. 2010. Vol. 20, № 1. P. 1–212.
328. Kassambara A., Mundt F. factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.5. 2017.
329. Kevey B. Magyarország Érd Magyarország (Forest associations of Hungary). *Tilia*. 2008. Vol. 14. P. 1–488.
330. Kevey B., Horváth A., Lendvai G., Simon G., Sonnevend I. A Zámolyi-medence és környékének zárt lösztölgyesei (Pulmonario mollis-Quercetum roboris Kevey 2008). *Botanikai Közlemények*. 2015. Vol. 102, № 1–2. P. 85–129.
331. Kolář F., Lučanová M., Vít P., Urfus T., Chrtek J., Fér T., Ehrendorfer F., Suda J. Diversity and endemism in deglaciated areas: ploidy, relative genome size and niche differentiation in the *Galium pusillum* complex (*Rubiaceae*) in Northern and Central Europe. *Annals of Botany*. 2013. Vol. 111, № 6. P. 1095–1108.

332. Kopecký K., Hejný S. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. *Vegetatio*. 1974. Vol. 29, № 1. P. 17–20.
333. Kornas J. A. Geographical-historical classification of synanthropic plants. *Mater. Zakl. Fito- soc. Stos. UW*. 1968. Vol. 25, № 25. P. 33–41.
334. Korznikov K. A., Kislov D. E., Krestov P. V. Modeling the Bioclimatic Range of Tall Herb Communities in Northeastern Asia. *Russian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 50, № 3. P. 241–248.
335. Kotték M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 2006. Vol. 15, № 3. P. 259–263.
336. Kowarik I. Some responses of flora and vegetation to urbanization in Central Europe. *Urban Ecology: Plants and Plant Communities in Urban Environments*. / Ред. H. Sukopp, S. Hejny, I. Kowarik. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 1990. P. 45–74.
337. Kowarik I. Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*. 1988. Vol. 56. P. 1–208.
338. Kozłowska A. Zmienność kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.) w związku z sukcesją zespołów stepowych na Wyżynie Małopolskiej. *Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej P.A.U.* 1925. Vol. 60. P. 325–377.
339. Kruskal J. B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*. 1964. Vol. 29, № 1. P. 1–27.
340. Kunick D. Zonietung des Stadtgebietes von Berlin (West). Ergebnisse Floristischer Untersuchung. *Gen. Schriftenr. D.Fachber. Landschaftsentwicklung u.Umweltforsch.* 1982. P. 1–164.
341. Kuzemko A. A. Dry grasslands on sandy soils in the forest and forest-steppe zones of the plains region of Ukraine: Present state of syntaxonomy. *Tuexenia*. 2009. Vol. 29. P. 369–390.

342. Kwiatkowska A. J., Solińska-Górnicka B. Changes in typological and spatial boundaries between neighbouring communities of *Potentillo albae-Quercetum* and *Tilio-Carpinetum*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 1993. Vol. 62, № 1–2. P. 59–66.
343. Lance G. N., Williams W. T. A general theory of classificatory sorting strategies: 1. Hierarchical systems. *The computer journal*. 1967. Vol. 9, № 4. P. 373–380.
344. Legendre P., Legendre L. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier, 1998. 853 p.
345. Legendre P., Anderson M. J. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological monographs*. 1999. Vol. 69, № 1. P. 1–24.
346. Legendre P., De Cáceres M. Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecology Letters*. 2013. Vol. 16, № 8. P. 951–963.
347. Legendre P., Gallagher E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*. 2001. Vol. 129, № 2. P. 271–280.
348. Legendre P., Legendre L. Numerical ecology. Amsterdam: Elsevier, 2012. 990 p. ISBN 978-0-444-53868-0.
349. Lendvai G., Horváth A., Kevey B. Tatárjuharos tölgyesek (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 1957) a Mezőföldön. *Botanikai Közlemények*. 2014. Vol. 101, № 1–2. P. 145–188.
350. Lepš J., Šmilauer P. Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO. UK: Cambridge University Press, 2003. 269 p. ISBN 978-0-521-81409-6.
351. Libbert W. Die Vegetationseinheiten der neumärkischen Staubeckenlandschaft unter Berücksichtigung der angrenzenden Landschaften. *Verhandlungen des Botanischen Vereins für die Provinz Brandenburg*. 1933. Vol. 75. P. 229–348.

352. Lindner M., Fitzgerald J. B., Zimmermann N. E., Reyer C., Delzon S., Maaten E. van der, Schelhaas M.-J., Lasch P., Eggers J., Maaten-Theunissen M. van der, Suckow F., Psomas A., Poulter B., Hanewinkel M. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*. 2014. Vol. 146. P. 69–83.
353. Lötter M., Mucina L., Witkowski E. The classification conundrum: species fidelity as leading criterion in search of a rigorous method to classify a complex forest data set. *Community Ecology*. 2013. Vol. 14, № 1. P. 121–132.
354. Maarel E. van der. Beziehungen Zwischen Pflanzengesellschaften und Molluskenfauna. *Biosoziologie*. / Ред. R. Tüxen. Dordrecht: Springer Netherlands, 1966. P. 184–198.
355. Manns U., Anderberg A. A. New combinations and names in *Lysimachia* (*Myrsinaceae*) for species of *Anagallis*, *Pelletiera* and *Trientalis*. *Willdenowia*. 2009. Vol. 39, № 1. P. 49–55.
356. Matevski V., Čarni A., Čušterevska R., Kostadinovski M., Mucina L. Syntaxonomy and biogeography of dry grasslands on calcareous substrates in the central and southern Balkans. *Applied Vegetation Science*. 2018. Vol. 21, № 3. P. 488–513.
357. Matuszkiewicz J. Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski. Bory mieszane i acidofilne dąbrowy. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*. 1988. Vol. 33, № 1–2. P. 107–190.
358. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2007. 537 p.
359. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa: 1981. 298 p.
360. Matuszkiewicz W., Polakowska M. Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce [Zur Systematik der azidophilen

- Mischwälder in Polen]. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 1955. Vol. 24, № 2. P. 421–458.
361. Matveev S., Milenin A., Timashchuk D. The effects of limiting climate factors on the increment of native tree species (*Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L.) of the Voronezh region. *Journal of Forest Science*. 2018. Vol. 64, № 10. P. 427–434.
362. McCune B., Grace J. B., Urban D. L. Analysis of ecological communities. Gleneden Beach, Oregon, USA: MjM Software Design, 2002. 300 p. ISBN 978-0-9721290-0-8.
363. Meijer Drees E. De bosvegetatie van de Achterhoek en enkele aangrenzende gebieden. *Diss. Wageningen*. 1936. P. 11–136.
364. Meusel H., Jäger E. J., Weinert E. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1965.
365. Moravec J. Some notes on estimation of the basic homogeneity-coefficient of sets of phytosociological relevés. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. 1973. Vol. 8, № 4. P. 429–434.
366. Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. 345 p.
367. Mucina L. Numerical classification and ordination of ruderal plant communities (*Sisymbrietalia*, *Onopordetalia*) in the western part of Slovakia. *Vegetatio*. 1982. Vol. 48, № 3. P. 267–275.
368. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R. G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F. J. A., Bergmeier E., Santos Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko T., Didukh Y. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. 2016. Vol. 19, № S1. P. 3–264.

369. Mucina L., Grabherr G., Wallnöfer S. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. III. Wälder und Gebüsche. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1993. 353 p. ISBN 3-334-60452-7.
370. Mueller-Dombois D., Ellenberg H. Aims and methods of vegetation ecology. New Jersey: The Blackburn Press, 2002. 547 p. ISBN 978-1-930665-73-6.
371. Naegeli O., Thellung A. Die Flora des Kantons Zurich. I Teil: Die Ruderal- und Adventivflora. *Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zurich*. 1905. № 50. P. 225–305.
372. Oberdorfer E. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. IV. Wälder und Gebüsche. Jena, Stuttgart, New York: G. Fischer, 1992. 288 p.
373. Ochiai A. Zoogeographic studies on the soleoid fishes found in Japan and its neighbouring regions. *Bulletin of the Japanese Society for Fish Science*. 1957. Vol. 22, № 9. P. 526–530.
374. Oksanen J., Blanchet F. G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlinn D., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Stevens M. H. H., Szoecs E., Wagner H. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-6. 2018.
375. Onyshchenko V. A. Forests of order *Fagetalia sylvaticae* in Ukraine. Kyiv: Alterpress, 2009. 212 p.
376. Pearson R. G., Dawson T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global ecology and biogeography*. 2003. Vol. 12, № 5. P. 361–371.
377. Peterson A. T., Soberón J. Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right. *Natureza & Conservação*. 2012. Vol. 10, № 2. P. 102–107.
378. Philippi G. Zur Gliederung der Pfeifengraswiesen im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. *Beitr. Naturk. Forsch. Sudw-Deut*. 1960. Vol. 19. P. 138–187.
379. Pianka E. R. On r- and K-Selection. *The American Naturalist*. 1970. Vol. 104, № 940. P. 592–597.

380. Pielou E. C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of theoretical biology*. 1966. Vol. 10, № 2. P. 370–383.
381. Pietro R., Azzella M., Facioni L. The forest vegetation of the Tolfa-Ceriti mountains. *Hacquetia*. 2010. Vol. 9, № 1. P. 91–150.
382. Pillar V. D. How sharp are classifications? *Ecology*. 1999. Vol. 80, № 8. P. 2508–2516.
383. Podani J., Csányi B. Detecting indicator species: Some extensions of the IndVal measure. *Ecological Indicators*. 2010. Vol. 10, № 6. P. 1119–1124.
384. Purger D., Lengyel A., Kevey B., Lendvai G., Horváth A., Tomić Z., Csiky J. Numerical classification of oak forests on loess in Hungary, Croatia and Serbia. *Preslia*. 2014. Vol. 87. P. 47–66.
385. Rand W. M. Objective Criteria for the Evaluation of Clustering Methods. *Journal of the American Statistical Association*. 1971. Vol. 66. P. 846–850.
386. Raunkiaer C. Plant life forms. Oxford: Clarendon Press, 1937. 104 p.
387. Rendón E., Abundez I., Arizmendi A., Quiroz E. M. Internal versus external cluster validation indexes. *International Journal of Computers and Communications*. 2011. Vol. 5, № 1. P. 27–34.
388. Rikli M. Die Antropochoren und der Formenkreis des *Nasturtium palustre* DC. *Ber. Zürich. Bot. Ges.* 1903. Vol. 13. P. 71–82.
389. Rivas-Martínez S., González F. F., Arregui J. J. L., Lousã M. F., Merino Á. P. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera geobotanica*. 2001. № 14. P. 5–341.
390. Roberts D. W. optpart: Optimal Partitioning of Similarity Relations. R package version 3.0-3. 2020.
391. Roberts D. labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.8-0. 2016.
392. Roleček J. Teplomilné doubravy (*Quercetea pubescentis*). Thermophilous oak forests. *Vegetace České republiky. 4. Lesní a křovinná vegetace [Vegetation of*

- the Czech Republic 4. Forest and shrub vegetation*]. Praha: Academia, 2013. P. 296–346.
393. Roleček J. Vegetation types of dry-mesic oak forests in Slovakia. *Preslia*. 2005. Vol. 77, № 3. P. 241–261.
394. Roleček J. Formalized classification of thermophilous oak forests in the Czech Republic: what brings the Cocktail method? *Preslia*. 2007. Vol. 79, № 1. P. 1–21.
395. Roleček J. Subkontinentální doubravy asociace *Carici fritschii-Quercetum roboris* na Záhoří. *Bulletin Slovenskej Botanickéj Spoločnosti*. 2004. Vol. 26. P. 163–176.
396. Roleček J. Vegetace subkontinentálních doubrav ve střední a východní Evropě. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno, 2007.
397. Roleček J., Tichý L., Zelený D., Chytrý M. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*. 2009. Vol. 20, № 4. P. 596–602.
398. Rousseeuw P. J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. 1987. Vol. 20. P. 53–65.
399. Salmaki Y., Zarre S., Ryding O., Lindqvist C., Bräuchler C., Heubl G., Barber J., Bendiksby M. Molecular phylogeny of tribe *Stachydeae* (*Lamiaceae* subfamily *Lamioideae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2013. Vol. 69, № 3. P. 535–551.
400. Sanda V., Öllerer K., Burescu P. Fitocenozele din România - Sintaxonomie, structură, dinamică și evoluție. București: Ars Docendi, 2008. 570 p.
401. Schneider-Binder E. Comparative Study Of Alluvial Cnidion-Type Meadows In The Lower Danube River Basin. *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*. 2014. Vol. 16, № 2. P. 39–54.
402. Schroeder F. G. Zur Klassifizierung der Anthropochoren. *Vegetatio*. 1969. Vol. 16, № 5–6. P. 225–238.

403. Schubert R., Herdam H., Weinitschke H., Frank J. Prodrömus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. Petersberg: Botanischer Verein Sachsen-Anhalt, 2001. 685 p.
404. Shannon C. E. A mathematical theory of communication. *Bell system technical journal*. 1948. Vol. 27, № 3. P. 379–423.
405. Shelyag-Sosonko Yu. R., Sipaylova L. M., Solomakha V. A., Mirkin B. M. Meadow vegetation of the Desna floodplain (Ukraine, USSR). *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. 1987. Vol. 22, № 2. P. 113–169.
406. Sillinger P. Monografická studie o vegetaci Nizkých Tater. Praha: Orbis, 1933. 338 p.
407. Sneath P. H., Sokal R. R. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.
408. Sokal R., Sneath P. Principles of Numerical Taxonomy. San Francisco: Wit. Freeman, 1963. 573 p.
409. Solomakha V., Smoliar N., Smagliuk O. Floristic classification of the floodplain alder, willow and poplar forests in the basin of the Lower Sula River (Ukraine). *Visnyk Kyivskoho Natsionalnoho Universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Bioloģiia*. 2016. Vol. 72, № 2. P. 33–44.
410. Stupar V., Milanović Đ., Brujić J., Čarni A. Formalized classification and nomenclatural revision of thermophilous deciduous forests (*Quercetalia pubescentis*) of Bosnia and Herzegovina. *Tuexenia*. 2015. Vol. 35. P. 85–130.
411. Sudnik-Wójcikowska B. Synantropization indices of urban floras: an attempt at definition and assessment. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 1991. Vol. 60, № 1–2. P. 163–185.
412. Sukopp H. On the study of anthropogenic plant migrations in Central Europe. *Plant invasions*. Leiden: Backhuys Publishers, 1998. P. 43–56.
413. Sukopp H. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss der Menschen. *Ber. ii. Landwirtschaft. Hrsg. Bundesministerium f. Ernährung, Landwirtschaft. ii. Foresten*. 1972. Vol. 50, № 2. P. 112–139.

414. Ter Braak C. J. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*. 1986. Vol. 67, № 5. P. 1167–1179.
415. Therneau T., Atkinson B., Ripley B. rpart: Recursive Partitioning and Regression Trees. R package version 4.1–10. 2015.
416. Tichý L. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of vegetation science*. 2002. Vol. 13, № 3. P. 451–453.
417. Tichý L., Chytrý M. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science*. 2006. Vol. 17, № 6. P. 809–818.
418. Tichý L., Chytrý M., Hájek M., Talbot S. S., Botta-Dukát Z. OptimClass: Using species-to-cluster fidelity to determine the optimal partition in classification of ecological communities. *Journal of Vegetation Science*. 2010. Vol. 21, № 2. P. 287–299.
419. Tichý L., Chytrý M., Šmarda P. Evaluating the stability of the classification of community data. *Ecography*. 2011. Vol. 34, № 5. P. 807–813.
420. Treiber R., Remmert G. Waldgesellschaften xerothermer Standorte der elsässischen Harth (Frankreich, Haut-Rhin). *Tuexenia*. 1998. Vol. 18. P. 21–50.
421. Tsakalos J. L., Renton M., Dobrowolski M. P., Feoli E., Macintyre P. D., Veneklaas E. J., Mucina L. Community patterns and environmental drivers in hyper-diverse kwongan scrub vegetation of Western Australia. *Applied Vegetation Science*. 2018. Vol. 21, № 4. P. 694–722.
422. Tzonev R. T., Dimitrov M. A., Roussakova V. H. Syntaxa according to the Braun-Blanquet approach in Bulgaria. *Phytologia Balcanica*. 2009. Vol. 15, № 2. P. 209–233.
423. Ujvárosi M. Recherches sociologiques sur les prés aux bords de la rivière Zala près Kehida (Hongrie). *Acta Geobot. Hungar.* 1947. Vol. 6. P. 93–103.

424. Vítková M., Kolbek J. Vegetation classification and synecology of Bohemian *Robinia pseudacacia* stands in a Central European context. *Phytocoenologia*. 2010. Vol. 40, № 2–3. P. 205–241.
425. Wei T., Wei M. T. Package corrplot. *Statistician*. 2016. Vol. 56. P. 316–324.
426. Westhoff V., Van Der Maarel E. The Braun-Blanquet approach. *Classification of plant communities*. / Ред. R. H. Whittaker. The Hague: Dr. W. Junk, 1978. P. 287–399.
427. Willner W. The association concept revisited. *Phytocoenologia*. 2006. Vol. 36, № 1. P. 67–76.
428. Willner W., Solomeshch A., Čarni A., Bergmeier E., Ermakov N., Mucina L. Description and validation of some European forest syntaxa – a supplement to the EuroVegChecklist. *Hacquetia*. 2016. Vol. 15, № 1. P. 15–25.
429. Willner W., Tichý L., Chytrý M. Effects of different fidelity measures and contexts on the determination of diagnostic species. *Journal of Vegetation Science*. 2009. Vol. 20, № 1. P. 130–137.
430. Yılmaz H. Ç., Yılmaz O. Y., Yılmaz H. Bioclimatic factors affecting the distribution of *Quercus robur* L. (pedunculate oak) subspecies in Turkey. *Eurasian Journal of Forest Science*. 2016. Vol. 4, № 1. P. 31–39.
431. Zajac A., Zajac M., Tokarska-Guzik B. Kenophytes in the flora of Poland: List, status and origin. *Phytocoenosis*. 1998. Vol. 10. P. 107–114.
432. Zhang T., Ramakrishnan R., Livny M. BIRCH: an efficient data clustering method for very large databases. *ACM Sigm. Record*. ACM, 1996. C. 103–114.
433. Zólyomi B. Der Tatarenahorn-Eichen-Lösswald der zonalen Waldsteppe. *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 1957. Vol. 3. P. 401–424.
434. Zólyomi B., Horváth A., Kevey B., Lendvai G. Steppe woodlands with Tatarian Maple (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris*) on the great Hungarian plain and its neighbourhood. An unfinished synthesis with supplementary notes. *Acta Botanica Hungarica*. 2013. Vol. 55, № 1–2. P. 167–189.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

**НАБОРИ ФІТОЦЕНОТИЧНИХ ДАНИХ, ВИКОРИСТАНІ ДЛЯ
АПРОБАЦІЇ КІЛЬКІСНИХ МЕТОДІВ**

Таблиця А.1

Характеристика наборів даних НД1–НД5, регіон і джерела даних

Параметр	Набір даних 1, НД1	Набір даних 2, НД2	Набір даних 3, НД3	Набір даних 4, НД4	Набір даних 5, НД5
Кількість описів	316	832	123	721	45 синтаксонів
Кількість видів	479	334	336	267	753
Розмір пробної площі (m ²)	16–100	100	400	16–100	–
Середня кільк. видів на опис	16.6	23.5	35.9	15.6	119.2
Регіон даних	заплава Дніпра, в межах Лісостепу	м. Київ та околиці	Київське Полісся і Лівобережний Лісостеп	заплави Сейму та Дніпра у межах Лівобережного Полісся	Чехія, Словаччина, Німеччина, Угорщина, Польща, Румунія, Росія, Україна
Класи рослинності	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> , <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> , <i>Carpino-Fagetetea</i> , <i>Salicetea purpureae</i>	<i>Carpino-Fagetetea</i> , <i>Quercetea robori-petraeae</i> , <i>Vaccinio-Piceetea</i> , <i>Robinietea</i> , <i>Salicetea purpureae</i>	<i>Quercetea pubescentis</i>	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	<i>Quercetea pubescentis</i>
Джерела даних	[177–180, 182, 195, 293]	[35, 47, 81, 294]	[289]	[115–117, 121, 290]	[9, 20, 28, 32, 50, 125, 128, 131, 132, 141, 143, 144, 147, 150, 172, 173, 175, 190, 194, 212, 244, 254, 258, 292, 314, 318, 327, 351, 393, 433]

ДОДАТОК Б

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИНТАКСОНІВ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ

Таблиця Б.1

Характеристика синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів, які включені до порівняльного аналізу.

Позначення країн: CZ: Czechia, DE: Germany; HU: Hungary; PL: Poland; RO: Romania; RU: Russian Federation; SK: Slovakia, UA: Ukraine.

Позначення союзів: AQ – *Aceri tatarici-Quercion*, FA – *Fraxino excelsioris-Acerion tatarici*, TA – *Tilio-Acerion*, CB – *Carpinion betuli*, QP – *Quercion petraea*, PQ – *Potentillo albae-Quercion petraeae*, GQ – *Genisto germanicae-Quercion*, n/s – not specified

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
1	14	<i>Genisto pilosae-Quercetum petraeae</i> Zólyomi, Jakucs et Fekete ex Soó 1963	QP	Chytrý & Horák (1997: 216, tab. 3, rels. 52–65) [254]	CZ: South Moravia, SE margins of the Bohemian Massif	elevation range: 250–430 m; sunny, south- to west-facing slopes, 15–40° strep; oligotrophic shallow rankers developed over siliceous bedrocks (granitoide, gneiss, granulite)	200
2	51	<i>Sorbo torminalis-Quercetum</i> Svoboda ex Blažková 1962	QP	Chytrý & Horák (1997: 216, tab. 3, rels. 1–51) [254]	CZ: South Moravia, SE margins of the Bohemian Massif and eastern margins of the Drahanská vrchovina and Zábřežská vrchovina	elevation range: 250–450 m; shallow cambisols over granitoids, gneiss and granulite	100–500
3	17	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933	QP	Chytrý & Horák (1997: 216, tab. 3, rels. 66–82) [254]	CZ: South Moravia, margins of the Bohemian Massif; also on the SW foothills of the Bílé Karpaty Mts.	gentle south-facing slopes; heavy, clay or clay-loamy soils covering loess loams or claystones	200

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
4	47	<i>Quercetum pubescenti-roboris</i> (Zólyomi 1957) Michalko et Džatko 1965	AQ	Chytrý & Horák (1997: 206, tab. 2, rels. 1–47) [254]	CZ: South Moravia, Ždánický les, Milovický les and Horní	elevation range: 200–300 m; broad convex plain landforms and gentle slopes, usually up to 15° steep; loess sediments over Paleogene flysch sandstones and claystones	100–600
5	11	<i>Carici fritschii-Quercetum roboris</i>	AQ	Chytrý & Horák (1997: 206, tab. 2, rels. 48–58) [254]	CZ: South Moravia, lower Morava River valley (Důbrava Forest near Hodonín); Boří les Forest between Valtice and Břeclav	elevation range: 160–220 m, Pleistocene sand plains; sandy-gravelly Neogen terraces of the Dyje River	200–400
6	11	<i>Carici fritschii-Quercetum roboris</i>	AQ	Roleček (2005: 250, tab. 1, column 1) [393]	SK: Záhorská nížina, surroundings of Gbely in the Morava River valley	blown sands and sandy gravel riverine terraces	n/s
7	7	<i>Quercetum pubescenti-roboris</i>	AQ	Roleček (2005: 250, tab. 1, column 7) [393]	SK: Martinský les near Senec and Dubník forest near Sered' and in the Hronská pahorkatina hills	loess sediments	n/s
8	42	<i>Convallario-Quercetum roboris</i>	AQ	Roleček (2005, p. 250, tab. 1, column 6) [393]	SK: Podunajská nížina as well as in Nitrianská pahorkatina and Hronská pahorkatina	loess sediments	n/s

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
9	70	<i>Potentillo albae-Quercetum</i>	<i>QP</i>	Roleček (2005: 250, tab. 1, column 2) [393]	SK: Hornonitrianská, Žilinská, Zvolenská, Hornádská, Košická kotlina Basins; Krupinská vrchovina, Nízke Beskydy	heavy illimerized and pseudogleyic soils on the Neogene sediments and Carpathian flysch, less often on loess loams and other substrates	n/s
10	80	<i>Sorbo torminalis-Quercetum</i> Svoboda ex Blažková 1962	<i>QP</i>	Roleček (2005: 250, tab. 1, column 4) [393]	SK: scattered distribution across the country	acidic soils, on gentle to moderate slopes, flat areas; basic (often leached) substrates	n/s
11	unknown	<i>Acereto tatarici-Quercetum pubescentis-roboris (hungaricum)</i> Zólyomi 1957	<i>AQ</i> (holotypus)	Zólyomi (1957: 412, tab. 1, column Ia) [433]	HU: Kerecend and Demjener forests	loess sediments covered with grey forest soils; mean annual precipitation: 538 mm (Kápolna)	n/s
12	23	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933 <i>brachypodietosum pinnati</i>	<i>QP</i>	Brzeg, Wika (2017: 20, tab. 2, rels. 1–23) [244]	PL: near Mstów in the of the Kraków-Częstochowa Upland	slopes of the limestone rocks with different exposures; rendzina (turf-carbonate) soils, rarely non-carbonate pararendzina soils of clay sandstones or loess lying on limestone, elevation range: 251-325 m	200-300
13	16	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933	<i>QP</i>	Jakubowska-Gabara (2000: 44, tab. 9, rels. 1–16) [318]	PL: Milechowy Nature Reserve	n/s	250-400
14	5	<i>Quercus-Potentilla alba</i> -Assoziation	<i>PQ</i> (holotypus)	Libbert (1933: 297, tab. 25, rels. 1–5) [351]	DE: Neumark basin	n/s	250-400

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
15	98	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933	<i>PQ</i>	Kasprowicz (2010: 110, tab. 3, syntaxon 5) [327]	PL: eastern part of the Central Wielkopolska Region	sandy or gravelly soils with layers of clay; well-drained, but with occasional gleying; slightly acidic	100-400
16	25	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933	<i>QP</i>	Indreica (2011: 302, tab. 2, rels. 1–25) [314]	RO: Transylvanian basin, including perepherial basins of Brasov and Hateg	elevation span: 400-800 m; upper part of the slopes or on plane or gently inclined surfaces; soils are slightly to moderately acidic, with higher content of clay in B-horizon	n/s
17	7	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933	<i>QP</i>	Ciosek (2006: 326, tab. 2, rels. 1–7) [258]	PL: Kisielany Region, northwestern Siedlce Upland	n/s	n/s
18	9	<i>Melicae nutantis-Quercetum robori</i> Shevchyk et V.Sl. 1996	<i>GQ</i>	Shevchyk et al. (1996: 48, tab. 9, rels. 19–27) [212]	UA: Cherkassy Region, the Kaniv Nature Reserve in the Dieper River valley	sodic-podzolic mesic soils; medium-level sandy terraces	n/s
19	9	<i>Convallario majali-Quercetum roboris</i> Shevchyk et V.Sl. 1996	<i>CQ</i> (holotypus)	Shevchyk et al. (1996: 48, tab. 9, rels. 7–15) [212]	UA: Cherkassy Region, the Kaniv Nature Reserve	well-drained soddy-podzolic soils; south-facing slopes	n/s
20	7	<i>Clinopodio vulgare-Quercetum robori</i> Solomakha et al. 1996	<i>GQ</i>	Solomakha et al. (1996: 72, tab. 2, rels. 1–7) [194]	UA: Kyiv Region, Kyiv-Svyatoshin District	podzolic sandy soils	600
21	10	<i>Convallaro majali-Quercetum robori daphneosum cneori</i>	<i>CQ</i>	Gayova & Korotchenko (2013: 29, tab. 1, rels. 1–10)	UA: Cherkassy Region, Cherkassy District	dry and mesic sandy sodic-podzolic soils; on elevated river terraces	n/s

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
		Gayova & Korotchenko 2013		[32]			
22	5	<i>Pteridio aquilini-Quercetum robori</i> Bajrak 1996	n/s	Bajrak (1996: 62, tab. 3, rels. 1-5) [9]	UA: Chernihiv Region, Ichnya District	podzolic sandy soils; flat topography	n/s
23	9	<i>Lathyro nigri-Quercetum roboris</i> Bulokhov et Solomeshch 2003	n/s	Kuzmenko (2012: 117, tab. 1, rels. 1–9) [125]	RU: Bryansk Region, Rognedino and Dubrovka Districts	slopes of ravines and valleys of the rivers, light gray and gray forest loamy soils	400
24	12	<i>Lathyro nigri-Quercetum roboris</i> Bulokhov et Solomeshch 2003	AQ	Bulokhov & Solomeshch (2003: 288, tab. 37, rels. 1–12; tab. 38, rels. 1–11) [20]	RU: Bryansk Region, Sevsk District	high loess plains, light gray and gray forest loamy soils; rare on semi-podzolic soils	400
25	46	<i>Lathyro nigri-Quercetum roboris</i> Bulokhov et Solomeshch 2003	QP	Semenishchenkov (2009: 355, tab. 4, syntaxa 2, 3, 4) [175]	RU: Bryansk Region; Bryansk, Zhiryatino and Vygonichi Districts; interfluvial region between Sudost' and Desna Rivers	slopes of ravines and valleys of rivers; 'opolye' landscapes (well drained gently undulating plains); on grey forest soils and the washed-away loams	n/s
26	36	<i>Lathyro nigri-Quercetum roboris pinetosum sylvestris</i> Semenishchenkov & Panchenko 2012	QP	Semenishchenkov & Panchenko (2012: 146, tab. 1, syntaxon 4) [169]	UA, northern part of Sumy region, and north-eastern Chernihiv Region, Desna River basin	elevated (also non-flooded) riverine terraces; sodic-podzolic soils	200–400
27	20	<i>Potentillo albae-Quercetum</i> Libbert 1933	QP	Morozova (1999: 84, tabl: 11, rels. 1–20) [143]	RU: Bryansk, Suzemka and Trubchevsk Districts, 'Bryansk Forest' Reserve	gentle slopes of hills, sometimes with exits of chalk; light gray forest sandy, sodic-podzolic soils	n/s

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
28	6	<i>Lathyro nigri-Quercetum roboris</i> Bulokhov et Solomeshch 2003	<i>QP</i>	Panchenko (2013: 232, tab. 17) [150]	UA: Sumy region, Desna-Starogutsky National Nature Park	decreases between sandy dunes, edges of a pine-forest terrace, on soddy-sandy soil	55
29	10	<i>Galio tinctori-Quercetum roboris</i> Goncharenko 2003	<i>PQ</i>	Goncharenko (2003: 164, tab. B9, rels. 45–54) [50]	UA: Sumy Region (Lebedin, Sumy and Okhtyrka Districts), Psel and Vorskla River valleys	elevated riverine terraces	100–400
30	18	<i>Pyro pyrastris-Quercetum roboris</i> Semenishchenkov & Poluyanov 2014	<i>AQ</i>	Semenishchenkov & Poluyanov (2014: 112, tab. 3, rels. 1–18) [172]	RU: Kursk Region; Belyovsky, Kursk, Medvensky, Oktyabr'sky, Solntsevsk and Zheleznogorsk Districts	south-facing slopes, inclination 10–30°; chernozem soils, underlain by loess-like loams or chalk	400
31	23	<i>Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris</i> Semenishchenkov & Poluyanov 2014	<i>AQ</i>	Semenishchenkov & Poluyanov (2014: 115, tab. 4, rels. 1–23) [172]	RU: Kursk Region, valleys of the Seim and Psel Rivers in the Kursk, Kurchatov and Sudzha Districts	on second sandy stepped terraces of the rivers	400
32	35	<i>Lathyro pisiformis-Quercetum roboris</i> Semenishchenkov & Poluyanov 2014	<i>AQ</i>	Semenishchenkov & Poluyanov (2014: 106, tab. 1, rels. 1–35) [172]	RU: Tula Region, Kurkinsk and Kimov Districts, 'Kulikovo Pole' Reserve	slopes of ravines; grey forest soils, also on chernozems	400
33	13	<i>Lathyro nigri-Quercetum roboris</i> var. <i>Clematis recta</i>	<i>QP</i>	Semenishchenkov & Teleganova (2013: 134, tab. 1, rels. 1–13) [170]	RU: near Kaluga, Oka River valley	south-facing slopes; soils underlain by limestone substrates	400

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
34	15	<i>Melampyro nemorosi-Carpinetum betuli</i>	CB	Lyubchenko et al. (1997: 30, tab. 1, rels. 1–15) [128]	UA: Kyiv, Cherkassy, Kirovograd and Poltava Region	south- and southwestern-facing upper slopes; grey forest soils	n/s
35	4	<i>Aegonycho-Quercetum roboris</i> Bajrak 1996	TA	Bajrak (1996: 56, tab. 2, rels. 1–4) [9]	UA: Poltava Region, Kobelyaky District	steep slopes; dark grey forest soils over loamy loess substrates	n/s
36	14	<i>Violo hirtae-Quercetum roboris</i> Vorobyov et al. 2017	AQ	Vorobyov et al. (2017: 30, tab. 1, rels. 1–14) [28]	UA: Poltava Region, Zolotonosha Ddistrict, lower basin of the Sula River	dry, elevated river terraces; south- and east-facing slopes of gullies; grey forest soils and chernozems	625
37	10	<i>Vicio pisiformis-Quercetum roboris</i> Semenishchenkov & Poluyanov 2014	AQ	Semenishchenkov & Poluyanov (2014: 110, tab. 2, rels. 1–10) [172]	RU: Belgorod Region, Borisov and Graivoron Districts	south- and east-facing slopes of ravines; soils on chalky substrates	400
38	7	<i>Vicio pisiformis-Quercetum roboris</i> Semenishchenkov & Poluyanov 2014	AQ	Semenishchenkov in Goncharenko et al. (2020: tab. S3, col. 38) [292]	RU: Voronezh Region, Verkhnemamonovsk District, Don River basin	slopes of ravines in valley of the Don River; chalky substrates	400
39	76	<i>Caragano fruticis-Aceretum tatarici</i> Nazarenko & Kuzemko 2011	FA	Nazarenko & Kuzemko (2011, tab. 1, syntaxon 12) [144]	UA: Dnipropetrovsk Region, Novomoskovsk District	on south-facing slopes	n/s
40	5	<i>Fritillario ruthenicae-Quercetum roboris</i> Onyschenko et al. 2007 ass. prov.	AQ	Onyshchenko et al. (2007: 92, tab. 1, syntaxon 1) [147]	UA: Donetsk Region, Slavyansk District, National Park "Sviatye gory"	carbonate-rich soils	50–62
41	7	<i>Scorzonero ensifoliae-Quercetum</i>	AQ	Sokolova (2011: 35, tab. 1, syntaxon 3)	RU: Rostov Region, Sholokhov District	"arena" forests, on ancient sandy terrace of the Don River	400–625

№	Кільк. описів (Rels.)	Оригінальна назва (Original name)	Союз (Alliance)	Бібліографічне посилання (Reference)	Регіон походження даних (Region of the data origin)	Характеристика місцезростань (Habitat description)	Пробна площа (Plot size, sq.m)
		<i>roboris</i> Sokolova 2011 ass. prov.		[190]			
42	5	<i>Omphaloido scorpioidis-Quercetum roboris</i> Martynenko 2009	<i>LQ</i>	Mirkin et al. (2010: 336, tab. 36, rels. 1–5) [141]	RU: Bashkortostan, basin of the Belaya River, National Park 'Bashkiria'	steep south-facing slopes (20–25°) of river valleys; carbonate-rich, weakly-developed, dry soils	400
43	8	<i>Brachypodio pinnati-Quercetum roboris</i> Grigorjev in Solomeshch et al. 1989	<i>LQ</i> (<i>holotypus</i>)	Mirkin et al. (2010: 336, tab. 36, rels. 6–13) [141]	RU: Bashkortostan, Meleuz Kugarchin District, National Park 'Bashkiria'	elevation span 250–500 m; grey, loamy soils; on ridges and slopes	400
44	7	<i>Brachypodio pinnati-Quercetum roboris cerasetosum fruticosae</i> Grigorjev in Solomeshch et al. 1989	<i>LQ</i>	Martynenko et al. (2005: 134, tab. 8, rels. 1–7) [132]	RU: Bashkortostan, Burzyan District, Shulgan-Tash State Nature Reserve	on soils underlied by carbonate substrates, on tops of slopes of southern aspects, from 5° to 30° inclination, on the border of forests with meadow-steppes, and on steep banks of rivers with fragments of stony steppes	400–750
45	23	<i>Filipendulo vulgaris-Quercetum roboris</i> Martynenko et al. 2008	<i>LQ</i>	Martynenko et al. (2008: 58, tab. 2, syntaxon 2) [131]	RU: Southern Urals, Bashkortostan	stepped oak forest, on the upper parts of slopes of southern, southeast and east aspects, from 5° to 30° inclination, on weakly developed soils	100–1000

Синоптична матриця ксеромезофітних дубових лісів.

Номери синтаксонів, позначення союзів і країн відповідають табл. Б.1. Позначення порядків: Qp – *Quercetalia pubescenti-petraeae*, Fg – *Fagetalia*, Qr – *Quercetalia robori-petraea*, Pq – *Pteridio-Quercetalia*, n/s – not specified. Блоки (діагностичні групи) видів встановлені за результатами multipatt-класифікації

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45												
Кластер/субкластер	AI	AI	AI	AI	AI	AI	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	DI	DI	DI	DI	DI	DI	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F												
Союз (ориг.)	QP	QP	QP	AQ	AQ	AQ	AQ	AQ	QP	QP	AQ	QP	QP	QP	QP	QP	QP	GQ	CQ	GQ	CQ	n/s	n/s	AQ	QP	QP	QP	QP	QP	AQ	AQ	AQ	QP	CB	TA	AQ	AQ	AQ	FA	AQ	AQ	LQ	LQ	LQ	LQ												
Порядок (ориг.)	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qr	Qr	Qr	Qr	Pq	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Fg	Fg	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Qp	Fg	Fg	Qp	Qp												
Країна	CZ	CZ	CZ	CZ	CZ	SK	SK	SK	SK	SK	HU	PL	PL	DE	PL	RO	PL	UA	UA	UA	UA	UA	RU	RU	RU	UA	RU	UA	UA	RU	RU	RU	RU	UA	UA	UA	RU	RU	UA	UA	RU	RU	RU	RU	RU												
Кількість видів	111	239	178	236	168	90	103	118	136	136	119	112	96	98	132	174	79	56	47	67	67	59	81	92	178	287	155	152	118	192	163	196	137	91	38	94	84	87	40	109	43	113	127	88	77												
GROUP A																																																									
<i>Ligustrum vulgare</i>	21	33	71	68	64	27	100	95	56	74	90	.	.	20	.	36					
<i>Festuca stricta</i> subsp. <i>sulcata</i>	7	2	6	15	27	18	86	7	7	16	20					
<i>Lembotropis nigricans</i>	50	35	41	4	9	18	.	.	27	26						
<i>Melica uniflora</i>	.	8	6	40	45	.	29	93	7	48						
<i>Verbascum chaixii</i> s.l.	57	65	12	17	.	.	86	2	1	25					
<i>Fragaria moschata</i>	.	18	88	38	18	9	71	26	49	19				
<i>Teucrium chamaedrys</i>	7	29	41	6	18	36	57	.	.	12	30					
<i>Luzula campestris</i>	57	25	.	4	36	45	14	.	6	10				
<i>Cornus mas</i>	.	10	12	21	.	.	57	74	9	16			
<i>Dictamnus albus</i>	.	4	.	68	18	.	86	62	.	1	50			
<i>Robinia pseudoacacia</i>	.	2	.	15	9	.	43	19	4	2		
<i>Lapsana communis</i>	.	10	6	17	45	9	29	33	4	16	30	20	
<i>Pulmonaria mollis</i>	.	12	29	13	9	9	86	43	40	30	70	80
<i>Carex caryophyllea</i>	21	14	6	4	.	45	.	.	4	2	16	
<i>Sorbus torminalis</i>	.	10	6	36	.	.	.	10	7	30	32

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45					
Кластер/субкластер	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F					
<i>Symphytum tuberosum</i>	.	8	35	10	57	48	5	64			
<i>Viburnum lantana</i>	.	.	18	15	.	.	.	29	19	3	2			
<i>Inula conyzae</i>	.	12	43	2	1	2			
<i>Iris variegata</i>	.	.	.	28	36	73	14	.	.	.	90				
<i>Lactuca quercina</i>	.	6	.	4	9	.	43	14	.	9	30	33	4				
<i>Luzula luzuloides</i>	36	51	41	47	38				
<i>Galium pumilum</i>	21	57	24	13					
<i>Hieracium maculatum</i>	.	29	41	2	18				
<i>Vicia tetrasperma</i>	7	2	6	.	18				
<i>Silene vulgaris</i>	.	22	18	21	45	30				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	7	12	6	.	64	73	.	.	4				
<i>Euphorbia epithymoides</i>	.	6	6	6	9				
<i>Quercus pubescens</i>	.	.	.	36	.	.	57	33	.	2	90				
<i>Arum maculatum agg.</i>	.	2	57	40				
<i>Quercus cerris</i>	55	.	71	79	14	29	90	16				
<i>Galium album</i>	9	29	5	24	25	.	22				
<i>Cruciata laevipes</i>	86	31	.	4	30				
<i>Rosa gallica</i>	.	.	.	6	.	.	29	7	6	4	30	68			
GROUP B																																																		
<i>Juniperus communis</i>	14	4	30	75	80	32	20	43	3			
<i>Anemone nemorosa</i>	57	63	.	59	32	86	
<i>Viola reichenbachiana</i>	.	4	29	.	27	13	69	80	22	76	86
<i>Luzula pilosa</i>	91	38	60	86	44	57	.	.	.	10	69	45	67	
<i>Fagus sylvatica</i>	.	2	65	38	20	32		
<i>Sanicula europaea</i>	.	.	6	26	25	80	2	52	3		
<i>Euphorbia angulata</i>	.	.	18	26	94	.	36	86		
<i>Festuca amethystina</i>	9	4	25	.	7	32			
<i>Hypericum montanum</i>	.	12	6	4	22	25	60	41	52	2	3			
<i>Campanula glomerata</i>	.	4	6	26	38	60	.	36	29		
<i>Hepatica nobilis</i>	.	.	6	100	100	.	31		
<i>Carex pilulifera</i>	22	.	.	31			
<i>Daphne mezereum</i>	22	63		
<i>Dichoropetalum carvifolia</i>	60	.	40			
<i>Lathyrus linifolius</i>	40	5			

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Кластер/субкластер	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F	
<i>Erigeron annuus</i>	3	5	.	10	22	.	.	8	.	.	.	30	
<i>Rumex acetosella</i>	64	6	4	11	.	67	10	.	4	
<i>Avenula pubescens</i>	18	14	.	.	.	11	48	3	
<i>Actaea spicata</i>	25	.	3	20	9	.	13
<i>Carex hirta</i>	25	.	17	10	
<i>Geum rivale</i>	33	.	9	6	
<i>Impatiens noli-tangere</i>	2	3	5	
<i>Trifolium repens</i>	14	.	17	.	11	
<i>Verbascum nigrum</i>	26	6	8	
<i>Tanacetum vulgare</i>	7	.	.	17	.	.	6		
<i>Briza media</i>	.	.	.	2	18	33	.	.	23	.	17	.	17	
GROUP E																																														
<i>Scutellaria altissima</i>	40	100	7	.	71	3	20	
<i>Crataegus rhipidophylla</i>	83	6	.	.	10	67	4	43	.	67	.	50	100	86	18	80	90	
<i>Acer tataricum</i>	2	6	9	90	78	89	43	20	60	11	83	.	.	53	25	100	100	71	97	60	90		
<i>Euphorbia semivillosa</i>	3	17	14	.	40	30		
<i>Lamium maculatum</i>	6	4	.	23	.	20	25	21	.	14	95	20	
<i>Aristolochia clematitis</i>	29	26	20	
<i>Cystopteris fragilis</i>	40	50	36	
<i>Scilla siberica</i>	14	.	14	.	100	
<i>Glechoma hirsuta</i>	10	20	20	80	100	29	80	
GROUP F																																														
<i>Aconogonon alpinum</i>	40	38	57	70	
<i>Galatella sedifolia</i> subsp. biflora	40	38	29	50	
<i>Geranium</i> pseudosibiricum	60	38	71	70	
<i>Klasea radiata</i> subsp. gmelini	20	25	29	50	
<i>Bupleurum longifolium</i>	13	80	63	71	30	
<i>Seseli libanotis</i>	20	.	.	40	38	57	70	
<i>Lathyrus rotundifolius</i>	20	50	.	70	
<i>Valeriana wolgensis</i>	40	13	43	.	
<i>Vincetoxicum</i> albovianum	20	25	29	.	
<i>Rosa majalis</i>	40	50	71	70	

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Кластер/субкластер	AI	AI	AI	AI	AI	AI	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F
<i>Prunus spinosa</i>	7	6	18	9	9	18	71	74	64	32	90	39	38	.	38	24	43	10	39	.	69	.	.	.	7	70	29	3
<i>Vicia cassubica</i>	36	.	29	5	13	10	30	17	50	40	35	4	57	4	9	.	17
<i>Festuca heterophylla</i>	.	2	18	23	27	.	71	21	44	30
<i>Hieracium lachenalii</i>	36	49	65	6	27	.	.	.	34	22	.	35	.	.	.	44	20
<i>Prunus avium</i>	.	.	18	4	9	18	14	14	64	45	.	30	.	.	.	20	
<i>Lactuca muralis</i>	.	16	29	2	9	55	.	12	31	29	.	35	.	100	62	60	.	.	.	57	4	37	
<i>Carpinus betulus</i>	21	45	35	19	9	.	.	29	77	42	5	83	44	.	27	72	14	.	11	86	.	40	100	50	7	
<i>Galium intermedium</i>	.	.	6	2	.	.	2	29	74	.	.	91	44	.	14	28	86	2	69	
<i>Festuca ovina</i>	86	94	59	.	45	64	.	.	4	6	.	48	50	.	53	31	20	33	
<i>Galeopsis pubescens</i>	.	10	.	9	27	43	.	43	
GROUP AE																																													
<i>Aegonychon purpureoaceruleum</i>	.	.	6	57	.	.	86	71	.	.	90	100	.	.	.	29	40	
<i>Acer campestre</i>	.	22	53	62	9	9	86	98	23	44	70	40	.	11	11	14	22	.	.	.	67	100	36	100	100	82	80	
<i>Carex michelii</i>	.	25	6	49	.	18	100	19	19	15	50	28	40	17	22	.	.	67	50	7	90	14	60
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	6	.	53	9	9	.	19	20	4	10	22	22	33	33	75	29	50	71	66	100	
<i>Fallopia convolvulus</i>	.	12	6	11	36	36	86	48	3	42	10	14	10	.	.	.	7	23	.	17	.	11	.	.	20	.	14	30	14	82	40	70	100	63	.	.	
<i>Alliaria petiolata</i>	7	8	6	11	36	.	57	55	6	16	30	3	9	50	57	.	29	24	.	.	60	38	.	.	
<i>Rosa canina</i>	14	10	6	17	55	36	86	60	60	75	70	52	56	.	.	48	.	.	.	10	22	.	.	.	27	.	7	.	.	40	50	
<i>Euonymus europaeus</i>	.	.	.	15	9	9	86	52	20	14	90	16	.	.	.	14	.	.	.	33	3	.	.	.	50	4	.	.	33	.	36	100	57	84	20	
<i>Vicia pisiformis</i>	.	4	6	15	.	.	43	7	1	4	50	3	.	.	.	17	7	90	86	
<i>Hypericum hirsutum</i>	.	.	6	4	9	.	29	21	13	14	23	15	20	.	21	.	14		
<i>Viola odorata</i>	.	.	.	2	.	.	29	38	16	2	6	93	.	14	.	71	.	80	90	40	13	.	.	
<i>Bromopsis benekenii</i>	.	.	6	19	.	.	14	29	6	11	50	10	.	.	.	13	.	.	29	
<i>Ulmus minor s.l.</i>	.	.	.	13	.	.	100	71	1	1	30	3	.	.	.	6	29	.	.	.	80	70	
GROUP BD																																													
<i>Pulmonaria angustifolia</i>	.	.	6	.	27	36	19	60	33	.	29	33	15	57	.	17	10	28	26	9	8
<i>Melampyrum nemorosum</i>	.	.	24	2	48	25	.	15	.	14	.	.	.	60	20	44	8	33	46	80	.	90	72	100	43	69	33
<i>Deschampsia cespitosa</i>	40	24	24	67	15	40	15	33	10	.	4
<i>Taraxacum officinale</i>	30	.	40	.	12	11	.	.	46	5	33	20	28	39	43	8	20	.	.	20	.	.	20
<i>Ranunculus auricomus</i>	.	.	6	9	5	.	.	60	2	68	57	42	13	3	.	.	20	22	13	23
<i>Schedonorus giganteus</i>	39	36	44	42	20	14	45	.	10	6	.	.	23	20
<i>Maianthemum bifolium</i>	.	.	6	30	.	80	58	36	43	.	.	14	.	20	33	50	24	77	95	3	8	7
<i>Lysimachia vulgaris</i>	18	6	20	44	.	35	20	5	33	.	.	9	23

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Кластер/субкластер	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F	
Laserpitium latifolium	20	100	78	17	54	14	90	26	
Scorzonera humilis	14	32	43	2	20	4	20	8
Knautia arvensis	.	2	6	47	57	.	.	.	40	.	.	.	13	17	70	33	20	28	17	3	
Potentilla erecta	9	.	.	.	31	60	59	52	33	42	20	9	50	33	
Vaccinium myrtillus	7	74	38	20	78	12	.	.	.	29	2	29	45	33	
Hypericum maculatum	33	43	67	13	9	35	17	
Salix caprea	20	7	9	5	.	.	6	.	3	
Angelica sylvestris	.	.	6	12	100	56	.	35	.	55	85	
Trollius europaeus	16	17	9	.	.	.	6	
GROUP DF																																														
Galeopsis bifida	44	.	2	71	50	33	.	22	9	3	100	38	43	30	
Geranium sylvaticum	56	25	24	31	.	17	.	17	.	23	69	40	25	29	30	
Heracleum sphondylium	.	.	6	9	9	10	74	22	25	52	20	15	.	30	33	17	14	8	30	.	20	50	43	70	
Prunus padus	.	.	6	43	17	15	17	30	.	.	11	48	54	10	80	50	29	30	
Cytisus ruthenicus	71	40	4	49	10	67	60	17	87	23	38	43	.	
Viola canina s.l.	.	.	.	2	.	45	.	.	6	13	24	43	90	83	.	6	4	6	3	.	.	.	20	13	71	50	
Elytrigia repens	.	.	.	4	20	.	17	2	29	.	67	60	33	43	9	.	.	.	21	40	25	.	.	
Vicia sylvatica	8	15	.	.	.	6	.	3	54	13	20	13	14	.	
Thalictrum minus	9	10	33	.	9	.	.	.	4	77	23	20	38	86	70	
Aconitum lycoctonum	17	4	.	.	.	11	.	.	8	20	25	.	.	
Crepis sibirica	8	11	.	17	8	60	50	.	.	
Euphorbia esula s.l.	.	.	.	2	11	6	.	17	10	6	.	6	8	38	.	.	
GROUP ABD																																														
Pimpinella saxifraga	.	14	18	2	36	36	14	2	9	5	.	9	.	40	53	16	44	.	11	11	20	50	.	6	4	11	15	
Serratula tinctoria	.	.	41	11	36	18	29	7	21	12	10	17	.	60	24	96	100	25	52	57	95	.	.	61	17	49	54
Potentilla alba	.	.	47	.	36	45	.	2	41	8	30	.	75	100	72	80	57	.	86	.	.	.	33	92	41	66	65	50	10	50	17	54	23	
Agrostis capillaris	14	4	18	.	9	64	.	5	24	19	.	35	.	40	67	16	10	.	56	25	37	14	5	67	30	50	70		
Carex montana	.	10	76	53	.	9	.	10	77	11	5	100	.	40	74	100	57	.	.	.	40	.	.	.	50	.	63	65	.	20	50	26	66	85	.	.	10
Lathyrus niger	.	35	76	60	.	.	43	62	44	70	50	96	63	60	38	88	100	100	83	96	46	45	.	.	17	.	9	100	60	.	7	40	.	.	40	
Securigera varia	7	4	18	15	.	9	57	.	4	24	10	39	50	.	.	16	10	20	.	17	70	22	57	26	38	40	
Galium mollugo	.	27	29	15	27	5	.	69	.	36	89	.	37	91	65	83	50	50	22	37	62	20	
Melampyrum pratense	7	14	59	9	36	36	.	.	43	18	.	.	25	40	82	20	4	20	5	67	
Festuca rubra	.	.	.	2	36	91	.	2	21	1	.	26	6	.	55	36	40	71	10	83	30	6	52	3	
Carex pallescens	.	.	.	2	18	36	.	.	43	40	20	40	42	9	54	.	17	10	22	4	11
Anthoxanthum	.	6	6	2	27	55	.	.	9	4	40	64	7	46	10	17	10	

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Кластер/субкластер	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F
Cruciata glabra	.	.	18	12	71	64	.	100	69	.	.	100	.	.	.	57	.	.	.	25	.	14	9
GROUP ABDF																																													
Primula veris s.l.	.	16	29	2	9	9	14	31	6	9	.	70	50	100	29	16	43	20	89	83	70	57	85	17	20	50	.	40	85	.	.	.	10	14	.	.	.	80	63	71	50
Brachypodium pinnatum	7	25	47	49	36	36	100	14	24	5	30	100	69	.	49	68	34	45	17	.	83	30	46	85	.	.	.	14	100	88	100	90	
Calamagrostis epigejos	.	6	.	.	27	55	29	2	4	1	.	17	.	.	12	12	78	17	15	37	5	67	30	33	65	6	20	50	57	.
Calamagrostis arundinacea	7	29	12	43	9	70	31	.	41	68	86	.	.	.	60	.	.	42	2	74	90	17	.	22	65	11	23	60	38	100	90
Digitalis grandiflora	7	37	6	2	.	18	.	.	20	28	5	13	56	40	.	32	71	40	33	33	57	49	35	.	.	6	80	50	100	50	
Hieracium umbellatum	14	12	6	.	9	45	.	.	20	6	13	56	57	78	.	14	.	.	22	.	24	34	80	33	20	6	70	.	15	20	25	57	70
Vicia sepium	.	.	24	2	27	61	.	60	51	56	89	50	43	51	75	17	50	61	13	49	31	.	.	.	14	25	86	30
Filipendula vulgaris	.	.	12	6	27	9	29	5	1	2	50	.	.	.	40	28	20	.	.	.	7	51	15	33	30	33	.	49	23	.	.	.	10	14	.	.	.	20	25	43	90
Tanacetum corymbosum	21	69	41	45	.	.	57	10	16	60	50	52	30	.	.	17	24	23	.	.	30	72	9	86	23	.	75	.	.	71	.	.	.	40	25	57	90
Silene viscaria	79	78	29	2	18	27	.	.	6	34	20	2	46	.	33	10	.	17	3	10	29	.
Moehringia trinervia	7	2	.	9	45	60	77	16	.	33	22	.	13	74	65	33	.	11	57	11	8	27	29	.
Inula salicina	.	.	.	30	18	.	57	7	.	.	50	.	25	.	.	12	9	14	.	.	28	.	17	54	50	
Lonicera xylosteum	.	.	.	6	.	.	29	14	9	10	.	57	44	.	.	24	8	46	60	.	.	.	
GROUP BCDF																																													
Rubus saxatilis	35	50	60	47	12	.	67	44	43	30	20	.	42	11	54	100	50	10	.	4	63	62	60	63	100	90
Pteridium aquilinum	70	50	80	50	36	100	33	.	86	80	100	56	50	35	69	35	67	30	33	4	6	69	7	40	25	.	.
Sorbus aucuparia	29	2	96	.	40	83	12	57	100	44	100	.	20	33	17	39	94	85	50	40	17	87	66	23	33	.	.	20	60	25	43	10
Galium boreale	27	26	63	80	89	8	.	.	.	14	.	.	22	17	39	40	95	50	10	33	4	71	46	.	.	.	30	40	50	86	90
Solidago virgaurea	.	2	29	23	9	74	38	.	47	44	71	.	.	29	10	20	22	.	7	29	50	17	20	22	70	11	46	33	60	63	86	50
Viburnum opulus	.	.	6	78	31	20	.	28	71	11	22	14	.	.	33	8	39	34	65	.	.	11	22	62	69	13	.	.	30	20	38	.	.
Betula pendula	36	.	12	2	9	17	.	80	14	.	100	11	.	14	80	.	89	83	35	80	65	50	20	11	35	26	46	27	.	.	50	25	29	.
Rubus idaeus	.	2	17	.	80	42	16	.	.	.	43	.	20	.	.	7	49	45	17	.	11	4	6	40	.	.	10
Populus tremula	.	.	6	40	.	20	43	67	11	29	60	.	33	.	43	66	45	.	10	33	30	23	46	.	.	.	10	29
Lilium martagon	.	2	12	4	70	25	20	.	16	43	.	.	14	.	.	.	8	13	51	70	.	10	6	.	17	29	30
Epipactis helleborine	.	.	18	2	56	33	.	14	2	34	75	.	.	6	4	26	62	27	.	.	.	14	.	.	.	80	25	14	10
GROUP ABCDE																																													
Convallaria majalis	.	22	65	66	55	45	29	38	19	21	30	96	81	60	89	52	100	100	100	100	100	60	67	75	72	89	90	67	60	22	52	51	92	80	25	14	40	14	.	40	90
Pyrus communis s.l.	7	2	12	6	9	9	29	14	16	20	50	65	31	.	33	52	71	22	22	29	30	40	.	25	4	71	10	33	10	72	74	6	15	67	.	29	60	57	5	100	90
Vincetoxicum hircundinaria	64	80	41	26	55	55	86	29	21	59	50	61	44	.	.	76	43	44	.	.	40	20	.	17	4	11	10	17	20	61	17	43	85	.	.	7	60	43	.	20	90	.	25	.	.
Corylus avellana	.	14	35	26	9	.	14	5	53	11	.	96	100	100	44	60	.	67	56	57	10	20	44	.	39	51	55	67	20	39	9	.	100	20	.	.	.	71	.	40
Astragalus glycyphyllos	.	16	29	23	18	.	71	26	20	65	10	57	25	80	57	12	42	4	20	.	.	20	89	4	20	46	33	25	14	80	71

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
Кластер/субкластер	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F
Brachypodium sylvaticum	.	4	29	45	27	64	14	60	41	19	70	.	.	.	34	36	100	75	9	11	50	.	10	.	.	.	77	20	.	14	70	14	.	60	10	
Galium aparine	14	14	12	11	45	.	43	38	7	11	70	.	.	40	.	20	.	33	56	2	11	.	.	.	17	9	46	.	13	.	57	.	57	10	40	70	
Cornus sanguinea	.	4	41	36	.	.	29	40	46	25	50	96	100	.	.	36	29	.	22	2	3	.	.	.	17	.	.	31	27	.	7	30	29	.	60	
Torilis japonica	.	10	18	17	9	27	14	24	1	24	10	.	.	60	.	12	60	.	.	.	26	.	17	.	56	43	.	.	27	.	.	80	71	
Ajuga genevensis	7	20	.	28	36	.	43	.	1	20	30	22	11	.	10	.	.	8	.	14	.	.	30	6	30	6	.	.	.	14	.	14	
Campanula rapunculoides	.	10	35	28	.	.	.	10	14	31	5	36	48	9	5	.	.	89	9	17	62	.	25	21	10	14	
Malus sylvestris s.l.	.	.	.	4	10	.	.	60	.	28	14	22	22	11	80	65	50	.	33	61	20	15	.	.	7	20	.	.	40	70	
GROUP ABCDEF																																														
Quercus robur	.	.	18	21	45	100	86	50	61	14	70	70	.	80	66	28	100	100	100	100	100	100	100	100	46	97	100	83	100	100	100	100	100	73	100	86	100	100	5	100	90	80	75	100	90	
Geum urbanum	.	2	29	43	36	27	100	90	37	31	50	35	.	60	47	56	100	22	.	86	10	60	56	50	65	89	95	33	20	61	48	40	8	40	75	71	70	71	92	60	90	80	50	43	50	
Veronica chamaedrys	50	69	65	43	64	73	86	21	91	89	70	74	44	100	93	92	100	22	33	14	30	80	78	67	70	91	90	100	70	39	61	40	23	27	.	14	90	29	.	20	.	20	38	43	30	
Dactylis glomerata s.l.	7	8	12	81	100	64	86	50	41	52	50	.	.	60	20	48	86	22	.	.	30	20	11	17	22	17	45	17	40	61	35	6	15	73	100	43	20	86	5	60	30	20	38	57	70	
Poa nemoralis s.l.	36	88	88	87	55	27	86	55	79	98	50	48	.	20	52	64	.	100	67	.	30	.	22	33	9	14	15	17	60	83	57	20	46	100	75	71	100	71	82	40	10	100	38	43	70	
Betonica officinalis	.	8	59	17	64	45	71	17	56	30	50	87	69	100	77	84	100	22	33	71	60	60	78	58	72	86	95	33	90	89	61	66	92	13	.	7	40	43	.	.	.	20	38	86	50	
Melica nutans	.	18	41	13	9	27	14	19	40	8	.	100	100	20	99	28	100	100	56	71	80	60	44	25	54	97	90	100	80	17	65	40	92	47	25	.	20	57	.	.	.	80	63	57	30	
Polygonatum odoratum	50	57	41	6	55	82	.	17	4	29	10	91	50	40	59	24	71	56	56	71	80	66	95	17	80	17	91	26	77	.	.	14	20	29	.	60	70	60	63	71	50	
Hypericum perforatum	50	53	24	26	64	18	86	7	30	50	50	61	31	80	55	24	.	.	.	29	10	40	44	.	43	83	40	83	20	67	39	46	23	13	.	14	80	29	.	.	30	.	25	.	10	
Carex muricata agg.	.	18	6	32	18	27	86	29	21	35	30	.	19	.	.	12	.	.	22	.	.	20	.	8	11	31	15	33	10	44	4	71	46	33	75	50	60	57	82	80	.	20	38	86	50	
Clinopodium vulgare	.	35	35	45	82	82	100	43	51	84	10	100	75	100	48	72	86	.	.	71	40	100	.	50	37	89	95	83	40	89	48	49	92	27	.	.	50	14	.	20	.	60	25	.	.	
Euonymus verrucosus	.	8	12	30	9	.	14	24	1	9	70	87	75	89	89	71	50	.	11	33	15	60	65	50	20	39	91	57	15	93	75	43	90	100	.	100	90	80	75	.	.	
Fragaria vesca	.	35	18	30	45	73	.	7	63	55	50	96	94	100	93	96	.	.	.	100	40	80	67	75	54	97	80	83	60	28	35	77	31	33	.	.	30	.	.	.	30	80	13	100	30	
Hylotelephium telephium agg.	64	67	18	36	18	45	43	10	6	58	10	39	25	40	36	28	43	.	.	43	.	40	.	.	2	29	10	33	10	.	4	.	15	.	.	.	30	.	29	60	.	40	50	71	30	
Scrophularia nodosa	.	2	12	13	27	45	.	31	39	14	10	.	.	.	37	32	14	20	44	33	30	23	20	.	10	67	39	49	54	20	25	7	30	29	.	20	10	80	38	29	.	
Stellaria holostea	.	8	24	4	17	49	9	12	.	33	67	14	.	40	.	42	2	20	20	17	40	28	4	20	38	93	75	36	100	86	100	40	.	100	88	86	90	
Tilia cordata	14	25	41	13	45	65	.	.	4	.	29	33	33	14	40	.	11	.	4	9	70	.	.	11	39	9	31	73	50	29	70	14	.	60	.	80	50	71	30	
Viola hirta	.	4	24	47	18	.	100	52	20	39	10	.	6	60	.	.	13	40	50	17	40	61	9	23	62	67	50	64	70	29	.	.	10	40	25	57	50	
Achillea millefolium	7	18	29	6	55	45	57	.	4	11	.	.	13	60	38	.	.	22	.	.	50	.	56	.	4	54	10	83	30	50	43	.	15	.	.	14	.	.	5	20	.	20	50	71	.	
Origanum vulgare	.	14	.	9	.	9	43	2	4	10	50	.	38	.	.	.	57	.	33	29	.	20	44	.	24	26	45	.	20	39	13	.	31	.	.	14	10	14	.	40	.	100	63	100	90	
Silene nutans	14	61	71	23	36	55	57	5	10	21	10	17	31	56	.	.	10	.	.	.	2	40	.	17	70	22	61	9	31	33	.	29	20	13	29	50	
Rhamnus cathartica	.	8	24	4	9	27	57	45	4	10	50	83	.	40	36	12	29	.	.	.	30	44	17	77	46	.	.	21	50	29	.	40	.	80	38	29	30	
Galium verum	.	2	.	13	27	45	29	2	29	12	26	.	29	56	33	.	90	20	.	2	3	.	33	50	6	26	26	8	.	.	.	10	.	.	40	.	.	25	29	50		
Urtica dioica	.	2	.	.	9	.	.	33	3	1	.	.	.	60	54	.	43	22	11	57	.	60	56	50	43	54	20	.	.	44	22	3	.	7	.	.	10	.	.	.	90	80	25	29	10	

Продовження табл. Б2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Кластер/субкластер	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	D1	D1	D1	D1	D1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	E	E	E	E	E	E	E	E	F	F	F	F
<i>Lathyrus vernus</i>	.	.	18	28	.	.	.	7	10	50	.	48	100	.	.	64	22	67	52	57	85	.	10	50	.	63	85	47	25	.	20	43	.	40	.	100	75	86	70
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	13	27	9	29	19	3	6	33	11	29	.	20	11	.	13	6	.	.	20	11	30	.	23	.	.	.	40	57	95	.	10	100	25	.	10
<i>Carex digitata</i>	.	25	24	11	100	75	.	27	.	29	67	44	29	2	31	10	50	20	.	.	.	8	40	.	21	20	13	.	.
<i>Fragaria viridis</i>	.	4	.	9	36	.	.	12	1	9	5	12	8	4	.	.	17	.	39	.	3	.	.	.	14	.	.	18	40	.	20	50	.	70
<i>Trifolium medium</i>	16	32	5	.	6	100	.	92	22	17	17	33	4	31	8	.	.	.	20	29	.	.	70	.	.	14	70

Фітоіндикаційна оцінка синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів з використанням шкал Я.Дідуха (префікс "d") та Г.Еленберга (префікс "e"), а також частки видів різних класів рослинності у видовому складі синтаксонів.

Позначення синтаксонів і кластерів відповідають табл. Б.1 та Б.2. Позначення екофакторів: Hd – вологість ґрунту, Rc – кислотність, Nt – азот, Lc – світловий режим, Tm – терморегімі, Kn – континентальність. Позначення класів Браун-Бланке відповідають EVC

№	cluster	фітоіндикаційні бали (шкали Г. Еленберга)						фітоіндикаційні бали (шкали Я. Дідуха)						Фітосоціологічний спектр (частки видів класів Браун-Бланке)									
		eHd	eRc	eNt	eLc	eTm	eKn	dHd	dRc	dNt	dLc	dTm	dKn	FAG	GER	PUB	MOL	FES	BRA	ANT	QUE	RHA	
1	A	3.80	5.31	2.71	6.85	5.39	4.36	39.00	41.44	38.94	71.24	56.68	40.21	0.07	0.16	0.08	0.05	0.2	0.05	0.04	0.09	0.03	
2	A	4.10	5.93	3.71	6.37	5.37	4.14	40.91	44.56	45.42	65.49	57.99	39.71	0.14	0.17	0.11	0.05	0.15	0.05	0.08	0.05	0.04	
3	A	4.51	6.28	4.06	5.91	5.41	3.99	43.49	44.54	48.29	60.96	57.58	39.01	0.2	0.2	0.14	0.09	0.08	0.06	0.06	0.08	0.05	
4	A	4.31	6.55	4.03	6.20	5.56	4.19	41.99	46.35	48.75	64.75	59.29	40.10	0.17	0.2	0.12	0.08	0.14	0.05	0.08	0.04	0.04	
5	A	4.56	6.13	4.10	6.19	5.44	4.10	43.47	44.05	48.12	65.58	57.07	39.73	0.15	0.19	0.11	0.11	0.11	0.06	0.11	0.07	0.04	
6	A	4.42	6.07	3.74	6.41	5.42	3.97	42.70	43.52	44.99	68.31	56.81	40.12	0.15	0.23	0.13	0.11	0.08	0.09	0.06	0.09	0.06	
7	A	4.20	7.03	4.08	6.31	5.80	3.98	41.18	47.87	48.62	65.90	60.30	40.70	0.17	0.24	0.18	0.07	0.11	0.06	0.07	0.03	0.07	
8	A	4.45	6.80	4.45	6.04	5.76	3.89	43.05	47.51	51.53	62.41	59.59	40.46	0.21	0.22	0.18	0.07	0.07	0.06	0.08	0.05	0.06	
9	A	4.45	6.26	3.97	6.16	5.62	3.90	43.09	44.39	48.73	63.79	58.55	39.87	0.18	0.22	0.15	0.09	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	
10	A	4.34	6.46	4.00	6.16	5.69	3.95	42.44	45.40	48.78	63.92	59.40	40.10	0.18	0.24	0.16	0.07	0.09	0.07	0.07	0.07	0.06	
11	A	4.06	7.25	4.03	6.44	5.88	4.31	40.25	49.48	49.40	67.48	60.77	43.76	0.14	0.29	0.19	0.04	0.14	0.07	0.05	0.04	0.05	
12	B	4.50	6.10	4.02	5.83	5.24	4.16	43.99	44.33	45.70	58.63	56.20	38.37	0.22	0.19	0.13	0.06	0.06	0.1	0.04	0.12	0.06	
13	B	4.43	6.24	3.54	5.85	5.25	4.20	43.11	44.43	44.36	59.84	55.77	38.64	0.22	0.24	0.15	0.06	0.09	0.12	–	0.09	0.05	
14	B	4.81	6.09	3.98	6.07	5.39	4.00	45.60	42.95	48.74	59.37	55.41	38.22	0.21	0.17	0.13	0.12	0.05	0.11	0.07	0.11	0.05	
15	B	4.73	5.05	3.53	5.93	5.09	4.04	45.36	39.76	44.02	61.90	53.92	38.02	0.18	0.16	0.09	0.1	0.07	0.09	0.04	0.13	0.03	
16	B	4.85	6.25	3.75	6.01	5.44	4.10	45.04	43.88	46.89	60.10	56.70	39.08	0.2	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.04	0.09	0.05	
17	B	4.72	6.21	4.17	5.91	5.33	4.06	45.01	43.46	46.03	62.94	54.76	40.09	0.2	0.18	0.15	0.06	0.06	0.12	0.06	0.11	0.06	
18	C	4.54	6.26	4.26	5.88	5.45	4.10	45.39	43.65	49.00	59.11	55.26	40.81	0.22	0.18	0.13	0.09	0.06	0.13	0.08	0.11	–	
19	C	4.66	6.82	4.45	5.89	5.58	4.16	45.84	46.32	51.27	56.36	55.43	39.89	0.28	0.18	0.11	–	0.07	0.13	0.07	0.08	0.07	
20	C	4.68	6.05	4.40	5.76	5.52	4.27	44.79	43.16	48.48	58.45	55.88	38.91	0.2	0.17	0.14	–	0.07	0.14	0.11	0.13	0.06	

№	cluster	фітоіндикаційні бали (шкали Г. Еленберга)						фітоіндикаційні бали (шкали Я. Дідуха)						Фітосоціологічний спектр (частки видів класів Браун-Бланке)								
		eHd	eRc	eNt	eLc	eTm	eKn	dHd	dRc	dNt	dLc	dTm	dKn	FAG	GER	PUB	MOL	FES	BRA	ANT	QUE	RHA
21	C	4.27	6.45	3.75	6.36	5.49	4.41	40.98	44.53	43.37	66.12	56.87	43.19	0.11	0.24	0.12	0.06	0.14	0.14	0.05	0.08	0.04
22	C	4.93	6.30	4.61	5.83	5.47	4.25	46.33	45.46	52.09	57.85	54.56	40.48	0.24	0.19	0.14	0.13	–	0.1	0.11	0.1	–
23	D	5.08	6.29	4.44	6.11	5.16	4.23	47.10	42.84	49.88	60.75	53.04	39.06	0.21	0.14	0.1	0.22	0.06	0.11	0.09	0.08	–
24	D	5.06	6.42	4.55	5.78	5.34	4.07	45.99	44.03	49.19	58.74	54.31	38.65	0.21	0.17	0.15	0.13	0.06	0.11	0.06	0.1	–
25	D	5.06	6.21	4.34	6.21	5.32	4.08	47.05	43.29	50.10	63.51	53.88	40.22	0.16	0.18	0.1	0.16	0.08	0.09	0.11	0.07	0.02
26	D	4.89	6.00	4.06	6.33	5.47	4.21	45.31	42.75	47.66	63.62	53.98	40.41	0.13	0.16	0.1	0.16	0.13	0.07	0.11	0.06	0.02
27	D	5.00	5.99	4.20	5.92	5.32	4.11	46.70	42.35	47.87	60.03	53.09	39.98	0.17	0.15	0.1	0.14	0.06	0.1	0.1	0.09	–
28	D	4.55	5.64	3.74	6.60	5.60	4.21	44.07	42.26	46.11	69.21	53.62	41.24	0.09	0.15	0.07	0.18	0.12	0.08	0.12	0.07	–
29	D	4.52	6.24	4.05	6.32	5.61	4.32	43.79	44.49	47.59	65.55	55.56	41.60	0.13	0.2	0.14	0.15	0.11	0.11	0.07	0.07	–
30	D	4.51	6.75	4.36	6.51	5.61	4.38	43.06	46.13	50.25	67.25	56.54	41.61	0.13	0.21	0.11	0.13	0.13	0.09	0.13	0.04	0.04
31	D	4.58	6.47	4.25	6.40	5.62	4.47	43.54	45.18	49.57	66.20	55.61	43.29	0.11	0.18	0.13	0.14	0.16	0.09	0.12	0.05	0.03
32	D	4.63	6.71	4.34	6.33	5.48	4.49	43.29	45.99	50.09	65.61	55.50	42.12	0.13	0.21	0.11	0.13	0.17	0.08	0.1	0.04	0.02
33	D	4.72	6.88	4.48	6.03	5.47	4.31	44.50	46.28	49.58	62.63	55.45	40.37	0.2	0.21	0.11	0.13	0.09	0.1	0.08	0.06	0.02
34	E	4.86	6.65	5.36	5.19	5.39	3.80	46.29	46.54	56.53	50.46	57.14	38.97	0.35	0.14	0.13	0.04	–	0.08	0.12	0.07	0.07
35	E	4.92	7.00	5.35	4.77	5.71	3.90	47.40	48.89	58.37	45.03	57.03	41.79	0.57	0.19	0.24	–	–	–	–	–	–
36	E	4.73	7.20	5.47	5.64	5.67	4.21	43.76	48.82	57.91	55.58	58.08	40.90	0.33	0.16	0.14	0.04	0.07	0.04	0.13	–	0.09
37	E	4.54	7.08	4.60	6.28	5.70	4.25	43.61	48.26	52.10	62.79	56.94	41.36	0.18	0.18	0.13	0.11	0.08	0.09	0.11	0.05	0.06
38	E	4.66	7.09	5.03	5.51	5.58	3.97	43.51	49.57	55.74	56.92	57.32	41.52	0.28	0.2	0.15	0.07	0.07	0.09	0.09	–	0.07
39	E	4.69	6.78	5.65	5.94	5.77	4.03	44.35	49.24	59.56	57.88	57.91	42.85	0.33	0.15	0.17	–	0.1	–	0.25	–	–
40	E	4.37	7.34	4.82	6.03	5.87	4.26	40.67	49.57	52.76	62.61	58.52	44.17	0.23	0.17	0.13	0.07	0.19	0.05	0.09	–	0.07
41	E	4.84	7.00	5.75	6.17	5.57	4.06	45.86	47.41	57.51	63.27	57.86	43.78	0.21	0.21	0.17	0.13	–	–	0.21	0.08	–
42	F	4.93	6.83	5.12	5.90	5.31	4.38	44.59	45.68	52.97	60.74	54.74	44.32	0.19	0.18	0.07	0.1	0.09	0.18	0.12	0.04	0.03
43	F	4.71	6.89	4.85	6.09	5.41	4.46	43.47	46.45	51.39	63.56	54.91	44.80	0.15	0.18	0.08	0.12	0.14	0.18	0.09	0.04	0.03
44	F	4.57	6.75	4.49	5.81	5.16	4.61	43.32	46.47	49.31	61.87	53.88	44.29	0.16	0.2	0.07	0.12	0.15	0.2	0.06	0.04	–
45	F	4.56	6.90	4.16	6.10	5.39	4.60	42.40	47.56	48.55	63.66	55.29	46.00	0.14	0.22	0.07	0.14	0.14	0.21	0.04	0.04	–

Кліматичні показники, використані для db-RDA ординації синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.

Позначення: bio1 – Annual Mean Temperature, bio2 – Mean Diurnal Range, bio3 – Isothermality (BIO2/BIO7), bio4 – Temperature Seasonality (sd *100), bio5 – Max Temperature of Warmest Month, bio6 – Min Temperature of Coldest Month, bio7 – Temperature Annual Range (BIO5-BIO6), bio8 – Mean Temperature of Wettest Quarter, bio9 – Mean Temperature of Driest Quarter, bio10 – Mean Temperature of Warmest Quarter, bio11 – Mean Temperature of Coldest Quarter, bio12 – Annual Precipitation, bio13 – Precipitation of Wettest Month, bio14 – Precipitation of Driest Month, bio15 – Precipitation Seasonality, bio16 – Precipitation of Wettest Quarter, bio17 – Precipitation of Driest Quarter, bio18 – Precipitation of Warmest Quarter, bio19 – Precipitation of Coldest Quarter

№	cluster	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19	Latitude	Longitude
1	A	82	89	30	7135	236	-53	288	170	1	170	-13	595	82	29	38	234	91	234	94	49.1014	16.2458
2	A	82	89	30	7135	236	-53	288	170	1	170	-13	595	82	29	38	234	91	234	94	49.1028	16.2444
3	A	85	90	30	7251	240	-52	292	175	3	175	-12	557	80	26	40	222	81	222	85	49.1847	16.5403
4	A	90	92	30	7309	248	-47	296	181	8	181	-7	554	77	27	38	217	84	217	87	48.9583	16.5944
5	A	93	93	31	7312	252	-45	297	184	10	184	-4	603	80	31	35	229	97	229	101	48.7500	16.7944
6	A	94	94	31	7337	254	-46	300	185	10	185	-4	646	86	33	35	248	104	248	108	48.7198	17.0559
7	A	98	97	31	7508	262	-46	308	192	11	192	-2	623	76	35	28	224	107	224	118	48.2124	17.4308
8	A	101	98	31	7638	265	-48	313	191	15	194	-2	573	68	31	24	185	104	185	117	47.9792	18.4713
9	A	68	94	30	7342	224	-78	302	158	-17	158	-31	898	127	47	34	337	145	337	157	49.2061	18.7791
10	A	86	94	29	7922	249	-70	320	184	0	184	-21	692	90	38	30	253	120	253	137	48.8480	21.8739
11	A	99	101	31	7933	267	-57	324	181	10	195	-9	545	76	28	32	197	86	188	94	47.8387	20.3540
12	B	81	83	28	7486	231	-61	292	172	-7	172	-21	613	87	29	39	243	93	243	100	50.7944	19.2490
13	B	74	84	27	7895	228	-81	309	168	-21	168	-37	631	90	28	40	254	93	254	98	50.8349	20.3128
14	B	75	79	30	6616	218	-42	259	158	-1	158	-10	626	74	36	23	214	120	214	129	50.6620	12.3571
15	B	77	79	26	7709	232	-65	298	172	13	172	-27	566	76	27	30	205	92	205	107	53.0708	17.0630
16	B	67	99	31	7700	223	-91	314	147	-23	161	-37	645	100	29	47	276	92	269	95	46.1065	25.6456
17	B	70	83	25	8546	236	-89	325	173	-36	173	-47	538	74	24	37	209	77	209	87	52.2498	22.2050

№	cluster	bio1	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18	bio19	Latitude	Longitude
18	C	80	84	24	9225	257	-82	338	195	-31	195	-40	563	77	31	29	204	104	204	119	49.8475	31.5522
19	C	80	84	24	9225	257	-82	338	195	-31	195	-40	563	77	31	29	204	104	204	119	49.8449	31.5562
20	C	77	82	24	9005	245	-85	330	188	-32	188	-41	631	88	35	30	231	115	231	128	50.4881	30.0832
21	C	81	85	24	9314	261	-81	342	198	-32	198	-39	554	75	31	29	200	107	200	123	49.3771	31.8252
22	C	75	86	24	9312	251	-91	342	190	-38	190	-46	590	78	34	27	210	110	210	126	50.8033	32.2718
23	D	51	82	23	9533	232	-116	348	170	-66	170	-71	595	84	25	35	228	89	228	100	53.6621	33.5070
24	D	56	83	23	9590	238	-112	350	176	-62	176	-67	584	81	28	32	217	94	217	106	52.8800	33.6125
25	D	58	83	23	9589	239	-111	350	177	-60	177	-66	586	81	28	30	216	96	216	108	52.7059	33.5657
26	D	63	84	24	9542	242	-106	349	181	-54	181	-61	594	81	31	28	214	104	214	118	52.1583	33.3455
27	D	58	83	23	9662	240	-111	351	179	-61	179	-66	586	80	29	30	214	98	214	109	52.5063	33.9869
28	D	60	83	23	9620	241	-109	350	180	-58	180	-64	589	80	30	29	214	100	214	112	52.3290	33.7211
29	D	69	86	24	9700	250	-102	353	189	2	189	-57	600	76	34	24	204	111	204	128	50.6695	34.5562
30	D	59	84	23	9993	241	-118	359	182	-10	182	-72	608	78	33	25	206	109	206	126	51.4566	35.9752
31	D	58	84	23	10034	241	-119	361	181	-53	181	-72	608	77	32	25	207	109	207	125	51.7109	36.2995
32	D	49	87	23	10520	243	-136	379	178	-80	178	-88	576	81	27	32	210	90	210	106	53.6256	38.6562
33	D	49	81	22	9876	233	-124	357	172	-71	172	-79	640	86	30	32	238	100	238	116	54.4892	36.3632
34	E	82	85	25	9298	260	-81	341	198	-30	198	-39	560	76	31	28	201	107	201	124	49.7197	31.9232
35	E	84	88	24	9618	269	-84	353	194	16	204	-40	523	60	32	19	164	108	164	126	48.9899	34.1188
36	E	83	88	25	9400	264	-82	346	200	-31	200	-38	569	74	34	25	197	114	197	131	49.4386	32.6266
37	E	65	83	23	9927	248	-109	357	188	-3	188	-64	584	73	32	23	193	105	193	126	50.6395	36.0299
38	E	68	90	22	10885	274	-118	392	152	-10	204	-72	504	54	29	20	149	91	148	127	50.4049	40.9708
39	E	84	84	23	9712	270	-83	353	190	14	206	-41	526	61	34	18	164	108	158	131	48.7779	35.3499
40	E	79	82	22	10022	263	-94	358	188	9	203	-51	509	59	28	19	157	103	155	126	49.0387	37.4767
41	E	84	87	23	10369	281	-90	371	197	-42	214	-48	482	58	25	23	157	91	152	111	39.7182	48.5996
42	F	33	109	23	12763	269	-194	463	188	-53	188	-135	460	52	24	23	147	80	147	98	53.0107	55.9173
43	F	24	112	23	12853	263	-206	469	181	-132	181	-145	463	56	24	24	156	81	156	94	52.9884	56.5709
44	F	13	113	23	12908	253	-219	472	170	-143	170	-157	481	63	25	28	171	81	171	93	53.2196	57.1167
45	F	26	118	24	13300	275	-211	486	188	-136	188	-149	373	45	20	23	125	65	125	74	51.6415	57.5210

Спектри 10 видів найвищого трапляння деревного, чагарникового і трав'яного ярусів у кластерах синтаксонів ксеромезофітних дубових лісів.

Позначення кластерів відповідають табл. Б.2. Вказані ранги значень трапляння видів; у верхньому індексі – трапляння видів у відсотках

Види	Кільк. кластерів	Кластери ксеромезофітних дубових лісів					
		A	B	C	D	E	F
Деревний ярус							
<i>Quercus robur</i>	6	2 ⁴²	2 ⁵⁷	1 ¹⁰⁰	1 ⁹³	1 ⁸²	1 ⁸⁶
<i>Acer platanoides</i>	5		8 ²⁵	3 ⁴⁵	7 ²⁷	2 ⁵⁴	3 ⁵³
<i>Pyrus communis</i>	5	9 ¹⁶	3 ⁴²	5 ²⁹	5 ²⁹	4 ⁵¹	
<i>Pinus sylvestris</i>	5	8 ¹⁷	5 ³⁵	2 ⁵⁸	6 ²⁹		6 ¹⁰
<i>Tilia cordata</i>	5	10 ¹³		7 ²⁴	8 ¹⁷	5 ³⁷	2 ⁵⁸
<i>Betula pendula</i>	4		6 ³⁵	8 ²¹	2 ⁴⁹		5 ¹⁴
<i>Carpinus betulus</i>	4	4 ²⁶	4 ⁴⁰	6 ²⁷		7 ²⁰	
<i>Malus sylvestris</i>	4		10 ¹⁷	10 ⁹	4 ³⁰	9 ¹⁷	
<i>Populus tremula</i>	3		9 ¹⁷	4 ³³	3 ³⁰		
<i>Ulmus laevis</i>	3				10 ³	10 ¹³	7 ¹⁰
<i>Quercus petraea</i>	2	1 ⁶⁸	1 ⁷⁴				
<i>Ulmus glabra</i>	2					8 ²⁰	4 ⁴⁶
<i>Fraxinus excelsior</i>	2			9 ¹¹		3 ⁵³	
<i>Ulmus minor</i>	2	5 ²⁰				6 ²²	
<i>Quercus cerris</i>	1	3 ³¹					
<i>Fagus sylvatica</i>	1		7 ²⁶				
<i>Quercus pubescens</i>	1	6 ²⁰					
<i>Prunus avium</i>	1	7 ¹⁷					
<i>Picea abies</i>	1				9 ⁷		
Чагарниковий ярус							
<i>Euonymus verrucosus</i>	5		10 ²⁷	1 ⁶⁰	3 ⁴¹	1 ⁷⁴	5 ³⁹
<i>Rhamnus cathartica</i>	5	7 ²²	8 ³³		8 ¹⁷	7 ¹⁸	4 ⁴⁴
<i>Frangula alnus</i>	4	8 ¹⁹	1 ⁷²	3 ⁵²	1 ⁶¹		
<i>Sorbus aucuparia</i>	4		3 ⁴⁸	2 ⁵³	2 ⁵⁰		6 ³⁴
<i>Corylus avellana</i>	4		2 ⁶⁷	5 ⁴²	4 ³⁹	8 ¹⁶	
<i>Viburnum opulus</i>	4		7 ³⁸	10 ⁹	5 ³¹		10 ¹⁴
<i>Acer tataricum</i>	3			4 ⁴⁶	9 ¹⁴	2 ⁷⁴	
<i>Cornus sanguinea</i>	3	6 ²⁵	6 ⁴⁴			6 ²⁴	
<i>Prunus spinosa</i>	3	4 ³⁶	9 ³⁰			9 ¹⁴	
<i>Cytisus ruthenicus</i>	3			6 ²²	6 ²⁹		7 ²⁰
<i>Acer campestre</i>	2	3 ⁴³				3 ⁷¹	
<i>Crataegus monogyna</i>	2	2 ⁵⁵	5 ⁴⁶				
<i>Caragana frutex</i>	2					10 ¹¹	1 ⁶⁴
<i>Euonymus europaeus</i>	2	5 ²⁷				5 ⁴¹	
<i>Prunus padus</i>	2				7 ¹⁷		2 ⁴⁷
<i>Rubus idaeus</i>	2			7 ¹³	10 ¹³		

Продовження табл. Б.5

Види	Кільк. кластерів	Кластери ксеромезофітних дубових лісів					
		A	B	C	D	E	F
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	1						8 ⁷²
<i>Digitalis grandiflora</i>	1						9 ⁷⁰
<i>Carex pediformis</i>	1						10 ⁶⁸

ДОДАТОК В

ДИФЕРЕНЦІЙНІ ТАБЛИЦІ СИНТАКСОНІВ КСЕРОМЕЗОФІТНИХ ДУБОВИХ ЛІСІВ

Таблиця В.1

Порівняльна таблиця синтаксонів союзу *Convallario majalis-Quercion roboris*.

Позначення синтаксонів: 1 – *Melicae nutantis-Quercetum roboris* (UA: Черкаська обл., КПЗ [212, с. 48, табл. 9, оп. 19–27]); 2 – *Convallario majalis-Quercetum roboris* (UA: Черкаська обл., КПЗ [212, с. 48, табл. 9, оп. 7–15]); 3 – *Clinopodio vulgare-Quercetum roboris* (UA: Києво-Святошинський р-н [194, с. 72, табл. 2, оп. 1–7]); 4 – *Convallario majalis-Quercetum roboris daphneosum sneori* (UA: Черкаська обл., Черкаський р-н [32, с. 29, табл. 1, оп. 1–10]); 5 – *Pteridio aquilini-Quercetum roboris* (UA: Чернігівська обл., Ічнянський р-н [9, с. 62, табл. 3, оп. 1-5])

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
Кількість описів	9	9	7	10	5
Кількість видів	56	47	67	67	59
Константні види					
<i>Quercus robur</i>	100	100	100	100	100
<i>Pinus sylvestris</i>	56	44	100	90	.
<i>Corylus avellana</i>	67	56	57	10	20
<i>Frangula alnus</i>	78	33	100	30	20
<i>Acer tataricum</i>	78	89	43	20	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	100	44	100	.	20
<i>Euonymus verrucosus</i>	89	89	71	50	.
<i>Convallaria majalis</i>	100	100	100	100	60
<i>Melica nutans</i>	100	56	71	80	60
<i>Rubus saxatilis</i>	67	44	43	30	20
<i>Campanula persicifolia</i>	44	22	29	60	40
<i>Betonica officinalis</i>	22	33	71	60	60
<i>Veronica chamaedrys</i>	22	33	14	30	80
<i>Galium verum</i>	56	33	.	90	20
<i>Geranium sanguineum</i>	78	33	71	100	.
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	44	56	29	90	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	56	56	71	80	.
Диференційні види					
<i>Hieracium umbellatum</i>	78	.	14	.	.
<i>Silene nutans</i>	56	.	.	10	.
<i>Platanthera bifolia</i> agg.	56	.	.	.	40
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	86	50	.
<i>Rubus caesius</i>	.	.	57	10	.
<i>Cytisus ruthenicus</i>	.	.	71	40	.
<i>Cruciata glabra</i>	.	.	57	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	100	.	.
<i>Lactuca muralis</i>	.	.	57	.	.
<i>Potentilla alba</i>	.	.	86	.	.

Продовження табл. В.1

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
<i>Melampyrum nemorosum</i>	.	.	.	60	20
<i>Achillea millefolium</i> agg.	22	.	.	50	.
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	.	.	.	60	.
<i>Daphne cneorum</i>	.	.	.	100	.
<i>Dracocephalum ruyschiana</i>	.	.	.	50	.
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	70	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	.	.	.	60	.
<i>Clematis recta</i>	.	.	14	.	100
<i>Lysimachia nummularia</i>	80
<i>Torilis japonica</i>	60
<i>Viola hirta</i>	60

Порівняльна таблиця синтаксонів союзу *Betonico officinalis-Quercion roboris*.

Позначення синтаксонів: 1 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (RU: Брянська обл., Рогнединський р-н [125, с. 117, табл. 1, оп. 1–9]); 2 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (RU: Брянська обл., Севський р-н [20, с. 288, табл. 37, оп. 1–12; табл. 38, оп. 1–11]); 3 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (RU: Брянська обл., Брянський р-н [175, с. 355, табл. 4, синтаксони 2, 3, 4]); 4 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris pinetosum sylvestris* (UA: Чернігівська/Сумська обл. [169, с. 146, табл. 1, синтаксон 4]); 5 – *Potentillo albae-Quercetum* (RU: Брянська обл., Суземський р-н [143, с. 84, табл. 11, оп. 1–20]); 6 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris* (UA: Сумська обл., Деснянсько-Старогутський НПП [150, с. 232, табл. 17]); 7 – *Galio tinctori-Quercetum roboris* (UA: Сумська обл., Лебединський р-н [50, с. 164, табл. В9, оп. 45–54]); 8 – *Pyro pyrastris-Quercetum roboris* (RU: Курська обл., Беловський р-н [172, с. 112, табл. 3, оп. 1–18]); 9 – *Chamaecytiso ruthenici-Quercetum roboris* (RU: Курська обл., Курчатівський р-н [172, с. 115, табл. 4, оп. 1–23]); 10 – *Lathyro pisiformis-Quercetum roboris* (RU: Тульська обл., Кімовський р-н [172, с. 106, табл. 1, оп. 1–35]); 11 – *Lathyro nigri-Quercetum roboris var. Clematis recta* (RU: Калузька обл., Калузький р-н [170, с. 134, табл. 1, оп. 1–13]); 12 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris* (UA: Києво-Святошинський р-н [289, с. 196, табл. 1, синтаксон 1]); 13 – *Carici praecocis-Quercetum roboris* (UA: Полтавська обл., Пирятинський р-н [289, с. 196, табл. 1, синтаксони 2, 3])

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кількість описів	9	12	46	36	20	6	10	18	23	35	13	15	37
Кількість видів	81	92	178	287	155	152	118	192	163	196	137	164	179
Константні види													
<i>Quercus robur</i>	100	100	46	97	100	83	100	100	100	100	100	100	100
<i>Betonica officinalis</i>	78	58	72	86	95	33	90	89	61	66	92	73	62
<i>Convallaria majalis</i>	67	75	72	89	90	67	60	22	52	51	92	80	41
<i>Veronica chamaedrys</i>	78	67	70	91	90	100	70	39	61	40	23	73	54
<i>Melica nutans</i>	44	25	54	97	90	100	80	17	65	40	92	67	30
<i>Clinopodium vulgare</i>	.	50	37	89	95	83	40	89	48	49	92	60	49
<i>Fragaria vesca</i>	67	75	54	97	80	83	60	28	35	77	31	80	14
<i>Frangula alnus</i>	33	100	50	80	70	33	70	50	87	57	46	33	35
<i>Galium mollugo</i>	89	.	37	91	65	83	50	50	22	37	62	73	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	44	8	33	46	80	.	90	72	100	43	69	27	57
<i>Sorbus aucuparia</i>	33	17	39	94	85	50	40	17	87	66	23	53	14
<i>Primula veris s.l.</i>	89	83	70	57	85	17	20	50	.	40	85	7	11
<i>Betula pendula</i>	89	83	35	80	65	50	20	11	35	26	46	20	35
<i>Campanula persicifolia</i>	67	8	35	54	50	33	50	72	83	46	38	27	38
<i>Hypericum perforatum</i>	44	.	43	83	40	83	20	67	39	46	23	73	38
<i>Polygonatum odoratum</i>	.	.	.	66	95	17	80	17	91	26	77	67	43
<i>Pteridium aquilinum</i>	56	50	35	69	35	67	30	33	4	6	69	80	46

Продовження табл. В.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Potentilla alba</i>	33	92	41	66	65	50	10	50	17	54	23	47	22
<i>Euonymus verrucosus</i>	11	33	15	60	65	50	20	39	91	57	15	47	43
<i>Lathyrus niger</i>	100	83	96	46	45	.	.	17	.	9	100	20	14
<i>Trifolium alpestre</i>	.	25	11	77	75	50	30	44	74	14	15	67	54
<i>Vicia sepium</i>	89	50	43	51	75	17	50	61	13	49	31	.	5
<i>Galium boreale</i>	22	17	39	40	95	50	10	33	4	71	46	80	.
<i>Lathyrus vernus</i>	22	67	52	57	85	.	10	50	.	63	85	.	5
<i>Carex montana</i>	.	50	.	63	65	.	20	50	26	66	85	7	54
<i>Poa nemoralis s.l.</i>	22	33	9	14	15	17	60	83	57	20	46	53	46
<i>Serratula tinctoria</i>	.	25	52	57	95	.	.	61	17	49	54	60	.
<i>Agrostis capillaris</i>	56	25	37	14	5	67	30	50	70	.	.	60	27
<i>Pinus sylvestris</i>	.	.	13	83	95	83	30	.	9	.	8	53	62
<i>Achillea millefolium agg.</i>	56	.	4	54	10	83	30	50	43	.	15	73	27
<i>Calamagrostis epigejos</i>	78	17	15	37	5	67	30	33	65	6	.	13	59
<i>Pyrus communis s.l.</i>	.	25	4	71	10	33	10	72	74	6	15	67	43
<i>Cytisus ruthenicus</i>	.	.	4	49	10	67	60	17	87	23	.	60	46
<i>Allium oleraceum</i>	56	58	30	20	.	17	40	50	43	29	.	27	49
<i>Dactylis glomerata s.l.</i>	11	17	22	17	45	17	40	61	35	6	15	53	73
<i>Geranium sanguineum</i>	.	.	11	34	10	33	40	28	87	11	38	60	46
<i>Rubus saxatilis</i>	.	42	11	54	100	50	10	.	4	63	62	7	.
<i>Anthericum ramosum</i>	.	17	9	57	.	17	50	33	39	37	.	87	49
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	.	42	2	74	90	17	.	22	65	11	23	47	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	17	4	11	10	17	20	61	17	43	85	53	49
<i>Solidago virgaurea</i>	22	.	7	29	50	17	20	22	70	11	46	47	19
<i>Viola hirta</i>	.	.	13	40	50	17	40	61	9	23	62	13	30
<i>Viola mirabilis</i>	44	50	7	9	10	33	10	56	17	49	85	.	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	.	.	.	34	45	17	.	83	30	46	85	7	.
<i>Origanum vulgare</i>	44	.	24	26	45	.	20	39	13	.	31	53	27
<i>Carex muricata agg.</i>	.	8	11	31	15	33	10	44	4	71	46	13	5
Диференційні види групи синтаксонів 1–6 (субкластер D1)													
<i>Maianthemum bifolium</i>	33	50	24	77	95	.	.	.	.	3	8	.	8
<i>Viola canina s.l.</i>	.	.	24	43	90	83	.	6	4	6	.	7	.
<i>Digitalis grandiflora</i>	33	33	57	49	35	.	.	6	.	.	.	67	8
<i>Lysimachia vulgaris</i>	44	.	35	20	5	33	.	.	9	23	.	.	3
<i>Molinia caerulea</i>	.	8	2	34	60	17	.	.	4	.	8	.	11
<i>Hypericum maculatum</i>	.	67	13	9	35	17	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	22	50	20	26	.	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	67	15	40	15	33	10	.	4	.	.	.	.
<i>Laserpitium latifolium</i>	78	17	54	14	90	.	.	.	.	26	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	56	.	22	54	.	67	20	.	.	11	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	33	42	20	9	50	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	.	17	24	11	75	.	.	17	9	.	.	.	.
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	4	20	5	67	.	.	.	.	.	40	.
<i>Platanthera bifolia agg.</i>	33	8	4	9	15	17	10	.	4	6	.	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	.	.	2	29	45	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	7	46	10	17	10	.	.	.	.	.	.

Продовження табл. В.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Campanula patula</i>	11	.	9	14	25	17	.	.	.	6	.	.	.
<i>Equisetum sylvaticum</i>	33	.	2	3	20	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	22	8	9	9	20	.	.	.	.	14	.	.	.
<i>Succisa pratensis</i>	.	8	2	3	20	.	.	.	.	.	.	.	.
Диференційні види групи синтаксонів 7–13 (субкластер D2)													
<i>Poa angustifolia</i>	.	25	.	23	.	17	50	39	96	14	23	60	86
<i>Securigera varia</i>	.	.	.	20	.	17	70	22	57	26	38	60	54
<i>Silene nutans</i>	.	.	2	40	.	17	70	22	61	9	31	60	41
<i>Tanacetum corymbosum</i>	.	17	24	23	.	.	30	72	9	86	23	27	30
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	.	42	4	20	.	.	20	89	4	20	46	47	30
<i>Galium verum</i>	.	.	2	3	.	33	50	6	26	26	8	20	59
<i>Bromopsis inermis</i>	.	.	2	9	.	.	20	11	35	17	15	40	.
<i>Acer tataricum</i>	60	11	83	.	.	47	68
<i>Clematis recta</i>	.	.	.	3	.	.	40	44	26	.	100	33	30
<i>Asperula tinctoria</i>	60	11	43	23	.	40	27
<i>Crataegus rhipidophylla</i> agg.	.	.	.	6	.	.	10	67	4	43	.	27	46
<i>Rhamnus cathartica</i>	44	17	77	46	.	14
<i>Carex praecox</i>	.	.	.	6	.	33	20	.	30	6	.	7	70
<i>Lysimachia nummularia</i>	17	20	56	4	26	31	.	14
<i>Veronica austriaca</i> s.l.	.	.	2	.	.	.	.	61	17	49	15	7	.
<i>Ajuga genevensis</i>	.	8	.	14	.	.	30	6	30	6	.	13	38
<i>Prunus spinosa</i> s.l.	10	39	.	69	.	7	16
<i>Carex michelii</i>	40	17	22	.	.	.	51
<i>Phlomis tuberosa</i>	10	17	.	43	23	.	.
<i>Centaurea phrygia</i> s.l.	.	.	.	3	.	.	.	28	17	9	.	7	19
<i>Salvia pratensis</i>	.	.	.	11	.	.	10	22	4	11	.	.	5
<i>Ulmus laevis</i>	10	.	4	23	.	7	11
<i>Festuca valesiaca</i>	6	4	6	.	.	16
Диференційні види асоціацій													
<i>Campanula glomerata</i>	44	.	.	3	.	.	.	.	4	.	.	7	.
<i>Dianthus superbus</i> s.l.	22	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cruciata glabra</i>	.	25	.	14	.	.	.	.	9	.	.	.	.
<i>Aconitum lycoctonum</i> s.l.	.	17	4	.	.	.	.	11	.	.	8	.	.
<i>Pilosella cymosa</i>	.	.	.	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula cynanchica</i>	.	.	.	34	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyrola minor</i>	.	.	.	34	5	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium rubioides</i>	.	.	.	46	10	.	.	6	4	.	.	.	.
<i>Lysimachia borealis</i>	.	.	7	74	95	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrimonia pilosa</i>	.	.	.	20	85	.	.	17	.	29	8	.	.
<i>Geranium pratense</i>	11	.	.	.	95	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyrola rotundifolia</i>	.	8	.	14	90	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Inula hirta</i>	45	.	.	6	.	9	.	.	.
<i>Centaurea pseudoscabiosa</i>	15	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pyrola media</i>	15	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria macrantha</i>	.	.	.	3	20	.	.	.	.	3	.	.	.

Продовження табл. В.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Calluna vulgaris</i>	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	.	.	.	3	5	50	.	.	.	.	.	.	3
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	4	11	.	67	10	.	4	.	.	.	.
<i>Thymus pulegioides</i>	.	.	.	3	.	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus pineticola</i>	17	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus deltoides</i>	.	.	2	.	.	17	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica incana</i>	.	.	.	9	.	17	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia cassubica</i>	.	.	4	9	.	17	.	.	.	.	.	7	5
<i>Dianthus eugeniae</i>	40	.	.	.	.	.	.
<i>Bromopsis benekenii</i>	10	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum lobelianum</i>	.	.	7	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.
<i>Bupleurum falcatum</i>	22	.	.	.	.	.
<i>Trifolium aureum</i>	.	.	.	3	.	.	.	39	.	.	.	.	.
<i>Valeriana rossica</i>	43	.	.	.	.
<i>Avenula pubescens</i>	.	.	.	14	.	.	.	11	48	3	.	.	.
<i>Thalictrum simplex</i>	13	.	.	.	.
<i>Koeleria delavignei</i>	13	.	.	.	.
<i>Lathyrus pisiformis</i>	.	.	.	9	.	.	.	6	.	51	.	.	.
<i>Prunus fruticosa</i>	6	.	43	.	.	3
<i>Sanguisorba officinalis</i>	26	.	.	.
<i>Bistorta officinalis</i>	6	.	34	.	.	.
<i>Euphorbia semivillosa</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	17	.	.	.
<i>Adenophora liliifolia</i>	11	.	.	.
<i>Veratrum nigrum</i>	11	.	23	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	4	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	9	6	.	.	.	.	.	.	69	.	.
<i>Galium intermedium</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	69	13	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	46	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	31	.	.
<i>Seseli annuum</i>	6	23	13	.
<i>Astragalus cicer</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	6	15	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	87	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	73	32
<i>Carpinus betulus</i>	20	.
<i>Hieracium gentile</i>	13	.
<i>Viola suavis</i>	30
<i>Iris arenaria</i>	22
<i>Crataegus ucrainica</i>	19
<i>Salvia nemorosa</i>	16
<i>Anthyllis polyphylla</i>	11
<i>Carex caryophylla</i>	10	.	.	.	.	.	24

Порівняльна таблиця синтаксонів союзу *Scutellario altissimae-Quercion roboris*.

Позначення синтаксонів: 1 – *Melampyro nemorosi-Carpinetum betuli* (UA: Черкаська обл., Черкаський р-н [128, с. 30, табл. 1, оп. 1–15]); 2 – *Aegonycho-Quercetum roboris* (UA: Полтавська обл., Кобеляцький р-н [9, с. 56, табл. 2. оп. 1–4]); 3 – *Viola hirtae-Quercetum roboris* (UA: Полтавська обл., Золотоноський р-н [28, с. 30, табл. 1, оп. 1–14]); 4 – *Vicio pisiformis-Quercetum roboris* (RU: Білгородська обл., Борисовський р-н [172, с. 110, табл. 2, оп. 1–10]); 5 – *Vicio pisiformis-Quercetum roboris* (RU: Воронежська обл., Верхнемамоновський р-н [292, табл. S3, синтаксон 38]); 6 – *Caragano fruticis-Aceretum tatarici* (UA: Дніпровська обл., Новомосковський р-н [144, табл. 1, синтаксон 12]); 7 – *Fritillario ruthenicae-Quercetum roboris* (UA: Донецька обл., Славянський р-н [147, с. 92, табл. 1, синтаксон 1]); 8 – *Scorzonero ensifoliae-Quercetum roboris* (RU: Ростовська обл., Шолоховський р-н [190, с. 35, табл. 1, синтаксон 3])

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість описів	15	4	14	10	7	76	5	7
Кількість видів	91	38	94	84	87	40	109	43
Константні види								
<i>Quercus robur</i>	73	100	86	100	100	.	100	90
<i>Acer tataricum</i>	53	25	100	100	71	97	60	90
<i>Euonymus verrucosus</i>	93	75	43	90	100	.	100	90
<i>Acer campestre</i>	67	100	36	100	100	82	80	.
<i>Geum urbanum</i>	40	75	71	70	71	92	60	90
<i>Poa nemoralis s.l.</i>	100	75	71	100	71	82	40	.
<i>Stellaria holostea</i>	93	75	36	100	86	100	40	.
<i>Crataegus rhipidophylla agg.</i>	67	.	50	100	86	.	80	90
<i>Carex muricata agg.</i>	33	75	50	60	57	82	80	.
<i>Acer platanoides</i>	87	75	50	80	29	.	100	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	33	75	29	50	71	66	100	.
<i>Dactylis glomerata s.l.</i>	73	100	43	20	86	.	60	30
<i>Pyrus communis s.l.</i>	67	.	29	60	57	.	100	90
<i>Pulmonaria obscura</i>	67	75	.	50	71	.	40	50
<i>Euonymus europaeus</i>	33	.	36	100	57	84	20	.
<i>Tilia cordata</i>	73	50	29	70	.	.	60	.
<i>Viola hirta</i>	67	50	64	70	29	.	.	.
<i>Carex michelii</i>	67	50	.	90	.	60	.	.
<i>Scutellaria altissima</i>	40	100	.	.	71	.	20	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	.	.	.	60	43	.	20	90
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	33	25	.	80	71	.	.	.
<i>Campanula trachelium</i>	27	25	.	.	57	.	20	90
<i>Viola mirabilis</i>	80	50	.	.	29	34	20	.
<i>Convallaria majalis</i>	80	25	.	40	.	.	40	90
<i>Cornus sanguinea</i>	27	.	.	30	29	.	60	.
<i>Lamium maculatum</i>	20	25	21	.	.	95	20	.

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8
Диференційні види								
<i>Campanula persicifolia</i>	60	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium galeobdolon s.l.</i>	60	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	40	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	100	50	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	33	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aconitum anthora s.l.</i>	.	50	.	.	.	.	.	.
<i>Aegonychon purpureocaeruleum</i>	.	100	.	.	.	29	40	.
<i>Mercurialis perennis</i>	.	25	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus cassubicus agg.</i>	.	25	.	.	.	.	.	.
<i>Lactuca quercina</i>	.	.	36	.	.	.	.	.
<i>Prunus fruticosa</i>	.	.	29	.	.	.	.	.
<i>Prunus spinosa s.l.</i>	.	.	.	70	29	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	80	29	.	.	30
<i>Veronica chamaedrys</i>	27	.	.	90	29	.	20	.
<i>Vicia pisiformis</i>	.	.	.	90	86	.	.	.
<i>Lathyrus pisiformis</i>	.	.	.	.	86	.	.	.
<i>Galium rubioides</i>	.	.	.	.	71	.	20	.
<i>Clematis integrifolia</i>	.	.	.	.	43	.	.	.
<i>Clematis recta</i>	.	.	.	.	29	.	.	.
<i>Bromopsis benekenii</i>	.	.	.	.	29	.	.	.
<i>Melica picta</i>	.	.	.	.	.	.	80	.
<i>Dictamnus gymnostylis</i>	.	.	.	.	.	.	60	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	60	.
<i>Tulipa biebersteiniana</i>	.	.	.	.	.	.	60	.
<i>Cotinus coggygria</i>	.	.	.	.	.	.	40	.
<i>Festuca stricta subsp. sulcata</i>	.	.	.	.	.	.	40	.
<i>Caragana frutex</i>	.	.	.	.	.	29	60	.
<i>Euphorbia semivillosa</i>	.	.	.	.	.	.	40	30
<i>Vincetoxicum scandens</i>	.	.	.	.	.	.	40	30
<i>Scorzonera ensifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	90
<i>Bromopsis inermis</i>	.	.	.	.	.	.	.	70
<i>Heracleum sphondylium s.l.</i>	.	.	.	.	.	.	.	30
<i>Trifolium medium</i>	.	.	.	20	29	.	.	70

ДОДАТОК Г

СИНОПТИЧНІ ТАБЛИЦІ

Таблиця Г.1

Синоптична таблиця ксеромезофітних дубових лісів Київського Полісся та північної частини Лівобережного Лісостепу, набір даних НДЗ (табл. А.1).

Значення константності видів більше 40% позначені жирним шрифтом. У верхньому індексі наводяться значення вірності видів у відсотках. Номерами позначені синтаксони: 1 – *Digitali grandiflorae-Quercetum roboris*, 2, 3 – *Carici praecocis-Quercetum roboris* var. *typicum* і var. *Agrostis vinealis*, 4, 5 – *Galio tinctoriae-Quercetum roboris* subass. *violetosum mirabilis* і subass. *dianthetosum fisheri*

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
Кількість описів	15	26	11	12	8
D.s. <i>Digitali grandiflorae-Quercetum roboris</i>					
<i>Teucrium chamaedrys</i>	87⁹³				
<i>Galium boreale</i>	80⁸³			8 ⁷	12 ⁹
<i>Serratula tinctoria</i>	60⁷⁷				
<i>Digitalis grandiflora</i>	67⁷²	8 ¹¹	9 ⁸		
D.s. <i>Carici praecocis-Quercetum roboris typicum</i>					
<i>Fragaria viridis</i>		77⁸⁴	9 ⁷	8 ⁶	
<i>Carex michelii</i>		73⁷⁹		8 ⁶	25 ¹⁵
<i>Viola suavis</i>		42⁶⁵			
D.s. <i>Carici praecocis-Quercetum roboris</i> var. <i>Agrostis vinealis</i>					
<i>Agrostis vinealis</i>	7 ⁷		100⁹⁶		
<i>Crepis tectorum</i>			55⁷⁴		
<i>Lactuca quercina</i>			36 ⁶⁰		
D.s. <i>Carici praecocis-Quercetum roboris</i>					
<i>Allium oleraceum</i>	27 ²¹	46⁴⁸	55³⁷	17 ¹²	
<i>Carex montana</i>	7 ⁵	65⁶⁸	27 ¹⁸	25 ¹⁷	
<i>Carex praecox</i>	7 ⁵	85⁸³	36 ²³		
<i>Crataegus rhipidophylla</i>	27 ²²	58⁶³	18 ¹³	8 ⁶	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	20 ¹⁹	50⁶²	9 ⁷		
<i>Acer campestre</i>		46⁶³	18 ¹⁶		
D.s. <i>Galio tinctoriae-Quercetum roboris</i> subass. <i>violetosum mirabilis</i>					
<i>Viola mirabilis</i>				100¹⁰⁰	
<i>Vicia sepium</i>		8 ¹¹		92⁸⁸	
<i>Lathyrus vernus</i>		8 ¹³		67⁷³	
D.s. <i>Galio tinctoriae-Quercetum roboris</i> subass. <i>dianthetosum fisheri</i>					
<i>Dianthus fisheri</i>	7 ⁹				100⁹⁴
<i>Pilosella officinarum</i>		8 ¹⁸			38 ⁴⁸
<i>Veronica spicata</i>	13 ²³				38 ⁴⁸

Продовження табл. Г.1

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
Кількість описів	15	26	11	12	8
D.s. cl. Quercetea pubescentis					
<i>Acer tataricum</i>	47 ²⁷	81 ⁶³	36 ¹⁸	75 ⁴⁰	25 ¹¹
<i>Melampyrum nemorosum</i>	27 ¹⁶	77 ⁶²	9 ⁴	75 ⁴¹	75 ³⁴
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i>	60 ⁴⁰	46 ⁴¹	45 ²⁶	8 ⁵	75 ³⁷
<i>Anthericum ramosum</i>	87 ⁵⁷	46 ⁴⁰	55 ³¹	8 ⁵	38 ¹⁸
<i>Campanula persicifolia</i>	27 ²¹	35 ³⁶	45 ³¹	33 ²⁴	25 ¹⁴
<i>Pyrus pyraster</i>	67 ⁵⁰	50 ⁴⁹	27 ¹⁷	8 ⁶	
<i>Hylotelephium maximum</i>	67 ⁵⁴	35 ³⁷	9 ⁶	8 ⁶	25 ¹⁵
<i>Clematis recta</i>	33 ²⁹	27 ³¹	36 ²⁷	25 ¹⁹	12 ⁸
<i>Asperula tinctoria</i>	40 ³⁴	35 ³⁹	9 ⁷	25 ¹⁹	25 ¹⁶
<i>Potentilla alba</i>	47 ⁴³	31 ³⁷		25 ²¹	
<i>Tanacetum corymbosum</i>	27 ²⁴	38 ⁴⁶	9 ⁷	25 ²¹	
<i>Viola hirta</i>	13 ¹²	38 ⁴⁹	9 ⁷	17 ¹⁴	12 ⁸
<i>Campanula bononiensis</i>	47 ⁴⁷	23 ³⁰	18 ¹⁵		
<i>Primula veris</i>	7 ¹⁰	12 ²³	9 ¹¹	17 ²²	
<i>Pulmonaria angustifolia</i>	7 ¹⁰	15 ²⁹		17 ²²	
<i>Lathyrus niger</i>	20 ²⁸	12 ²¹	18 ²¹		
<i>Iris arenaria</i>		19 ³⁴	27 ³²		
<i>Lathyrus sylvestris</i>		31 ⁵³	9 ¹⁰		
<i>Iris aphylla</i>		12 ²⁷		17 ²⁶	
D.s. cl. Trifolio-Geranietea					
<i>Betonica officinalis</i>	73 ⁴¹	65 ⁴⁸	55 ²⁷	67 ³⁴	62 ²⁶
<i>Veronica chamaedrys</i>	73 ⁴²	77 ⁵⁸		83 ⁴³	62 ²⁶
<i>Polygonatum odoratum</i>	67 ³⁹	62 ⁴⁷		92 ⁴⁸	88 ³⁸
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	67 ⁴⁰	65 ⁵²	27 ¹⁴	33 ¹⁸	88 ³⁹
<i>Clinopodium vulgare</i>	60 ³⁸	54 ⁴⁵	36 ²⁰	67 ³⁸	25 ¹¹
<i>Silene nutans</i>	60 ⁴¹	58 ⁵²		8 ⁵	88 ⁴⁴
<i>Securigera varia</i>	60 ³⁹	65 ⁵⁶	27 ¹⁶	17 ¹⁰	50 ²³
<i>Genista tinctoria</i>	67 ⁵⁰	23 ²³	36 ²³		75 ⁴²
<i>Trifolium alpestre</i>	67 ⁴⁴	65 ⁵⁶	27 ¹⁶	25 ¹⁵	25 ¹²
<i>Geranium sanguineum</i>	60 ⁴¹	54 ⁴⁹	27 ¹⁶	42 ²⁶	12 ⁶
<i>Hypericum perforatum</i>	73 ⁵¹	50 ⁴⁶	9 ⁵	33 ²¹	25 ¹²
<i>Fragaria vesca</i>	80 ⁶⁶		45 ³²	17 ¹²	38 ²³
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	53 ³⁹	62 ⁵⁹	18 ¹¹	8 ⁶	12 ⁷
<i>Solidago virgaurea</i>	47 ⁴¹	19 ²²	18 ¹³	17 ¹³	50 ³²
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	47 ⁴¹	35 ⁴⁰	18 ¹³	8 ⁶	12 ⁸
<i>Origanum vulgare</i>	53 ⁴⁶	38 ⁴⁴			25 ¹⁶
<i>Ajuga genevensis</i>	13 ¹²	46 ⁵⁶	18 ¹⁴	8 ⁷	12 ⁸
<i>Filipendula vulgaris</i>	7 ⁶	46 ⁵⁷	9 ⁷	25 ²¹	
<i>Knautia arvensis</i>	20 ²²	15 ²²	27 ²⁶	8 ⁸	12 ¹⁰
<i>Carex spicata</i>			18 ²⁷	17 ²⁶	12 ¹⁵
<i>Trifolium medium</i>	13 ¹⁵	35 ⁵⁴			
<i>Centaurea phrygia</i>	7 ⁹	23 ⁴²	9 ¹⁰		
<i>Campanula rapunculoides</i>		23 ⁴⁴	9 ¹¹		
<i>Thalictrum minus</i>	13 ²⁵			8 ¹⁴	12 ¹⁷
D.s. cl. Carpino-Fagetea					
<i>Quercus robur</i>	100 ⁴⁶	100 ⁶¹	100 ⁴⁰	100 ⁴¹	75 ²⁶

Продовження табл. Г.1

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
Кількість описів	15	26	11	12	8
<i>Melica nutans</i>	67 ⁴²	42 ³⁵		92 ⁵²	75 ³⁵
<i>Poa nemoralis</i>	53 ³³	65 ⁵³		67 ³⁸	75 ³⁴
<i>Stellaria holostea</i>		77 ⁶⁷	27 ¹⁶	83 ⁴⁹	12 ⁶
<i>Euonymus verrucosus</i>	47 ³⁴	42 ⁴⁰	45 ²⁸	42 ²⁷	12 ⁶
<i>Corylus avellana</i>	13 ¹¹	35 ³⁷	36 ²⁵	50 ³⁶	25 ¹⁵
<i>Asarum europaeum</i>	7 ⁶	12 ¹⁴	27 ²¹	75 ⁶¹	25 ¹⁷
<i>Carex digitata</i>	60 ⁶⁰			25 ²²	38 ²⁸
<i>Tilia cordata</i>	13 ¹¹	38 ⁴³	9 ⁷	67 ⁵⁰	
<i>Festuca gigantea</i>	60 ⁵⁶	15 ¹⁹		33 ²⁸	
<i>Milium effusum</i>		19 ²⁶		58 ⁵⁴	25 ¹⁹
<i>Euonymus europaeus</i>	13 ¹²	46 ⁵⁶	27 ²¹	8 ⁷	
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	27 ³¹	8 ¹²	9 ⁹	33 ³⁴	
<i>Ranunculus auricomus</i>		23 ³⁷		33 ³⁶	
<i>Acer platanoides</i>		42 ⁶²	9 ⁸		
<i>Carex pilosa</i>		15 ²⁹		25 ³³	
<i>Galium odoratum</i>		15 ³²	18 ²⁴		
<i>Polygonatum multiflorum</i>			18 ³⁵	8 ¹⁶	
<i>Carpinus betulus</i>	20 ⁴⁵				
D.s. cl. Quercetea robori-petraeae					
<i>Convallaria majalis</i>	80 ⁴⁸	27 ²¹	73 ³⁷	83 ⁴⁵	62 ²⁷
<i>Pinus sylvestris</i>	53 ³³	54 ⁴⁴	82 ⁴³	25 ¹⁴	62 ²⁸
<i>Pteridium aquilinum</i>	80 ⁵¹	23 ²⁰	100 ⁵⁶	50 ²⁹	12 ⁶
<i>Frangula alnus</i>	33 ²⁴	19 ¹⁸	73 ⁴⁶	33 ²¹	75 ⁴⁰
<i>Sorbus aucuparia</i>	53 ⁴⁵	12 ¹³	18 ¹³	33 ²⁵	50 ³¹
<i>Betula pendula</i>	20 ¹⁸	31 ³⁶	45 ³⁴	17 ¹⁴	12 ⁸
<i>Dryopteris carthusiana</i>		4 ⁶	82 ⁷⁵	17 ¹⁶	12 ¹⁰
<i>Rubus saxatilis</i>	7 ⁷			100 ⁹⁶	
<i>Hieracium umbellatum</i>	47 ⁵²			17 ¹⁷	38 ³¹
<i>Rubus idaeus</i>	7 ⁷	31 ⁴¹	55 ⁴⁷		
<i>Veronica officinalis</i>	53 ⁶⁰	12 ¹⁷	9 ⁸		
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	47 ⁶¹			17 ¹⁹	
<i>Melampyrum pratense</i>	40 ⁵⁵			17 ²¹	
<i>Maianthemum bifolium</i>			27 ³⁷	17 ²⁴	12 ¹⁴
<i>Molinia caerulea</i>		4 ⁹	27 ⁴⁰	8 ¹³	
<i>Prunus serotina</i>	33 ⁵⁷				
D.s. cl. Festuco-Brometea					
<i>Poa angustifolia</i>	60 ³⁵	92 ⁷⁰	73 ³⁶	8 ⁴	38 ¹⁶
<i>Galium verum</i>	20 ¹⁴	73 ⁶⁸	27 ¹⁶		62 ³²
<i>Euphorbia cyparissias</i>	73 ⁵⁹	27 ²⁸	45 ³¹		
<i>Carex caryophylla</i>		27 ⁴²	18 ¹⁸		25 ²¹
<i>Bromus inermis</i>	40 ⁵⁹			8 ¹¹	
<i>Verbascum lychnitis</i>		54 ⁷³			
<i>Anthyllis macrocephala</i>			36 ⁶⁰		
<i>Festuca valesiaca</i>		15 ³²	18 ²⁴		
<i>Thymus pannonicus</i>					25 ⁵⁰
<i>Salvia nemorosa</i>		23 ⁴⁸			
D.s. cl. Molinio-Arrhenatheretea					

Продовження табл. Г.1

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
Кількість описів	15	26	11	12	8
<i>Dactylis glomerata</i>	53 ³⁰	81 ⁶¹	55 ²⁷	75 ³⁹	25 ¹⁰
<i>Calamagrostis epigejos</i>	13 ¹⁰	50 ⁴⁷	82 ⁵⁰		62 ³²
<i>Elymus repens</i>	47 ³⁹	12 ¹³	27 ¹⁹	8 ⁶	100 ⁶⁰
<i>Agrostis capillaris</i>	60 ⁴⁶	35 ³⁵	9 ⁶		88 ⁴⁹
<i>Galium mollugo</i>	73 ⁶²			58 ⁴⁴	38 ²³
<i>Achillea millefolium</i>	73 ⁵⁷	31 ³¹	18 ¹²		50 ²⁸
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	40 ²⁸	92 ⁸³		17 ¹⁰	
<i>Viscaria vulgaris</i>	13 ¹²	42 ⁵¹	27 ²¹	8 ⁷	12 ⁸
<i>Stellaria graminea</i>		38 ⁵²			50 ³⁸
<i>Festuca rubra</i>	20 ³⁵				25 ³²
<i>Lysimachia nummularia</i>		15 ³²	9 ¹²	8 ¹²	
<i>Prunella vulgaris</i>	27 ⁵²				
<i>Carex hirta</i>	7 ¹⁵		18 ³⁵		
<i>Leucanthemum vulgare</i>		23 ⁴⁸			
D.s. cl. Galio-Urticetea					
<i>Geum urbanum</i>	33 ²⁴	54 ⁵¹	36 ²²	42 ²⁷	12 ⁶
<i>Glechoma hederacea</i>	20 ¹⁵	50 ⁴⁹	45 ²⁹	33 ²²	25 ¹³
<i>Scrophularia nodosa</i>	33 ²⁹	35 ⁴⁰	18 ¹³	25 ¹⁹	12 ⁸
<i>Geranium robertianum</i>	20 ²²		64 ⁶¹	8 ⁸	12 ¹⁰
<i>Chelidonium majus</i>	13 ¹⁵	4 ⁶	45 ⁴⁵	17 ¹⁷	12 ¹⁰
<i>Lactuca muralis</i>	13 ¹⁵	19 ²⁸	45 ⁴³		
<i>Torilis japonica</i>	40 ⁵²			25 ²⁹	
<i>Impatiens parviflora</i>	33 ⁴⁵		18 ²¹	8 ¹⁰	
<i>Urtica dioica</i>		4 ¹⁰		25 ⁴³	
<i>Fallopia dumetorum</i>	13 ²³		27 ⁴⁰		
<i>Galium aparine</i>			9 ¹⁷	8 ¹⁶	12 ²⁰
<i>Galeopsis tetrahit</i>	13 ²¹	12 ²⁴	9 ¹²		
<i>Galeopsis bifida</i>				8 ¹⁶	25 ⁴¹
<i>Galeopsis pubescens</i>			27 ⁵²		
<i>Lapsana communis</i>			18 ⁴²		
<i>Alliaria petiolata</i>		12 ³⁵			
<i>Sambucus ebulus</i>			18 ⁴²		
D.s. cl. Artemisietae vulgaris					
<i>Linaria vulgaris</i>	20 ²⁸	12 ²¹	9 ¹⁰		12 ¹²
<i>Erigeron annuus</i>	13 ²⁵	4 ¹⁰			12 ¹⁷
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>					25 ⁵⁰
<i>Plantago lanceolata</i>	7 ¹⁵	8 ²³			
<i>Tanacetum vulgare</i>	13 ³⁶				
<i>Berteroa incana</i>					12 ³⁵
D.s. cl. Crataego-Prunetea					
<i>Rosa sp.</i>	27 ³⁰	27 ⁴⁰	9 ⁸		
<i>Crataegus ucrainica</i>		19 ³⁷	18 ²³		
<i>Prunus spinosa</i>		23 ⁴⁸			
D.s. cl. Salicetea purpureae					
<i>Prunus padus</i>	20 ³²			25 ³⁵	
<i>Humulus lupulus</i>		12 ²¹	45 ⁵³		
<i>Ulmus laevis</i>	7 ¹²		36 ⁵⁴		

Продовження табл. Г.1

Номер синтаксону	1	2	3	4	5
Кількість описів	15	26	11	12	8
<i>Populus tremula</i>	20 ³²	8 ¹⁶	9 ¹²		
<i>Sambucus nigra</i>		8 ¹⁶	36 ⁴⁹		
<i>Rubus caesius</i>	7 ¹⁵		9 ¹⁷	8 ¹⁶	
D.s. cl. Nardetea strictae					
<i>Campanula rotundifolia</i>	60 ⁵⁰	23 ²⁵	18 ¹³		62 ³⁸
<i>Carex pallescens</i>	33 ⁴⁵			25 ³¹	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>					12 ³⁵
<i>Luzula multiflora</i>	13 ²⁵	4 ¹⁰	9 ¹⁵		
<i>Rumex acetosella</i>					25 ⁵⁰
<i>Festuca ovina</i>	20 ⁴⁵				
<i>Hypochaeris radicata</i>	13 ³⁶				
<i>Avenella flexuosa</i>					12 ³⁵
Інші види					
<i>Epipactis helleborine</i>	27 ⁵²				
<i>Carex muricata</i>	13 ³⁰			8 ¹⁶	
<i>Galium intermedium</i>	13 ³⁶				
<i>Trifolium montanum</i>	13 ³⁶				
<i>Pimpinella saxifraga</i>	13 ³⁰			8 ¹⁶	
<i>Centaurea jacea</i>	13 ³⁶				
<i>Phleum phleoides</i>	13 ³⁰	4 ¹¹			
<i>Seseli annuum</i>	13 ³⁶				
<i>Berberis vulgaris</i>	13 ³⁰			8 ¹⁶	
<i>Hieracium gentile</i>	13 ³⁶				
<i>Rhamnus cathartica</i>		19 ⁴⁴			
<i>Festuca beckeri</i>		12 ²⁷	9 ¹³		12 ¹⁵
<i>Euphorbia virgata</i>		12 ³⁵			
<i>Vicia tenuifolia</i>		12 ³⁵			
<i>Xanthoselinum alsaticum</i>		12 ³⁵			
<i>Rumex acetosa</i>		12 ³⁰	9 ¹⁵		
<i>Trifolium pratense</i>		12 ³⁵			
<i>Vicia cracca</i>	13 ²¹	15 ³²			
<i>Acer negundo</i>			27 ⁵²		
<i>Hypericum hirsutum</i>			27 ⁵²		
<i>Carex ericetorum</i>		31 ⁴⁶	36 ³⁴		
<i>Epilobium collinum</i>			18 ⁴²		
<i>Moehringia trinervia</i>		12 ²⁷	18 ²⁷		
<i>Lilium martagon</i>		4 ⁹	18 ²⁷	8 ¹³	12 ¹⁵
<i>Fritillaria ruthenica</i>			18 ⁴²		
<i>Lamium maculatum</i>				25 ⁵⁰	
<i>Brachypodium pinnatum</i>	7 ¹²			33 ⁵¹	
<i>Adoxa moschatellina</i>				25 ⁵⁰	
<i>Heracleum sibiricum</i>	7 ¹²			25 ³⁹	12 ¹⁵
<i>Pulmonaria obscura</i>		15 ³²		17 ²⁴	
<i>Bromus benekenii</i>					25 ⁵⁰
<i>Scorzoneroides autumnalis</i>	7 ¹⁵				25 ⁴¹
<i>Sempervivum ruthenicum</i>					12 ³⁵
<i>Epilobium angustifolium</i>					12 ³⁵

Номер синтаксону	Продовження табл. Г.1				
	1	2	3	4	5
Кількість описів	15	26	11	12	8
<i>Sambucus racemosa</i>		8 ²³			12 ²⁰
<i>Veratrum lobelianum</i>					12 ³⁵
<i>Jasione montana</i>					12 ³⁵
<i>Platanthera chlorantha</i>				8 ²⁰	12 ²⁴
<i>Arrhenatherum elatius</i>	7 ¹⁵			8 ¹⁶	12 ²⁰
<i>Pilosella caespitosa</i>					12 ³⁵
<i>Ranunculus acris</i>					12 ³⁵
<i>Carex leporina</i>					12 ³⁵
<i>Pleurozium schreberi</i>					12 ³⁵
<i>Dicranum polysetum</i>					12 ³⁵
<i>Taraxacum officinale</i>		4 ¹¹	9 ¹⁷		12 ²⁰

Види, максимальне трапляння яких не перевищує 10% (у дужках вказані номери синтаксонів, де зустрічається вид): *Actaea spicata* (4); *Agrimonia grandis* (1); *Agrostis gigantea* (1, 4); *Allium angulosum* (1); *Alopecurus pratensis* (4); *Amelanchier spicata* (1); *Anthriscus sylvestris* (4); *Aristolochia clematitis* (1, 4); *Artemisia marschalliana* (1); *Asparagus officinalis* (1); *Briza media* (1); *Campanula glomerata* (1); *C. trachelium* (1); *Chaerophyllum aromaticum* (1); *Cornus sanguinea* (2, 3); *Danthonia decumbens* (1); *Deschampsia cespitosa* (4, 5); *Dianthus campestris* (2); *Dracocephalum ruyschiana* (4); *Dryopteris filix-mas* (3, 4); *Elymus caninus* (3); *Erigeron canadensis* (1); *Fraxinus excelsior* (3); *Gagea liotardii* (2, 3); *Galatella linoisyris* (3); *Galinsoga parviflora* (1); *Galium rubioides* (4); *Gentiana cruciata* (1); *Hierochloa odorata* (2, 3); *Inula salicina* (1); *Koeleria pyramidata* (1); *Lamium galeobdolon* (1); *Luzula pilosa* (1); *Lycopodium clavatum* (3); *Lysimachia vulgaris* (3); *Medicago romanica* (1); *Melica picta* (1, 3); *Mercurialis perennis* (4); *Neottia nidus-avis* (4); *Orthilia secunda* (3); *Oxalis dillenii* (1); *Parthenocissus quinquefolia* (1); *Peucedanum cervaria* (1); *Phleum pratense* (1); *Plantago media* (2); *Platanthera bifolia* (4); *Poa compressa* (1); *Potentilla argentea* (2); *P. reptans* (2); *Prunus fruticosa* (2); *P. stepposa* (1); *Pulsatilla bohemica* (2); *P. patens* (2); *Pyrola rotundifolia* (2); *Rubus nessensis* (1); *Salvia pratensis* (2); *Silene baccifera* (1, 3); *Stachys recta* (1); *Turritis glabra* (1, 2); *Ulmus minor* (2); *Veronica prostrata* (1); *V. teucrium* (1); *Viburnum opulus* (3); *Vicia cassubica* (1, 2); *Viola ambigua* (3); *V. canina* (1); *V. reichenbachiana* (2).

Синоптична таблиця лісової рослинності м. Київ та околиць (набір даних НД2).

Значення константності видів більше 40% позначені жирним шрифтом. У верхньому індексі наводяться значення вірності видів у відсотках.

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Кількість описів	39	22	26	7	21	9	53	64	11	21	55	30	17	36	33	115	35	41	
ass. <i>Aristolochia clematidis</i> - <i>Populetum nigrae</i>																			
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	74 ⁷³		4 ³												6 ⁵		11 ¹⁰	10 ¹⁰	
<i>Galium rubioides</i>	54 ⁷²	5 ⁵																	
<i>Asparagus officinalis</i>	69 ⁷¹												12 ⁸				6 ⁵	15 ¹⁵	
<i>Sedum telephium</i>	64 ⁶⁵	5 ⁴												3 ³		3 ⁵	6 ⁵	15 ¹⁵	
<i>Tanacetum vulgare</i>	46 ⁵⁹		4 ⁴															12 ¹⁶	
<i>Galium verum</i>	49 ⁵⁹																11 ¹³	10 ¹²	
<i>Carex praecox</i>	28 ⁵³																		
Galio aparines-Aceretum negundi var. <i>Aristolochia clematidis</i>																			
<i>Aristolochia clematidis</i>	97 ⁷⁸	100 ⁶¹																	
ass. <i>Galio aparines-Aceretum negundi</i>																			
<i>Myosotis sparsiflora</i>		23 ²⁶	35 ⁴³										7 ⁹			3 ⁴			
<i>Stellaria media</i>	28 ²⁵	36 ²⁵	50 ³⁷			11 ⁵	2 ²	2 ²				2 ²	7 ⁵		15 ¹³	2 ³	6 ⁵		
<i>Galium aparine</i>	62 ²⁸	100 ³⁵	100 ³⁷		5 ²	11 ³	49 ²⁶	8 ⁵				25 ¹⁴	27 ¹⁰	53 ¹⁶	6 ²	52 ²²	20 ¹⁶	9 ⁴	5 ²
<i>Balloto nigrae-Robinetum pseudoacaciae</i> var. <i>Acer tataricum</i>																			
<i>Acer tataricum</i>	10 ⁶	36 ¹⁷	8 ⁴	100 ²⁶	10 ⁴		23 ¹⁷	8 ⁶		19 ⁹	18 ¹³	17 ⁹	12 ⁵	25 ¹⁵	24 ¹⁴	20 ²¹	3 ²	5 ³	
ass. <i>Balloto nigrae-Robinetum pseudoacaciae</i>																			
<i>Robinia pseudoacacia</i>	5 ²	9 ³	31 ¹²	100 ²²	76 ²⁸		17 ¹⁰	20 ¹³	18 ⁴	14 ⁵	15 ⁹	37 ¹⁶	6 ²	25 ¹²	9 ⁴	35 ³⁰	17 ⁸	32 ¹⁶	

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<i>Ballota nigra</i>	8 ⁷	27 ¹⁷	31 ²²	71 ²⁵	48 ³⁰		6 ⁶	6 ⁶	9 ⁴	10 ⁶	5 ⁵	20 ¹⁵					9 ⁷		
ass. <i>Carici remotae-Fraxinetum excelsioris</i>																			
<i>Alnus glutinosa</i>						89 ⁹⁴													
<i>Carex remota</i>						89 ⁷⁷	2 ⁴			5 ⁶		3 ⁵				3 ⁵			
<i>Athyrium filix-femina</i>						44 ⁶⁶													
<i>Scirpus sylvaticus</i>						44 ⁶⁶													
<i>Cardamine amara</i>						33 ⁵⁷													
<i>Lysimachia vulgaris</i>		9 ¹⁶				44 ⁵⁰												1 ⁴	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>						22 ³⁸	2 ⁸												
Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli var. <i>Acer campestre</i>																			
<i>Acer campestre</i>		18 ¹⁰					100 ⁸⁹	8 ⁷				3 ²	6 ²	3 ²		1 ¹		2 ¹	
Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli var. <i>Prunus avium</i>																			
<i>Prunus avium</i>	5 ³	18 ⁸	8 ⁴				4 ³	100 ⁷⁸		5 ²	7 ⁵	7 ⁴		22 ¹³	3 ²	9 ⁹	3 ²	10 ⁶	
Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli var. <i>Mercurialis perennis</i>																			
<i>Mercurialis perennis</i>						11 ⁵	21 ²³		100 ⁵⁰	38 ²⁶	24 ²⁷								
Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli var. <i>Carex pilosa</i>																			
<i>Carex pilosa</i>							25 ²⁶		100 ⁶⁶	24 ²⁵	3 ²	6 ³							
ass. <i>Galeobdoloni luteae-Carpinetum betuli</i> & d.s. ord. <i>Fagetalia</i>																			
<i>Aegopodium podagraria</i>			15 ⁸		14 ⁶	89 ²⁸	36 ²⁷	14 ¹²	91 ³²	57 ²⁷	40 ³¹	7 ⁴				9 ⁵			
<i>Galium odoratum</i>							51 ³⁸	56 ⁴⁷		19 ⁹	44 ³⁴	7 ⁴							
<i>Paris quadrifolia</i>	3 ²	5 ³			5 ³	33 ¹⁴	9 ¹⁰	33 ³⁹	9 ⁴	10 ⁶	13 ¹⁴	7 ⁵					3 ⁴		
<i>Actaea spicata</i>						11 ⁶	2 ²	20 ²⁹	45 ²⁷	10 ⁸	11 ¹⁴	3 ³					3 ⁵		
<i>Pulmonaria obscura</i>						11 ³	66 ⁴⁴	47 ³⁵	27 ⁹	14 ⁶	76 ⁵²	10 ⁵							

Продовження табл. Г.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Stellaria holostea</i>						44 ¹¹	75 ⁵⁰	11 ⁸	9 ³	24 ¹⁰	78 ⁵²	10 ⁴			33 ¹⁷	6 ⁶	3 ²	
<i>Polygonatum multiflorum</i>		5 ²	4 ²	14 ⁴	10 ³	33 ⁸	70 ⁴³	42 ²⁸	45 ¹³	67 ²⁶	75 ⁴⁷	7 ³				6 ⁵		
<i>Asarum europaeum</i>					10 ⁴	56 ¹⁵	66 ⁴²	34 ²⁴	82 ²⁴	52 ²²	67 ⁴⁴	10 ⁴			9 ⁴	2 ²		
<i>Carpinus betulus</i>	5 ²	5 ¹	4 ¹		24 ⁷	44 ⁹	85 ⁴¹	67 ³⁶	18 ⁴	90 ²⁷	84 ⁴²	33 ¹¹	24 ⁷	8 ³	27 ¹⁰	24 ¹⁷	3 ¹	2 ¹
<i>Galeobdolon luteum</i>					10 ⁴	89 ²⁵	42 ²⁹	11 ⁸	55 ¹⁸	71 ³²	56 ⁴⁰	17 ⁹			24 ¹³	3 ³		
<i>Tilia cordata</i>	5 ²	18 ⁶	23 ⁸		38 ¹²	44 ⁹	58 ³¹	55 ³²	91 ²¹	86 ²⁹	69 ³⁸	30 ¹²	6 ²	8 ⁴	12 ⁵	10 ⁸		
<i>Dryopteris filix-mas</i>	10 ⁶	36 ¹⁷		14 ⁴	33 ¹⁵	22 ⁷	25 ¹⁸	30 ²³	73 ²⁴	33 ¹⁵	35 ²⁵	3 ²	35 ¹⁴			6 ⁶	3 ²	
com. <i>Acer platanoides</i> + <i>Lapsana communis</i>																		
<i>Lapsana communis</i>	5 ⁴	5 ³					2 ²	8 ⁹		5 ³	4 ⁴	100 ⁷⁶			6 ⁵	5 ⁸	6 ⁵	
<i>Dryopterido carthusianae</i> - <i>Pinetum sylvestris</i> var. <i>Cardamine impatiens</i>																		
<i>Cardamine impatiens</i>		5 ⁴					6 ⁷	2 ²		5 ⁶	10 ⁹	100 ⁶⁶	11 ¹⁰		3 ⁵	6 ⁵	5 ⁵	
<i>Dryopterido carthusianae</i> - <i>Pinetum sylvestris</i> var. <i>Fragaria vesca</i>																		
<i>Berberis vulgaris</i>	3 ²						8 ⁷	2 ¹		2 ¹		12 ⁶	100 ⁷¹	6 ⁴	3 ³	3 ²	49 ³⁷	
<i>Fragaria vesca</i>	28 ¹⁸	23 ¹¹					6 ⁵					17 ⁹	35 ¹⁴	56 ³⁴	15 ⁹	15 ¹⁶	6 ³	46 ³⁰
<i>Dryopterido carthusianae</i> - <i>Pinetum sylvestris</i> var. <i>Carex ericetorum</i>																		
<i>Amelanchier spicata</i>												3 ³			79 ⁷⁶	5 ⁹	6 ⁶	
<i>Carex ericetorum</i>	3 ²											7 ⁶			76 ⁶⁶	10 ¹⁶	14 ¹²	
<i>Luzula pilosa</i>														6 ⁵	58 ⁴⁷	22 ³³	9 ⁷	2 ²
ass. <i>Dryopterido carthusianae</i> - <i>Pinetum sylvestris</i>																		
<i>Poa nemoralis</i>	13 ⁶	32 ¹¹	4 ²	43 ⁹	5 ²	11 ³	21 ¹²	9 ⁶		29 ¹¹	24 ¹⁴	37 ¹⁶	71 ²²	61 ²⁸	21 ⁹	32 ²⁷	20 ⁹	32 ¹⁶
<i>Melica nutans</i>							6 ³	11 ⁸			5 ³	17 ⁸	71 ²⁷	69 ³⁷	18 ⁹	31 ³⁰	17 ⁹	54 ³¹
<i>Frangula alnus</i>		5 ²				11 ³		3 ³				3 ²		33 ²⁴	15 ¹⁰	17 ²³	40 ²⁹	27 ²¹
<i>Brachypodium sylvaticum</i>							6 ³	11 ⁷		5 ²		23 ¹⁰	18 ⁶	89 ⁴²	3 ²	83 ⁷⁰	11 ⁵	22 ¹¹
<i>Prunus serotina</i>	3 ¹	5 ¹	4 ¹			33 ⁶	2 ¹	14 ⁶				37 ¹²	88 ²³	97 ³⁶	88 ³¹	80 ⁵³	83 ³⁰	80 ³²

Продовження табл. Г.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Convallaria majalis</i>	5 ²	18 ⁴	8 ³		5 ¹	22 ⁵	42 ¹⁶	38 ¹⁶		29 ⁸	51 ²⁰	43 ¹³	94 ²²	92 ³⁰	97 ³⁰	88 ⁵¹	63 ¹⁹	83 ²⁹
<i>Pteridium aquilinum</i>							2 ¹	12 ⁷				33 ¹³	76 ²³	56 ²⁵	73 ³¹	64 ⁵¹	43 ¹⁹	46 ²¹
<i>Dryopteris carthusiana</i>	10 ⁴	32 ¹⁰	4 ¹		19 ⁶	78 ¹⁵	9 ⁴	12 ⁷	36 ⁸	38 ¹²	22 ¹¹	33 ¹³	18 ⁴	72 ²⁹	70 ²⁸	67 ⁴⁸	40 ¹⁵	12 ⁵
<i>Sambucus racemosa</i>			4 ²					6 ⁶				17 ¹¹	6 ²	31 ²²	18 ¹³	24 ³¹	31 ²²	5 ⁴
<i>Rubus idaeus</i>	15 ¹¹	23 ¹³	19 ¹²					2 ¹	9 ³	5 ²		17 ¹¹	12 ⁶	19 ¹³	21 ¹⁴	24 ³⁰	17 ¹²	2 ¹
ass. <i>Chamaecytiso zingeri</i> - <i>Pinetum sylvestris</i>																		
<i>Rumex acetosella</i>															12 ¹²	4 ⁸	63 ⁶⁵	5 ⁵
<i>Festuca ovina</i>	5 ⁵														6 ⁵	5 ⁸	69 ⁶³	20 ¹⁹
<i>Calamagrostis epigejos</i>												7 ⁵		14 ¹¹	3 ²	1 ¹	74 ⁶⁰	44 ³⁹
<i>Pilosella officinarum</i>	3 ²												6 ³	8 ⁷		1 ¹	66 ⁶⁰	32 ³¹
<i>Avenella flexuosa</i>																1 ³	26 ⁴⁸	
<i>Hypericum perforatum</i>	3 ²										2 ¹	17 ¹⁰	35 ¹⁷	25 ¹⁷	21 ¹⁴	10 ¹²	63 ⁴³	37 ²⁷
<i>Genista tinctoria</i>	8 ¹⁴															1 ³	26 ⁴²	
<i>Veronica officinalis</i>									9 ⁴			13 ¹⁰	12 ⁶	11 ⁹	15 ¹¹	10 ¹⁴	49 ³⁷	39 ³²
ass. <i>Polygonato odorati</i> - <i>Quercetum roboris</i>																		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>															3 ²		17 ¹⁶	80 ⁸¹
<i>Melampyrum pratense</i>															3 ³		23 ²²	68 ⁷²
<i>Geranium sanguineum</i>															3 ³		6 ⁶	59 ⁷²
<i>Campanula rotundifolia</i>																	9 ¹⁰	59 ⁷²
<i>Hieracium umbellatum</i>															3 ³	1 ²	6 ⁷	51 ⁶⁵
<i>Euphorbia cyparissias</i>													12 ¹⁰	3 ³				49 ⁶⁵
<i>Cytisus ruthenicus</i>																		41 ⁶⁴
<i>Polygonatum odoratum</i>			4 ³					5 ⁵		10 ⁵			35 ¹⁸	31 ²³	6 ⁴	3 ⁴	17 ¹²	78 ⁶¹
<i>Betonica officinalis</i>								3 ⁴				3 ³	6 ⁴	25 ²⁴		3 ⁵	9 ⁸	44 ⁴⁶
<i>Rubus saxatilis</i>								8 ⁸				10 ⁷	6 ³	17 ¹⁴		19 ²⁷		49 ⁴¹
cl. <i>Salicetea purpureae</i>																		
<i>Rubus caesius</i>	51 ²⁰	77 ²³	65 ²¹	29 ⁵	24 ⁷	22 ⁵	6 ²	45 ²²	9 ¹	5 ¹	13 ⁶	27 ⁹	35 ⁸	69 ²⁶	52 ¹⁹	60 ⁴⁰	43 ¹⁶	27 ¹⁰

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Festuca gigantea</i>	10 ⁶	27 ¹²	23 ¹¹			22 ⁷	2 ¹	9 ⁷			2 ¹	43 ²²	12 ⁵	39 ²²	42 ²²	35 ³⁵		12 ⁷
<i>Humulus lupulus</i>	21 ¹⁴	14 ⁷	4 ²	43 ¹³	14 ⁷			8 ⁷			2 ¹	13 ⁸	22 ¹⁴	12 ⁸	32 ³⁸	17 ¹¹	5 ³	
<i>Stachys sylvatica</i>	5 ⁴	18 ¹¹	23 ¹⁶	14 ⁵	5 ³	22 ⁹	23 ²²	9 ¹⁰	27 ¹²	19 ¹²	22 ²²	3 ²			1 ¹			
<i>Populus nigra</i>	54 ⁴⁶	82 ⁵⁴	38 ²⁷			11 ⁵	2 ²				2 ²							
<i>Silene baccifera</i>	18 ¹³	27 ¹⁴						11 ¹⁰				13 ⁸	18 ⁸	28 ¹⁸	3 ²	33 ³⁹	11 ⁷	5 ³
<i>Populus alba</i>	26 ²⁶	32 ²⁴	23 ¹⁹				6 ⁷	6 ⁸		14 ¹¹	5 ⁶	3 ³				1 ²		
<i>Amorpha fruticosa</i>	28 ³⁶	18 ¹⁷											3 ³			3 ⁶	9 ¹⁰	5 ⁶
<i>Populus tremula</i>	5 ⁷	14 ¹⁴	8 ⁹				6 ⁹	3 ⁵		5 ⁵	4 ⁶	10 ¹²				2 ⁴	3 ⁴	
<i>Salix alba</i>	18 ²⁶	18 ¹⁹					4 ⁷	3 ⁶	9 ⁷		5 ⁹							
cl. Robinietea																		
<i>Impatiens parviflora</i>	28 ⁷	59 ¹³	69 ¹⁷	14 ¹	100 ²⁰	100 ¹⁴	64 ²¹	94 ³⁴	91 ¹³	90 ¹⁹	64 ²¹	87 ²¹	88 ¹⁶	100 ²⁶	97 ²⁶	95 ⁴⁷	54 ¹⁵	34 ¹⁰
<i>Chelidonium majus</i>	23 ⁸	18 ⁴	54 ¹⁶	100 ¹⁷	86 ²⁵	22 ⁵	28 ¹²	30 ¹⁴		14 ⁴	35 ¹⁶	80 ²⁷	41 ¹¹	44 ¹⁶	55 ²⁰	65 ⁴²	37 ¹⁴	32 ¹³
<i>Geranium robertianum</i>	38 ¹⁴	55 ¹⁵	23 ⁷	14 ¹	14 ⁴	11 ¹	38 ¹⁵	53 ²⁴	64 ¹¹	29 ⁸	36 ¹⁵	70 ²²	53 ¹³	67 ²³	73 ²⁴	69 ⁴²	31 ¹¹	41 ¹⁴
<i>Acer negundo</i>	44 ¹⁶	77 ²¹	88 ²⁸	86 ¹³	81 ²²		9 ⁴	41 ²⁰	18 ⁴	14 ⁴	20 ⁹	40 ¹⁴	41 ¹¹	78 ²⁹	21 ⁸	57 ³⁸	9 ³	34 ¹³
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	33 ¹⁶	77 ²⁸	96 ³⁸	29 ⁵	48 ¹⁷		13 ⁷	11 ⁷	27 ⁷	24 ⁸	11 ⁷	37 ¹⁶	47 ¹⁵	28 ¹³	27 ¹²	23 ¹⁹	9 ⁴	5 ²
<i>Erigeron annuus</i>	56 ³¹	41 ¹⁷	27 ¹²	71 ¹⁷	10 ⁴	11 ³	8 ⁵	11 ⁷	9 ³	10 ⁴	16 ¹¹	40 ¹⁹	29 ¹¹	11 ⁶	18 ⁹	9 ⁸	37 ¹⁹	29 ¹⁶
<i>Oxalis dillenii</i>	8 ⁸				14 ¹¹	11 ⁶	6 ⁷	6 ⁸	9 ⁵		4 ⁴	27 ²⁴	24 ¹⁵			5 ⁹	9 ⁸	2 ²
<i>Quercus rubra</i>	31 ³¹	32 ²⁴	15 ¹²		10 ⁷	11 ⁶	4 ⁴	2 ²			4 ⁴	3 ³			6 ⁵	1 ²	11 ¹⁰	
<i>Acer saccharinum</i>	8 ¹¹	5 ⁵	19 ²²	29 ¹⁸	14 ¹⁵		2 ³		9 ⁷					3 ⁴		1 ²		2 ³
<i>Acer pseudoplatanus</i>			4 ⁵		24 ²⁷		2 ³	3 ⁶	9 ⁷	14 ¹⁶	4 ⁷	3 ⁴						
cl. Carpino-Fagetea																		
<i>Quercus robur</i>	38 ¹¹	9 ¹	12 ³		29 ⁵	44 ⁷	74 ²⁴	91 ³⁴	73 ¹²	76 ¹⁵	75 ²⁶	83 ²⁰	94 ¹⁷	89 ²⁵	100 ²⁶	86 ⁴²	89 ²⁵	80 ²⁴
<i>Acer platanoides</i>	18 ⁶	45 ¹²	58 ¹⁷	86 ¹³	86 ²¹	33 ⁶	94 ³⁸	78 ³⁴	64 ¹¹	76 ¹⁹	64 ²⁷	70 ²⁰	35 ⁸	33 ¹¹	27 ⁹	44 ²⁶	17 ⁶	20 ⁶
<i>Ulmus laevis</i>	62 ²⁵	86 ²⁶	85 ²⁸	86 ¹³	48 ¹⁴		36 ¹⁷	11 ⁶	18 ⁴	10 ³	24 ¹¹	37 ¹⁴	47 ¹²	42 ¹⁶	45 ¹⁶	50 ³⁵	14 ⁵	17 ⁷
<i>Euonymus europaeus</i>	3 ¹	18 ⁶	12 ³	86 ¹³	86 ²⁵	11 ¹	68 ³¹	73 ³⁶	36 ⁸	33 ¹⁰	67 ³¹	43 ¹⁵	24 ⁷	33 ¹³	12 ⁵	45 ³⁰	9 ³	22 ⁸
<i>Euonymus verrucosus</i>					19 ⁶		53 ²⁵	36 ¹⁹	45 ⁹	67 ²⁰	55 ²⁶	23 ⁸	65 ¹⁸	78 ³¹	39 ¹⁴	47 ³²	31 ¹²	29 ¹²
<i>Corylus avellana</i>			4 ²	29 ⁵	24 ⁸	33 ⁸	17 ⁹	59 ³³	73 ¹⁷	14 ⁵	42 ²²	40 ¹⁵	12 ³	17 ⁷	45 ¹⁹	48 ³⁷	34 ¹⁴	7 ⁴
<i>Prunus padus</i>	8 ⁴	27 ¹⁰	12 ⁵	14 ⁴	10 ³	67 ¹⁶	6 ³	22 ¹⁵	27 ⁷	10 ³	5 ³	30 ¹⁴	6 ²	17 ⁸	61 ³⁰	37 ³⁴	29 ¹⁴	2 ¹
<i>Crataegus monogyna</i>	28 ¹⁴	41 ¹⁶	15 ⁷	29 ⁵	5 ²		32 ¹⁹	45 ²⁹		19 ⁸	22 ¹³	13 ⁶	53 ¹⁸	31 ¹⁵	18 ⁸	21 ¹⁸	6 ²	12 ⁶

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Fraxinus excelsior</i>	33 ¹⁹	50 ²¹	23 ¹¹	14 ⁴	29 ¹²	11 ³	57 ³⁸	19 ¹⁴	9 ³	38 ¹⁶	38 ²⁶	7 ⁴		3 ²		2 ²	3 ²	
<i>Cornus sanguinea</i>	49 ³⁰	77 ³⁵	69 ³⁴		29 ¹³	11 ³	8 ⁶	39 ³¹	18 ⁶	10 ⁴	11 ⁸	10 ⁵		3 ²				
<i>Ulmus glabra</i>					14 ⁶	11 ³	42 ²⁸	61 ⁴⁶	36 ¹⁰	19 ⁸	29 ²⁰	30 ¹⁵		6 ³	3 ²	12 ¹²		2 ¹
<i>Milium effusum</i>			4 ³			44 ¹⁶	4 ³	3 ³		5 ³	2 ²	17 ¹²	6 ³	14 ¹¹	33 ²⁴	24 ³²	11 ⁸	2 ²
<i>Viola mirabilis</i>		5 ²				11 ³	21 ¹⁸	28 ²⁶	9 ³	10 ⁵	31 ²⁷	10 ⁶	6 ²	8 ⁶	6 ⁴	10 ¹³	9 ⁶	
<i>Pyrus communis</i>		14 ⁸	15 ¹⁰				17 ¹⁶	2 ²	9 ⁴	5 ³	5 ⁵	3 ²	18 ⁹	17 ¹⁴	6 ⁵	10 ¹⁴	6 ⁵	20 ¹⁷
<i>Circaea lutetiana</i>						22 ⁹	4 ⁴	30 ³²	27 ¹³	14 ⁹	11 ¹¹	3 ²		6 ⁵		14 ²⁰		
<i>Malus sylvestris</i>	5 ⁵	5 ⁴	8 ⁶		5 ⁴			11 ¹⁴	9 ⁵		7 ⁹	3 ³	12 ⁸	3 ³	24 ²²	4 ⁷	3 ³	5 ⁵
<i>Anemone ranunculoides</i>							49 ⁵⁴					33 ³⁷						
<i>Corydalis cava</i>							53 ⁵⁹					27 ³¹						
cl. <i>Vaccinio-Piceetea</i>																		
<i>Pinus sylvestris</i>	51 ¹⁷	9 ³	4 ¹		5 ¹		4 ²	20 ⁹			2 ¹	57 ¹⁷	100 ²²	100 ³³	100 ³²	99 ⁵⁸	100 ³³	100 ³⁵
<i>Sorbus aucuparia</i>	18 ¹¹	41 ¹⁹	8 ⁴		10 ⁴	22 ⁷	6 ⁴	19 ¹⁵		19 ⁹	9 ⁷	10 ⁵	29 ¹²	25 ¹⁵	3 ²	10 ¹¹	9 ⁵	46 ³⁰
<i>Maianthemum bifolium</i>					10 ⁴	56 ¹⁷	2 ¹	23 ¹⁹		29 ¹⁴	7 ⁵	13 ⁷	6 ²	11 ⁷	27 ¹⁶	34 ³⁸	6 ³	
<i>Vaccinium myrtillus</i>														3 ¹⁰	1 ⁶	3 ¹⁰		
cl. <i>Epilobietea angustifolii</i>																		
<i>Geum urbanum</i>	56 ¹⁸	73 ¹⁷	92 ²⁵	100 ¹⁴	86 ²¹	89 ¹³	62 ²⁴	89 ³⁸	82 ¹⁶	38 ⁹	58 ²³	73 ²¹	76 ¹⁷	56 ¹⁸	39 ¹²	43 ²⁵	3 ¹	15 ⁵
<i>Urtica dioica</i>	8 ³	50 ¹²	46 ¹²	86 ¹³	81 ²⁰	44 ⁷	45 ¹⁸	72 ³¹	91 ¹⁷	33 ⁸	58 ²³	97 ²⁸	88 ¹⁹	56 ¹⁷	67 ²⁰	78 ⁴⁴	26 ⁷	17 ⁶
<i>Sambucus nigra</i>	5 ²	14 ⁴	46 ¹⁴	86 ¹³	100 ²⁶	44 ⁷	51 ²¹	77 ³⁶	91 ¹⁷	76 ¹⁹	73 ³²	57 ¹⁸	59 ¹³	31 ¹¹	6 ²	50 ³¹	11 ³	10 ³
<i>Alliaria petiolata</i>	13 ⁵	59 ¹⁹	85 ³¹	100 ¹⁷	48 ¹⁵	11 ¹	57 ²⁹	20 ¹¹	18 ⁴	14 ⁴	24 ¹²	47 ¹⁸	18 ⁴	28 ¹²	33 ¹³	39 ²⁹	6 ²	5 ²
<i>Viola odorata</i>	15 ⁸	50 ¹⁹	69 ²⁹	71 ¹⁵	62 ²²	22 ⁵	53 ³¹	33 ²¹	18 ⁴	38 ¹⁴	55 ³²	17 ⁷	6 ²	3 ²	3 ²	1 ¹	3 ²	2 ¹
<i>Moehringia trinervia</i>	26 ¹¹	36 ¹²	8 ³	14 ⁴		11 ³	6 ³	11 ⁷		14 ⁵	11 ⁶	23 ¹⁰	29 ⁹	50 ²²	88 ³⁸	57 ⁴⁵	43 ¹⁹	12 ⁶
<i>Glechoma hederacea</i>	28 ¹⁵	45 ¹⁸	31 ¹⁴		10 ³	11 ³	21 ¹³	19 ¹²	27 ⁷	5 ²	13 ⁸	53 ²⁴	24 ⁸	25 ¹²	61 ²⁹	20 ¹⁸	11 ⁶	2 ¹
<i>Fallopia dumetorum</i>	26 ¹³	32 ¹³	4 ²		29 ¹¹	22 ⁵	11 ⁷	19 ¹²		5 ²	11 ⁷	27 ¹³	12 ³	50 ²⁴	9 ⁴	42 ³⁷	9 ⁴	27 ¹⁵
<i>Lactuca muralis</i>	3 ²	5 ²			10 ⁴	33 ¹⁰	2 ¹	16 ¹³	27 ⁹	38 ¹⁷	11 ⁸	30 ¹⁶	59 ²⁴	22 ¹³	18 ¹⁰	19 ²⁰	11 ⁷	20 ¹³
<i>Chaerophyllum temulum</i>	5 ³	41 ²¹	46 ²⁵	71 ²¹	19 ¹⁰		38 ³⁰	16 ¹⁴	9 ³	5 ²	18 ¹⁵	23 ¹⁴				2 ²		
<i>Torilis japonica</i>	36 ²⁸	23 ¹⁴						19 ¹⁹			5 ⁵	27 ¹⁹	12 ⁶	17 ¹³	15 ¹¹	4 ⁶		7 ⁶
<i>Scrophularia nodosa</i>	8 ⁸	9 ⁷				11 ⁶	15 ¹⁸	6 ⁸		10 ⁷	7 ⁹	33 ³⁰			3 ³	2 ³		
cl. <i>Koelerio-Corynephoretea</i>																		

Продовження табл. Г.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Potentilla argentea</i>	13 ²⁵											3 ⁵			3 ⁵		3 ⁵	5 ¹⁰
<i>Bromus inermis</i>	15 ³⁴											3 ⁶			3 ⁶			
<i>Koeleria glauca</i>	18 ⁴²																	
<i>Myosotis stricta</i>	15 ³⁹																	
<i>Artemisia marschalliana</i>	8 ²⁸																	
cl. Molinio-Arrhenathretea																		
<i>Lysimachia nummularia</i>	59⁴⁰	91⁴⁷	35 ²⁰			11 ³	4 ³	33 ²⁹	9 ³		4 ³	7 ⁴	6 ²				3 ³	
<i>Poa pratensis</i>	74⁴⁷	27 ¹³	12 ⁶					2 ¹					6 ²	8 ⁵	33 ¹⁹	12 ¹³	40²⁴	37 ²⁴
<i>Dactylis glomerata</i>	38 ³⁰	36 ²¹	15 ⁹		5 ³	22 ⁸		5 ⁵		5 ³	5 ⁵	23 ¹⁶	18 ⁹	8 ⁶	6 ⁴	1 ¹	9 ⁷	24 ¹⁹
<i>Carex hirta</i>	41³⁵	23 ¹⁴										13 ¹⁰	6 ³	8 ⁷	3 ²	8 ¹²	20 ¹⁶	17 ¹⁵
<i>Equisetum pratense</i>	49⁵¹	45³⁵	8 ⁷			22 ¹¹	2 ²				2 ²	3 ³						
<i>Achillea submillefolium</i>	21 ²⁵	5 ⁴										17 ¹⁸		3 ³	3 ³		6 ⁶	22 ²⁷
<i>Alopecurus pratensis</i>	54⁷⁰	5 ⁴	4 ⁴															
<i>Agrostis capillaris</i>	3 ⁴											3 ⁴		3 ⁴	6 ⁷		6 ⁷	37 ⁵⁰
<i>Elymus repens</i>	8 ¹³		8 ¹⁰									13 ¹⁹					11 ¹⁷	5 ⁸
<i>Stellaria graminea</i>	31 ⁴⁸														3 ⁴		9 ¹³	
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	31 ⁵³	5 ⁶																
<i>Agrostis gigantea</i>												3 ⁵	6 ⁷			1 ³	20 ³⁶	2 ⁴
<i>Rhinanthus vernalis</i>	23 ⁴⁸																	
<i>Festuca pratensis</i>	15 ³⁹																	
<i>Plantago lanceolata</i>	10 ³²																	
cl. Trifolio-Geranietea																		
<i>Veronica chamaedrys</i>	36 ²¹	27 ¹²	31 ¹⁵				15 ¹⁰	5 ⁴		5 ²	2 ¹	17 ⁸	53²¹	17 ⁹	42²²	15 ¹⁵	31 ¹⁷	34 ²⁰
<i>Clinopodium vulgare</i>								2 ²				10 ⁷	12 ⁷	44³⁶	12 ⁹	10 ¹⁴	9 ⁷	39 ³⁴
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	13 ¹⁴						6 ⁸	2 ²					24 ¹⁸				17 ¹⁸	29 ³⁴
<i>Silene nutans</i>													18 ¹⁷			1 ²	26 ³⁶	12 ¹⁸
<i>Eryngium planum</i>	38 ⁶⁰	5 ⁵																
<i>Anthericum ramosum</i>														3 ⁵			9 ¹⁴	22 ³⁹
<i>Trifolium montanum</i>	33 ⁵⁷																	

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Filipendula vulgaris</i>	28 ⁵³																	
Інші види																		
<i>Ligustrum vulgare</i>	44 ⁴¹	50 ³⁵	8 ⁶				21 ²³	2 ²			2 ²			3 ²				
<i>Taraxacum officinale</i>	31 ³⁶	23 ²⁰	4 ³				8 ¹¹	2 ²			2 ²	10 ¹⁰	6 ⁴					2 ²
<i>Erigeron canadensis</i>	38 ³⁸	9 ⁷	8 ⁶	14 ⁵			6 ⁷				2 ²	13 ¹¹		6 ⁵		3 ⁵	9 ⁸	7 ⁷
<i>Betula pendula</i>	44 ³¹	9 ⁵	8 ⁵				4 ³	17 ¹⁵		5 ²	4 ³	17 ¹⁰		6 ⁴	6 ⁴	17 ²¹	14 ⁹	17 ¹²
<i>Artemisia absinthium</i>	18 ³⁷											7 ¹²						
<i>Chenopodium album</i>	13 ¹⁹	5 ⁵									2 ³	13 ¹⁷		6 ⁸			9 ¹²	5 ⁷
<i>Ranunculus auricomus</i>	13 ³³		4 ⁸															
<i>Anthriscus cerefolium</i>	15 ³⁰	14 ²⁰	4 ⁶															
<i>Lactuca serriola</i>	10 ¹⁷	5 ⁶					2 ⁴					3 ⁵		3 ⁵	6 ⁹	1 ³	9 ¹⁴	
<i>Rosa canina</i>	10 ²⁰	9 ¹³					2 ⁴				4 ⁹							2 ⁴
<i>Bromus mollis</i>	8 ¹⁵	5 ⁷		14 ¹¹	10 ¹³		2 ⁴	2 ⁴									1 ³	3 ⁵
<i>Carex contigua</i>	8 ⁷	23 ¹⁷	4 ³			11 ⁵		3 ⁴	9 ⁴		2 ²	10 ⁸	18 ¹¹	14 ¹³	6 ⁵	10 ¹⁷		5 ⁵
<i>Melandrium album</i>	5 ⁷	27 ²⁶	15 ¹⁶									10 ¹¹		3 ³	6 ⁷	1 ²	6 ⁷	5 ⁷
<i>Anthriscus sylvestris</i>		18 ²²					4 ⁷	2 ⁴				10 ¹⁴	6 ⁶	3 ⁵		2 ⁵		2 ⁴
<i>Vitis sylvestris</i>		18 ³⁰											18 ²⁶			1 ³		
<i>Bromus sterilis</i>	10 ¹⁸	18 ²⁴	19 ²⁷															
<i>Glechoma hirsuta</i>	3 ³	5 ⁴			24 ²³		9 ¹⁴	2 ³	9 ⁶	14 ¹³	7 ¹¹		6 ⁵			1 ²		
<i>Solanum dulcamara</i>						33 ³⁵							6 ⁸	3 ⁶		2 ⁷	3 ⁶	
<i>Lysimachia europaea</i>						22 ²¹									9 ¹⁶	3 ¹¹	3 ⁵	
<i>Carex sylvatica</i>						22 ¹⁸	4 ⁷	5 ¹⁰		10 ¹²	9 ¹⁸							
<i>Juncus inflexus</i>						22 ²⁵									3 ⁶	3 ¹¹		2 ⁵
<i>Impatiens noli-tangere</i>						11 ¹⁹									3 ¹⁰	1 ⁶		
<i>Ranunculus repens</i>						11 ¹⁹			9 ¹⁷	5 ¹³								
<i>Caltha palustris</i>						11 ³³												
<i>Cystopteris fragilis</i>							23 ³⁶					18 ²⁸						
<i>Ficaria verna</i>	3 ²	9 ⁷	27 ²¹				32 ³⁶			5 ³		24 ²⁸						
<i>Lamium purpureum</i>		9 ¹⁰	8 ⁹				13 ²²	2 ³	9 ⁷		9 ¹⁵	3 ⁴						

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Cardamine bulbifera</i>							8 ¹⁹	2 ⁵		10 ¹⁵	4 ⁹							
<i>Viburnum opulus</i>	5 ⁶	14 ¹²				11 ⁶	8 ¹¹	23 ³⁵		5 ⁴	2 ²			3 ³			3 ³	
<i>Equisetum hyemale</i>								2 ⁶	9 ¹³	10 ²⁰	2 ⁶							
<i>Lathyrus vernus</i>							4 ⁷	6 ¹²	9 ⁷	10 ¹¹	13 ²⁴							
<i>Scilla siberica</i>							11 ²²				13 ²⁶							
<i>Vinca minor</i>					10 ¹³			5 ¹¹		5 ⁶	11 ²³							
<i>Artemisia vulgaris</i>	18 ²⁶	9 ¹⁰						3 ⁶			2 ³	20 ²⁶						
<i>Plantago major</i>	3 ⁴	9 ¹⁰	4 ⁵			11 ⁸	2 ³	5 ⁹	9 ⁷			23 ³¹						
<i>Lamium maculatum</i>		5 ⁷	4 ⁶				6 ¹³	2 ⁴				13 ²³						
<i>Bidens frondosa</i>												10 ²⁴			3 ⁸		3 ⁸	
<i>Rumex sylvestris</i>								2 ⁷				10 ²⁷						
<i>Tussilago farfara</i>												13 ³⁶						
<i>Elymus caninus</i>								3 ⁶				7 ⁹	6 ⁵	17 ²³		5 ¹³	6 ⁸	
<i>Cruciata glabra</i>							4 ⁷	2 ⁴				3 ⁵	6 ⁶	11 ¹⁸	6 ⁹	1 ³	3 ⁵	2 ⁴
<i>Clematis recta</i>								2 ⁶						6 ¹⁴	6 ¹⁴	1 ⁴		
<i>Lilium martagon</i>								5 ⁹				7 ⁸	12 ¹¹	11 ¹⁵		8 ¹⁹		
<i>Carex leporina</i>												3 ⁴	12 ¹²	3 ⁴	3 ⁴	8 ²¹	6 ⁸	2 ³
<i>Viola matutina</i>									9 ⁷			3 ⁴			6 ⁸	3 ⁷	34 ⁴⁵	2 ³
<i>Hypochaeris radicata</i>	3 ⁵																23 ⁴¹	5 ⁹
<i>Luzula multiflora</i>													6 ⁶	11 ¹⁸		3 ⁸	17 ²⁷	
<i>Turritis glabra</i>												3 ⁵			3 ⁵	1 ³	17 ²⁸	10 ¹⁸
<i>Cerastium holosteoides</i>	5 ¹⁰														9 ¹⁶		14 ²⁶	
<i>Sedum purpureum</i>		5 ⁸													3 ⁶		17 ³⁶	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	8 ¹⁵												6 ⁸		3 ⁵		14 ²⁶	
<i>Polygonum aviculare</i>	5 ⁹										2 ⁴	3 ⁵			6 ¹⁰	1 ³	11 ²⁰	
<i>Digitalis grandiflora</i>																	11 ³³	
<i>Festuca rubra</i>	10 ¹⁷														6 ⁹	3 ⁸	11 ¹⁸	2 ⁴
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>												3 ⁶	6 ⁹				11 ²⁵	2 ⁵
<i>Silene vulgaris</i>													6 ⁸			1 ³	3 ⁶	12 ²⁷

Продовження табл. Г.2

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Berberoa incana</i>	10 ¹⁶	9 ¹¹														1 ³	9 ¹³	12 ²⁰
<i>Saponaria officinalis</i>		5 ⁷										3 ⁵		6 ¹¹			3 ⁵	12 ²⁴
<i>Viola canina</i>														3 ⁷				12 ³²
<i>Teucrium chamaedrys</i>																		12 ³⁵
<i>Veronica spicata</i>																		12 ³⁵
<i>Rubus nessensis</i>								2 ³						14 ²⁰		4 ¹¹	3 ⁴	15 ²²
<i>Ajuga genevensis</i>							8 ¹⁴			5 ⁵	2 ³		12 ¹²			1 ²	9 ¹³	10 ¹⁶
<i>Allium oleraceum</i>								3 ⁹						3 ⁶		1 ³		10 ²²
<i>Melampyrum nemorosum</i>								2 ⁵				3 ⁶		3 ⁶				10 ²⁴
<i>Potentilla alba</i>																		10 ³²

Види, максимальне трапляння яких не перевищує 10% (у дужках вказані номери синтаксонів, де зустрічається вид): *Agrimonia eupatoria* (1, 3, 12, 14, 18); *Allium angulosum* (1); *Anthoxanthum odoratum* (17, 18); *Arctium lappa* (1, 7, 12); *A. tomentosum* (12); *Arenaria uralensis* (1, 3); *Asclepias syriaca* (18); *Asperugo procumbens* (1); *Astragalus glycyphyllos* (12, 14, 16); *Berberis aquifolium* (7); *Betula pubescens* (8); *Bromus tectorum* (1, 3); *Calamagrostis arundinacea* (18); *Calluna vulgaris* (17, 18); *Campanula patula* (12); *C. trachelium* (8, 11); *Caragana arborescens* (10, 17); *Cardamine quinquefolia* (10); *Carex colchica* (7); *C. digitata* (10, 11); *C. michelii* (7, 11); *C. pallescens* (8, 17); *Celtis occidentalis* (13, 17, 18); *Chamerion angustifolium* (12); *Cichorium intybus* (12); *Cirsium oleraceum* (7); *C. setosum* (12); *Daucus carota* (12); *Duchesnea indica* (8, 10); *Echinochloa crus-galli* (12); *Echium vulgare* (17, 18); *Epilobium tetragonum* (12); *Equisetum arvense* (1, 2); *Gagea lutea* (11); *Galinsoga parviflora* (12, 15); *Geranium pratense* (12); *G. pusillum* (1, 3, 12); *Gleditsia triacanthos* (1); *Grossularia reclinata* (3, 5); *Hedera helix* (5); *Helichrysum arenarium* (18); *Heracleum sibiricum* (16); *H. sphondylium* (5); *Hieracium piloselloides* (17); *Hierochloe odorata* (17); *Iris pseudacorus* (2); *Juglans mandshurica* (9); *Juncus effusus* (12); *Knautia arvensis* (13); *Lathraea squamaria* (7); *Lathyrus niger* (7, 8, 11, 12, 16); *Leonurus quinquelobatus* (2, 3, 7, 11, 12, 15); *Lolium perenne* (12, 17); *Lonicera caprifolium* (7, 10, 11); *Lycopus europaeus* (18); *Medicago falcata* (12); *Morus nigra* (3, 8, 13, 17); *Neottia nidus-avis* (8, 11, 14); *Origanum vulgare* (12); *Pastinaca sylvestris* (12); *Phleum phleoides* (18); *Poa annua* (17); *P. bulbosa* (1, 2); *P. palustris* (1, 2, 16); *Polygonum persicaria* (12, 15, 16, 17); *Primula veris* (7); *Prunella vulgaris* (12, 15, 18); *Prunus spinosa* (18); *Ranunculus acris* (8, 12); *Reynoutria japonica* (3, 9, 15); *Rhodococcum vitis-idaea* (16); *Ribes aureum* (8); *Rumex confertus* (12); *Sanicula europaea* (8); *Scutellaria altissima* (11); *Sedum sexangulare* (1); *Sempervivum ruthenicum* (18); *Solidago canadensis* (8, 10, 11, 12, 13); *Spergula arvensis* (17); *Stachys*

palustris (8, 12); *Thlaspi arvense* (12); *Thymus serpyllum* (18); *Tragopogon orientalis* (17); *Trifolium alpestre* (18); *T. arvense* (18); *T. medium* (12); *T. pratense* (1, 7, 12); *Ulmus minor* (11); *Verbascum lychnitis* (17); *Veronica arvensis* (1, 2, 3, 15); *V. verna* (1); *Vicia sepium* (11, 12); *Viola hirta* (16); *Viscaria vulgaris* (16, 17); *Xanthium strumarium* (12).

**Синоптична таблиця лучної рослинності заплав Дніпра та Сейму у межах
Лівобережного Полісся (набір даних НД4).**

Значення константності видів більше 40% позначені жирним шрифтом. У верхньому
індексі наводяться значення вірності видів у відсотках. Номери синтаксонів відповідають
синтаксономічній схемі (розділ 11.1)

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КІЛЬКІСТЬ ОПИСІВ	23	17	10	20	53	20	22	25	8	56
D.s. Eryngio-Bromopsietum inermis										
<i>Sedum acre</i>	61 ⁷⁶					2 ²				
<i>Oenothera rubricaulis</i>	61 ⁷⁴	6 ⁷								
<i>Bromus inermis</i>	78 ⁷¹	18 ¹⁶			4 ⁴		14 ¹³			2 ²
<i>Eryngium planum</i>	52 ⁶⁸	6 ⁸								
<i>Calamagrostis epigejos</i>	74 ⁶⁵	24 ²¹					23 ²¹			
<i>Dianthus borbasii</i>	35 ⁴²		10 ¹²	15 ¹⁸	2 ²					
D.s. Koelerio delavignei- Agrostietum vinealis var. Asparagus officinalis										
<i>Asparagus officinalis</i>	9 ⁸	100 ⁸⁹	10 ⁹		2 ²					
<i>Trifolium montanum</i>	4 ⁴	71 ⁶⁶		10 ⁹	6 ⁶		14 ¹³			
D.s. Koelerio delavignei- Agrostietum vinealis var. Ranunculus polyanthemos										
<i>Ranunculus polyanthemos</i>		6 ⁶	100 ⁹²				9 ⁸			
<i>Trifolium ambiguum</i>			100 ⁸⁷	15 ¹³	4 ³					2 ²
<i>Cichorium intybus</i>			40 ⁵³		6 ⁸					2 ³
<i>Glechoma hederacea</i>			40 ⁴¹	10 ¹¹	13 ¹³	5 ⁵		16 ¹⁶		2 ²
D.s. ass. Koelerio delavignei- Agrostietum vinealis										
<i>Filipendula vulgaris</i>		71 ⁴⁴	70 ⁴⁴	45 ²⁸	4 ³		45 ²⁸			2 ¹
<i>Koeleria delavignei</i>	13 ⁸	71 ⁴⁵	100 ⁶³	30 ¹⁹			5 ³	4 ³		5 ³
<i>Agrostis vinealis</i>	9 ⁶	47 ³³	100 ⁷¹	10 ⁷	8 ⁶					2 ¹
<i>Carex praecox</i>		53 ⁴⁴	60 ⁵¹	5 ⁴	2 ²		14 ¹²			
D.s. ass. Galio molluginis- Festucetum pratensis										
<i>Gladiolus tenuis</i>			10 ⁹	95 ⁸⁴		5 ⁴		4 ⁴		7 ⁶
<i>Leucanthemum vulgare</i>			10 ⁹	80 ⁷⁵	2 ²		9 ⁸			
<i>Galium mollugo</i>			10 ⁹	70 ⁶⁵	2 ²	5 ⁵		4 ⁴	12 ¹¹	2 ²
D.s. ass. Medicago lupulinae- Phleetum pratensis										
<i>Medicago lupulina</i>				10 ¹¹	66 ⁶⁷	5 ⁵	5 ⁵			
<i>Trifolium repens</i>			10 ⁸	15 ¹²	79 ⁶⁴	10 ⁸		4 ³	12 ¹¹	
<i>Festuca rubra</i>	4 ³	29 ²⁵			62 ⁵³	15 ¹³	5 ⁴	4 ³		2 ²
D.s. ass. Dactylorhizo incarnati-Caricetum nigrae										

Продовження табл. Г.3

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Dactylorhiza incarnata</i>					2 ²	90 ⁹³				
<i>Carex nigra</i>						75 ⁸²		4 ⁴		2 ²
<i>Equisetum palustre</i>						55 ⁷⁴				
<i>Eleocharis uniglumis</i>						30 ⁵⁵				
D.s. ass. <i>Veronici longifoliae</i> - <i>Iridetum sibirici</i>										
<i>Iris sibirica</i>		6 ⁶					95 ⁹¹			5 ⁵
<i>Veronica longifolia</i>		18 ¹⁵	10 ⁸				91 ⁷⁶			20 ¹⁷
<i>Filipendula ulmaria</i>					6 ⁶	5 ⁵	64 ⁶⁶	4 ⁴		12 ¹²
<i>Lythrum virgatum</i>						5 ⁷	41 ⁶¹			
<i>Lysimachia vulgaris</i>						20 ²³	50 ⁵⁷			5 ⁶
<i>Inula salicina</i>		12 ¹⁶					41 ⁵⁵			
D.s. ass. <i>Poo trivialis</i> - <i>Alopecuretum arundinaceae</i>										
<i>Alopecurus arundinaceus</i>					9 ⁸	5 ⁴		92 ⁸¹		9 ⁸
<i>Stellaria palustris</i>					2 ²	10 ¹¹		64 ⁷²		
<i>Poa trivialis</i>			10 ¹¹		4 ⁴	20 ²¹		56 ⁵⁷		
<i>Carex leporina</i>		6 ⁸					5 ⁶	44 ⁵⁵		2 ³
D.s. <i>Poo palustris</i> - <i>Alopecuretum pratensis</i> var. <i>Agrostis stolonifera</i>										
<i>Persicaria lapathifolia</i>									88 ⁹²	2 ²
<i>Triglochin palustris</i>									75 ⁸⁷	
<i>Anacamptis palustris</i>					2 ²	5 ⁶			75 ⁸³	
<i>Agrostis stolonifera</i>						40 ³⁴		4 ³	88 ⁷⁵	2 ²
D.s. <i>Poo palustris</i> - <i>Alopecuretum pratensis</i> var. <i>Scutellaria galericulata</i>										
<i>Galium uliginosum</i>						30 ²⁷	9 ⁸	4 ⁴		79 ⁷¹
<i>Scutellaria galericulata</i>					2 ²	5 ⁵		8 ⁸	12 ¹²	68 ⁶⁷
D.s. ass. <i>Poo palustris</i> - <i>Alopecuretum pratensis</i>										
<i>Alopecurus pratensis</i>		6 ⁴	10 ⁶					82 ⁵¹	75 ⁴⁶	84 ⁵¹
<i>Poa palustris</i>						30 ²²	5 ⁴	8 ⁶	75 ⁵⁴	68 ⁴⁹
<i>Allium angulosum</i>				10 ⁷	4 ³		5 ⁴	16 ¹²	50 ³⁶	91 ⁶⁶
<i>Eleocharis palustris</i>						10 ⁹		8 ⁷	38 ³³	71 ⁶²
<i>Galium palustre</i>					2 ²	15 ¹⁴		8 ⁸	62 ⁶¹	20 ¹⁹
D.s. ord. <i>Galietales</i> veri										
<i>Galium verum</i>	70 ⁴¹	94 ⁵³	40 ²³	15 ⁹	4 ²	5 ³	59 ³³			2 ¹
<i>Potentilla argentea</i>	52 ³⁵	59 ³⁹	20 ¹³	40 ²⁷	21 ¹⁴		5 ³			
<i>Poa angustifolia</i>	70 ⁴⁸	65 ⁴⁵	50 ³⁴	5 ³	9 ⁶					
<i>Dianthus deltoides</i>	22 ²²	35 ³⁶	10 ¹¹	15 ¹⁵	4 ⁴			4 ⁴		
<i>Festuca valesiaca</i>	43 ⁴⁹	18 ²¹	10 ¹¹							
D.s. ord. <i>Arrhenatheretalia elatioris</i>										
<i>Plantago lanceolata</i>	35 ¹⁹	35 ¹⁹	70 ³⁹	95 ⁵³	32 ¹⁸	10 ⁶	14 ⁸			
<i>Lotus corniculatus</i>	4 ²	12 ⁷	50 ²⁸	80 ⁴⁵	74 ⁴¹	10 ⁶	32 ¹⁸		12 ⁷	7 ⁴
<i>Trifolium pratense</i>		24 ¹⁵	30 ¹⁹	85 ⁵³	47 ²⁹	10 ⁶	32 ²¹	4 ²		
<i>Centaurea jacea</i>		18 ¹²	60 ³⁸	90 ⁵⁸	2 ¹		55 ³⁵			

Продовження табл. Г.3

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Stellaria graminea</i>	17 ¹¹	6 ⁴	30 ²¹	60 ⁴¹	62 ⁴²		5 ³	4 ³		5 ³
<i>Rhinanthus serotinus</i>	9 ⁶	35 ²⁴	10 ⁷	55 ³⁸	26 ¹⁸	5 ³	50 ³⁵			
<i>Agrostis capillaris</i>	4 ⁴		10 ⁹	5 ⁵	49 ⁴⁵		23 ²¹	12 ¹¹		
<i>Euphorbia virgultosa</i>	26 ²⁴	6 ⁶	30 ²⁸	15 ¹⁴	2 ²	5 ⁵	18 ¹⁷			5 ⁵
<i>Dactylis glomerata</i>	13 ¹⁴	12 ¹³		20 ²²	8 ⁹		18 ²¹			
D.s. ord. Molinietalia caeruleae										
<i>Potentilla anserina</i>					23 ¹⁴	90 ⁵⁵	5 ³	44 ²⁷	62 ³⁸	25 ¹⁵
<i>Lysimachia nummularia</i>					25 ¹⁷	40 ²⁷	5 ³	24 ¹⁶	88 ⁵⁹	29 ¹⁹
<i>Deschampsia caespitosa</i>			10 ⁷		13 ⁹	55 ³⁹		16 ¹¹	88 ⁶²	4 ³
<i>Silene flos-cuculi</i>			20 ¹⁵	35 ²⁶	11 ⁸	15 ¹¹	5 ⁴	32 ²⁴	12 ⁹	20 ¹⁵
<i>Carex vulpina</i>					2 ²	40 ³¹		60 ⁴⁷	12 ⁹	45 ³⁵
<i>Potentilla reptans</i>			10 ⁸		25 ²¹	5 ⁴	5 ⁴	64 ⁵⁴		12 ¹¹
<i>Juncus gerardii</i>					8 ⁷			28 ²⁵	50 ⁴⁵	30 ²⁷
<i>Beckmannia eruciformis</i>						5 ⁵		20 ²¹	38 ³⁸	32 ³²
<i>Ranunculus repens</i>						45 ⁵³	9 ¹¹	12 ¹⁴		2 ²
D.s. cl. Molinio-Arrhenatheretea										
<i>Phleum pratense</i>	26 ¹¹	53 ²³	90 ³⁹	80 ³⁵	68 ³¹	20 ⁹	73 ³²	20 ⁹	25 ¹¹	20 ⁹
<i>Achillea millefolium</i>	39 ¹⁷	65 ²⁹	60 ²⁷	85 ³⁸	66 ²⁹	40 ¹⁸	36 ¹⁶	20 ⁹	38 ¹⁷	7 ³
<i>Festuca pratensis</i>	9 ⁴	29 ¹⁴	70 ³³	90 ⁴²	68 ³²	40 ¹⁹	55 ²⁶	20 ⁹		29 ¹⁴
<i>Ranunculus acris</i>				65 ³³	28 ¹⁴	55 ²⁸	23 ¹²	44 ²²	75 ³⁸	68 ³⁴
<i>Elymus repens</i>	17 ⁹	18 ⁹	80 ⁴¹	20 ¹¹	58 ³¹	15 ⁸	9 ⁵	44 ²³	25 ¹³	43 ²²
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	48 ²⁶	88 ⁴⁸	50 ²⁷	30 ¹⁶	19 ¹¹		41 ²²	20 ¹¹		4 ²
<i>Poa pratensis</i>	4 ²	6 ³	20 ¹¹	45 ²⁵	38 ²¹	40 ²²	64 ³⁵	40 ²²	25 ¹⁴	12 ⁷
<i>Thalictrum lucidum</i>		12 ⁷	80 ⁴⁹	40 ²⁴	11 ⁷	5 ³	41 ²⁵	12 ⁷		50 ³¹
<i>Vicia cracca</i>	9 ⁵	35 ²¹	20 ¹²	25 ¹⁵	4 ²	25 ¹⁵	55 ³⁴	8 ⁵	12 ⁷	59 ³⁶
<i>Galium boreale</i>	4 ³	59 ³⁸	70 ⁴⁵	20 ¹³			73 ⁴⁷			
<i>Taraxacum officinale</i>			20 ¹⁶	10 ⁸	45 ³⁶	10 ⁸	5 ⁴	36 ²⁹		9 ⁷
<i>Prunella vulgaris</i>			20 ¹⁷	5 ⁴	45 ³⁸	20 ¹⁷	5 ⁴	12 ¹¹		9 ⁸
<i>Carex hirta</i>				15 ¹³	9 ⁸	85 ⁷⁵	5 ⁴			
D.s. cl. Koelerio-Corynepherea										
<i>Veronica spicata</i>	35 ³⁹	41 ⁴⁶								
<i>Rumex acetosella</i>	35 ⁴³	24 ³¹								
<i>Artemisia campestris</i>	39 ⁵⁴	12 ¹⁷								
<i>Sedum ruprechtii</i>	30 ⁴²	18 ²⁵								
<i>Trifolium aureum</i>	17 ²⁹	12 ²¹			4 ⁷					
<i>Koeleria glauca</i>	22 ⁴⁶									
<i>Artemisia austriaca</i>	17 ³⁶									
D.s. cl. Artemisietea vulgaris										
<i>Rumex confertus</i>	13 ⁶	12 ⁵	60 ²⁷	85 ³⁸	49 ²²	15 ⁷	18 ⁸	76 ³⁴	38 ¹⁷	80 ³⁶
<i>Erigeron annuus</i>	48 ²⁷	65 ³⁷	30 ¹⁷	30 ¹⁷	32 ¹⁸		59 ³³	16 ⁹		2 ¹
<i>Cirsium arvense</i>			20 ¹²	15 ⁹	45 ²⁷	20 ¹²	32 ¹⁹	64 ³⁸	12 ⁷	41 ²⁴
<i>Convolvulus arvensis</i>	4 ⁴		60 ⁵⁵	5 ⁵	8 ⁷		14 ¹³	4 ⁴	12 ¹¹	
<i>Equisetum arvense</i>			20 ¹⁹	10 ⁹	8 ⁷	30 ²⁸	23 ²¹			7 ⁶
<i>Tanacetum vulgare</i>	22 ²⁹	6 ⁸					23 ³¹			
<i>Erigeron canadensis</i>	26 ⁴⁶						5 ⁹			

Продовження табл. Г.3

Номер синтаксону	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D.s. cl. Phragmito-										
Magnocaricetea										
<i>Rorippa sylvestris</i>			10 ¹¹		9 ¹⁰			28 ³¹	12 ¹³	16 ¹⁸
<i>Lycopus europaeus</i>					8 ¹⁰	20 ²⁵	9 ¹¹	12 ¹⁵		7 ⁹
<i>Symphytum officinale</i>						5 ⁸	5 ⁸	4 ⁶		23 ³⁷
<i>Carex riparia</i>								4 ⁷	25 ⁴⁵	2 ⁴
<i>Alisma plantago-aquatica</i>						5 ⁹		8 ¹⁵		16 ²⁹
<i>Carex acuta</i>									25 ⁵¹	
<i>Butomus umbellatus</i>								8 ¹⁸		11 ²⁵
<i>Phragmites australis</i>							5 ¹¹		12 ²⁸	2 ⁵
Інші види										
<i>Aristolochia clematitis</i>	17 ³²	6 ¹¹						5 ⁹		
<i>Berteroa incana</i>	13 ²⁵					6 ¹²	5 ¹⁰			
<i>Fragaria vesca</i>		29 ⁴²				2 ³		14 ²¹		
<i>Anthyllis macrocephala</i>		18 ²⁷		15 ²³		2 ³		5 ⁸		
<i>Jasione montana</i>			10 ²⁴	5 ¹²						
<i>Agrimonia eupatoria</i>			10 ²⁵	5 ¹²						
<i>Viola matutina</i>			10 ³²							
<i>Campanula patula</i>				25 ⁴²				5 ⁸		
<i>Myosotis arvensis</i>		6 ¹¹		20 ³⁷	2 ⁴					
<i>Briza media</i>				20 ⁴²						
<i>Plantago media</i>		6 ⁷		20 ²³	15 ¹⁷	5 ⁶	9 ¹⁰	12 ¹⁴		
<i>Daucus carota</i>	4 ⁸			20 ³⁸						
<i>Polygala vulgaris</i>				20 ⁴⁴						
<i>Vicia tetrasperma</i>	4 ⁷			10 ¹⁷	4 ⁷			4 ⁷		4 ⁷
<i>Trifolium medium</i>				15 ³⁵						
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			10 ¹⁵	15 ²³	6 ⁹			4 ⁶		
<i>Veronica chamaedrys</i>		6 ¹¹		10 ¹⁸	2 ⁴		9 ¹⁶			
<i>Achillea collina</i>				5 ⁸	25 ⁴¹					
<i>Carex pallescens</i>			10 ¹¹	15 ¹⁵	28 ²⁸		9 ⁹		25 ²⁵	
<i>Trifolium fragiferum</i>		6 ⁷			26 ³²		9 ¹¹	4 ⁵	12 ¹⁵	2 ²
<i>Plantago major</i>				5 ⁸	15 ²⁵	5 ⁸		4 ⁷		2 ³
<i>Juncus compressus</i>					2 ³	25 ⁴¹		4 ⁶		4 ⁶
<i>Angelica sylvestris</i>						25 ⁵¹				
<i>Juncus effusus</i>						25 ⁵¹				
<i>Scirpus sylvaticus</i>						20 ⁴⁵				
<i>Myosoton aquaticum</i>						15 ³⁹				
<i>Mentha arvensis</i>						10 ³²				
<i>Cirsium palustre</i>						10 ³¹				
<i>Ranunculus sceleratus</i>						15 ³⁹				
<i>Bidens tripartita</i>						10 ²⁴				5 ¹²
<i>Blysmus compressus</i>						10 ³²				
<i>Achillea inundata</i>						15 ³⁹				
<i>Juncus inflexus</i>						10 ³²				
<i>Lathyrus pratensis</i>		18 ²⁴		10 ¹³				23 ³¹		2 ³
<i>Valeriana officinalis</i>						5 ⁸	23 ³⁷			11 ¹⁸
<i>Gratiola officinalis</i>	4 ⁶	6 ⁸					27 ³⁷			12 ¹⁷
<i>Rumex crispus</i>						20 ²⁹	27 ³⁹			

Номер синтаксону	Продовження табл. Г.3									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Rubus caesius</i>							18 ⁴¹			
<i>Melampyrum nemorosum</i>		12 ²²					18 ³³			
<i>Vicia sepium</i>		6 ⁸			2 ³	10 ¹³		20 ²⁶	12 ¹⁶	4 ⁵
<i>Xanthium albinum</i>					15 ²¹	5 ⁷		20 ²⁷		7 ¹⁰
<i>Cerastium holosteoides</i>				5 ⁶		5 ⁶			38 ⁴⁸	11 ¹⁴
<i>Agrostis gigantea</i>					2 ⁵				12 ³¹	
<i>Tussilago farfara</i>								4 ⁹	12 ²⁶	4 ⁹
<i>Rorippa brachycarpa</i>								8 ¹²		30 ⁴⁶
<i>Myosotis palustris</i>										11 ³²
<i>Althaea officinalis</i>					2 ⁴			12 ²¹		16 ²⁸

Види, максимальне трапляння яких не перевищує 10% (у дужках вказані номери синтаксонів, де зустрічається вид): *Alopecurus geniculatus* (10); *Amorpha fruticosa* (7); *Arctium lappa* (4); *Arrhenatherum elatius* (5, 8); *Artemisia absinthium* (1, 4, 5); *A. vulgaris* (5, 7, 8); *Barbarea stricta* (6); *Bromus hordeaceus* (1, 2, 4, 5); *B. tectorum* (5); *Calystegia sepium* (7); *Capsella bursa-pastoris* (5); *Carduus acanthoides* (4, 5, 8, 10); *Carex distans* (10); *C. otrubae* (6); *Carum carvi* (6); *Chenopodium album* (5); *Cicuta virosa* (6); *Cirsium setosum* (6); *Cynosurus cristatus* (4); *Echium vulgare* (4, 5); *Eryngium campestre* (1, 2, 5); *Euphorbia cyparissias* (2); *Galium aparine* (8, 10); *Genista tinctoria* (7); *Geranium palustre* (6); *Glyceria maxima* (10); *Humulus lupulus* (6); *Hypericum perforatum* (2, 4); *Inula britannica* (1, 6, 10); *Iris pseudacorus* (7, 8); *Juncus articulatus* (6); *J. atratus* (7); *Lamium purpureum* (7); *Leontodon autumnalis* (6); *Lolium perenne* (5, 8); *Lupinus polyphyllus* (1, 5); *Malva mauritiana* (7); *Melandrium album* (4, 5, 8); *Melilotus albus* (1); *Papaver rhoeas* (5); *Phleum phleoides* (2); *Pilosella officinarum* (2); *Poa annua* (5, 6); *P. bulbosa* (5); *Populus alba* (5); *P. nigra* (5); *Ptarmica salicifolia* (6); *Pyrus communis* (5, 7); *Raphanus raphanistrum* (4); *Rhinanthus aestivalis* (6); *Rh. vernalis* (6); *Rorippa palustris* (8); *R. prostrata* (6); *Salix caprea* (5); *Silene viscaria* (7); *Tragopogon dubius* (1); *Trifolium arvense* (2); *T. hybridum* (6, 7); *Tripleurospermum inodorum* (4, 5); *Ulmus laevis* (7); *Urtica dioica* (5, 6, 8, 10); *Verbascum lychnitis* (1, 5); *Veronica serpyllifolia* (6); *Vicia villosa* (7).

**ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

Монографії

1. **Гончаренко І. В.** Принципи побудови і ревізії макросинтаксономічної системи. Суми: СумДПУ, 2007. 141 с. ISBN 966-698-087-8.
2. **Гончаренко І. В.** Фітоіндикація антропогенного навантаження. Дніпро: Вид-во Середняк, 2017. 127 с. ISBN 978-617-7479-74-0.

Авторські свідоцтва

3. **Гончаренко І. В.** А.с. 58837 DRSA (distance-ranked sorting assembling) – метод сортуючого кластерного аналізу. Державна служба інтелектуальної власності України. Бюл. № 36. – 26.02.2015.

Статті у закордонних виданнях, проіндексованих у базах Web of Science
та / або Scopus

4. **Goncharenko I., Kovalenko O.** Oak forests of the class *Quercetea pubescentis* in Central-Eastern Ukraine. *Thaiszia - Journal of Botany*. 2019. Vol. 29, № 2. P. 191–215. (Особистий внесок: збір інформації, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті)
5. **Goncharenko I. V., Semenishchenkov Yu. A., Tsakalos J. L., Mucina L.** Thermophilous oak forests of the steppe and forest-steppe zones of Ukraine and Western Russia. *Biologia*. 2020. Vol. 75, № 3. P. 337–353. (Особистий внесок: збір і аналіз літературних даних, підготовка і математична обробка даних, інтерпретація результатів, підготовка графічного матеріалу, написання рукопису статті та висновків)
6. **Goncharenko I., Kozyr M., Senchylo O.** Classification of the floodplain meadows of the Seym and the Dnieper river valleys in the north-eastern part of Ukraine. *Biologia*. 2020. Vol. 75, № 1. P. 53–70. (Особистий внесок: збір інформації, аналіз літературних даних, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)
7. **Goncharenko I. V., Senchylo O. O.** The study of fidelity measures in the context of using them as a threshold criterion in the allocation of diagnostic

species. *Ecologica Montenegrina*. 2020. Vol. 30. P. 28–36. (Особистий внесок: збір даних, математична обробка, інтерпретація і обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)

8. **Goncharenko I. V.**, Yatsenko H. M. Phytosociological study of the forest vegetation of Kyiv urban area (Ukraine). *Hacquetia*. 2020. Vol. 19, № 1. P. 99–126. (Особистий внесок: збір інформації, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
9. Churilov A., **Goncharenko I.**, Kravchenko O., Kovalevskyi S. B., Marchuk Y., Maevskyi K., Kovalevskyi S., Marchuk O., Shevchuk M., Dubchak M. Phytoindicative assessment and analysis of vegetation in disturbed areas after illegal amber mining in the Western Polissya of Ukraine. *Forestry ideas*. 2020. Vol. 26, № 1. P. 191–208. (Особистий внесок: математична обробка, інтерпретація і обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав із напряму, з якого підготовлено дисертацію

10. **Гончаренко И. В.** DRSA: алгоритм неиерархической кластеризации с использованием K-NN графа и его применение в классификации растительности. *Растительность России*. 2015. Вып. 27. С. 125–138.
11. **Гончаренко И. В.**, Голик Г. Н. Классификация и фитоэкологическая оценка лесопарковой растительности г. Киева. *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2015. Вып. 9, № 4. С. 129–158. (Особистий внесок: збір інформації, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)

Статті у фахових виданнях України

12. **Гончаренко І. В.** Розпізнавання синтаксономічної належності фітоценозів за фітоіндикаційними даними. *Екологія та ноосферологія*. 2002. Вип. 12, № 3–4. С. 41–46.
13. **Гончаренко І. В.**, Дідух Я. П. Поняття про загальну та мінімальну екологічну амплітуду синтаксонів. *Наукові записки НАУКМА: Сер.*

Біологія та екологія. 2002. Вип. 20. С. 57–61. (Особистий внесок: збір даних, теоретична концепція, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)

14. **Гончаренко І. В.** Умови зростання широколистяних лісів на різних типах рельєфу Лівобережного Лісостепу. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: Сер. Біологія*. 2002. Вип. 38. С. 41–43.
15. **Гончаренко І. В.** Інтерпретація факторної моделі в фітоценології з використанням даних фітоіндикації. *Питання біоіндикації та екології*. 2002. Вип. 7, № 2–3. С. 17–25.
16. **Гончаренко І. В.** Фітоіндикаційний моніторинг рослинності (загальна концепція). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: Сер. Біологія*. 2002. Вип. 4, № 19. С. 5–9.
17. **Гончаренко І. В., Дідух Я. П.** Метод Браун-Бланке: історія та сучасні тенденції. *Наукові записки НАУКМА: Сер. Біологія та екологія*. 2003. Вип. 21. С. 82–91. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, теоретична концепція, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)
18. **Гончаренко І. В.** Визначення асоціацій в дискримінантному аналізі. *Науковий вісник Ужгородського університету: Сер. Біологія*. 2003. Вип. 12. С. 22–26.
19. **Гончаренко І. В.** Використання центроїдного методу в ординації угруповань. *Вісник Донецького ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2003. Вип. 1. С. 281–287.
20. **Гончаренко І. В., Дідух Я. П.** Моделирование потенциального флористического состава растительных сообществ. *Вісник Донецького ун-ту: Сер. А. Природн. науки*. 2004. Вип. 1. С. 429–441. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, теоретична концепція, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)

21. **Гончаренко** І. В. Метод оцінки репрезентативності видового складу синтаксонів. *Укр. ботан. журн.* 2004. Вип. 61, № 1. С. 124–132.
22. **Гончаренко** І. В. Класифікація болотних екосистем Лівобережного Лісостепу. *Вісник Запорізького національного університету: Сер. Біологічні науки.* 2006. Вип. 1. С. 39–56.
23. **Гончаренко** И. В. Новый метод отбора информативных видов в классификации Браун-Бланке. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: Сер. Біологія.* 2007. Вип. 5, № 768. С. 116–120.
24. **Гончаренко** И. В. Фитоценотическое разнообразие на эдафических градиентах. *Промышленная ботаника.* 2007. Вип. 7. С. 119–127.
25. **Гончаренко** І. В. Використання методів нечіткої логіки в класифікації рослинності. *Вісник Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки.* 2007. Вип. 1. С. 236–247.
26. **Гончаренко** І. В. Модульна організація баз даних для цілей фітоценотичного аналізу. *Екологія та ноосферологія.* 2008. Вип. 19, № 1–2. С. 31–44.
27. **Гончаренко** І. В. Виділення геоеlementів на основі кількісних критеріїв. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету: Сер. Біологія.* 2008. Вип. 1, № 35. С. 7–15.
28. Сенчило О. О., **Гончаренко** І. В. Методологія характеристики синтаксонів як багатопараметричних систем. *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки.* 2008. Вип. 2. С. 344–357. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, теоретична концепція, обговорення результатів, написання рукопису статті та висновків)
29. **Гончаренко** І. В. Синтаксономічний та географічний аналіз лучної рослинності Лівобережного Лісостепу (вологі та мезофітні луки). *Вісн. Донец. ун-ту: Сер. А. Природн. науки.* 2009. Вип. 1. С. 346–360.

30. **Гончаренко** И. В. Оценка флористического сходства классов Браун-Бланке. *Природничий альманах: Сер. Біологічні науки*. 2009. Вип. 12. С. 37–46.
31. **Гончаренко** І. В., Сенчило О. О., Дідух Я. П. Методика кількісної оцінки фітоценозів за фітосоціологічним спектром. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Вип. 9, № 4. С. 485–496.
32. **Гончаренко** І. В., Ігнатюк О. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Лісова рослинність урочища Феофанія та її антропогенна трансформація. *Екологія та ноосферологія*. 2013. Вип. 24, № 3–4. С. 51–63. (Особистий внесок: збір інформації, аналіз літературних даних, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
33. **Гончаренко** І. В., Голик Г. М. Екологічний аналіз місцезростань лісової рослинності парків "Нивки" та "Теремки" м. Києва. *Екологія та ноосферологія*. 2014. Вип. 26, № 3–4. С. 53–68. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, математична обробка, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)
34. **Гончаренко** І. В. Метод "сортуючої" кластеризації (DRSA) для класифікації рослинності. *Доповіді НАН України*. 2015. Вип. 9. С. 129–136.
35. **Гончаренко** І. В. Оцінка якості фітоценотичної класифікації (теоретико-методичний аспект). *Чорноморський ботанічний журнал*. 2016. Вип. 12, № 1. С. 41–50.
36. **Гончаренко** І. В. Застосування методу DRSA – непараметричного кластерного аналізу в класифікації рослинності. *Укр. ботан. журн.* 2016. Вип. 73, № 6. С. 568–578.
37. Голик Г. М., **Гончаренко** І. В. Синтаксономія деревної рослинності м. Київ, її синфітоіндикаційний аналіз та антропогенна трансформація. *Екологія та ноосферологія*. 2017. Вип. 28, № 1–2. С. 49–63. (Особистий внесок: аналіз літературних даних, класифікація і фітоіндикаційна

оцінка рослинності, інтерпретація результатів, написання рукопису статті та висновків)

Статті в інших виданнях

38. **Гончаренко І. В.** Градієнтний аналіз синтаксономічних амплітуд. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету: Сер. Біологічні науки*. 2002. Вип. 21, № 33. С. 3–8.
39. **Гончаренко І. В.** Рослинність заказника "Підліснівський" та її фітоіндикаційний аналіз. *Український фітоценотичний збірник: Сер. С. Фітоекологія*. 2003. Вип. 1, № 20. С. 98–102.
40. **Гончаренко І. В.** Методичні аспекти еколого-флористичної класифікації. *Зб. праць Сумського держ. педагог. ін-ту: Сер. Природничі науки*. 2003. Вип. 2. С. 56–67.
41. **Гончаренко І. В.** Екологічна диференціація ценофлор класу *Molinio-Arrhenatheretea* на рівні союзів. *Наукові записки Сумського державного педагогічного університету*. 2005. Вип. 1. С. 64–86.

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Міжнар. наук. конф. "Проблеми сучасної екології". Запоріжжя, 2002. Усна доповідь.
2. Наук. конф. "Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука". Київ, 2002. Заочна участь.
3. Конф. молодих вчених-ботаніків України "Актуальні проблеми флористики, систематики, екології та збереження фіторізноманіття". Львів, 2002. Усна доповідь.
4. Робоча нарада "Рослинність хвойних лісів України". Київ, 2003. Усна доповідь.
5. Міжнар. наук. конф. "Сучасні проблеми екології". Запоріжжя, 2005. Заочна участь.

6. Конф. молодих вчених-ботаніків України "Актуальні проблеми дослідження та збереження фіторізноманіття". Умань, 2005. Усна доповідь.
7. Всеукраїнська наук.-практ. конф. "Наукова спадщина академіка М.М. Гришка". Глухів, 2005. Усна доповідь.
8. Конф. молодих вчених-ботаніків України "Актуальні проблеми ботаніки та екології". Київ, 2007. Усна доповідь.
9. Міжнар. наук.-практ. конф. "Сучасні проблеми біології, екології та хімії" Запоріжжя, 2007. Заочна участь.
10. Конф. молодих вчених-ботаніків України "Актуальні проблеми ботаніки та екології". Тернопіль, 2009. Заочна участь.
11. Міжнар. наук. конф. "V ботанічні читання пам'яті Й. К. Пачоського". Херсон, 2009. Усна доповідь.
12. Конф. молодих вчених-ботаніків України "Наукові основи збереження біотичної різноманітності". Львів, 2009. Заочна участь.
13. Міжнар. наук. конф. "Биоразнообразие и устойчивое развитие". Сімферополь, 2014. Усна доповідь.
14. Мат-ли конф. "XIV з'їзд Українського ботанічного товариства". Київ, 2017. Заочна участь.
15. Наук.-теор. конф. "Класифікація рослинності та біотопів України як наукова основа збереження біорізноманіття". Київ, 2017. Усна доповідь.
16. Міжнар. наук. конф. "Natural sciences: History, the present time, the future". Włocławek, 2019. Заочна участь.
17. Наук.-теор. конф. "Класифікація рослинності та біотопів України". Київ, 2020. Заочна участь.