ВІДГУК
офіційного опонента на дисертацію І.В. Гончаренка
«Кількісні методи дослідження різноманітності, структури і антропогенної трансформації рослинності»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук
(спеціальність 03.00.05 – ботаніка)

Актуальність

В наш час в геоботаніці, як і в багатьох інших науках, активно розвиваються методи автоматизованого аналізу даних, які дозволяють швидко обробляти великі масиви даних і краще обґрунтовувати висновки. Розроблено велику кількість методів аналізу (класифікації, оцінки класифікації, ординації, індикації тощо). Кожен вид аналізу можна виконати декількома різними способами, тому важливим є вибір найкращого варіанту з декількох можливих, важливо розуміти межі застосування методів, їхні сильні і слабкі сторони. Дисертація Ігоря Вікторовича Гончаренка присвячена аналізу методів аналізу геоботанічних даних, їх вдосконаленню і апробації шляхом застосування для вирішення декількох фітоценологічних завдань.

Аналіз результатів досліджень

Дисертація складається з титульної сторінки, анотації українською та англійською мовами, списку праць дисертанта за темою дисертації, списку скорочень, вступу, 11 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Структура основної частини дисертації (11 розділів) є нетиповою для робіт зі спеціальності "ботаніка". Предметом дослідження є кількісні методи обробки фітоценотичних даних, і різні розділи присвячені різним методам. Власне ботанічні результати подаються як результати апробації методів, які аналізуються, розробляються і вдосконалюються автором. Для цього використовуються 5 модельних наборів даних. Чотири з них є сукупностями геоботанічних описів, по кілька сотень описів у кожному. П'ятий - 45 фітоценонів (переліків видів з вказаними частотами трапляння).

В розділі 1 розглядається розроблений дисертантом алгоритм класифікації, названий ним DRSA (Distance-Ranked Sorting Assembling). Це автоматизований (не керований) алгоритм об'єднання об'єктів в неієрархічні

кластери з відбраковуванням перехідних об'єктів. Він використовує не самі величини відмінностей між об'єктами, а лише порядкові номери об'єктів за ступенем подібності до конкретного об'єкта (ранги). Вважаю розроблення цього алгоритму і комп'ютерної програми, яка використовує його, значним здобутком дисертанта.

Зауваження:

- Результат роботи був би вагомішим, якби програмою могли користуватися інші дослідники, а не тільки її автор.

Розділ 2 присвячений порівняльному аналізу різних індексів вірності видів. З використанням однакових класифікацій модельних наборів даних показується залежність кількості діагностичних видів від значення різних індексів. Автор дисертації не рекомендує використовувати індекси Fisher і g, мотивуючи тим, що вони ненормовані і залежність кількості діагностичних видів від значення індексу є несиметричною, що ускладнює підбір необхідного порогового значення. Показано, що при врахуванні проективного покриття збільшується відмінність в результатах ідентифікації діагностичних видів при застосуванні різних індексів. Автор дисертації пропонує використовувати індекс indval для неоднорідних масивів даних й індекс phi для однорідних.

В розділі 3 розглядаються критерії оцінки якості класифікації. Запропонований показник якості класифікації PQI (partioning quality index), який відрізняється в позитивний бік від популярного показника, відомого як статистика силуетів (Silhouette statistic) тим, що менше залежить від кількості об'єктів у кластері. Для оцінки якості класифікації запропоновано комбіновані індекси comb_d і comp_f, які є усередненнями стандартизованих значень інших індексів.

Зауваження:

- Не наведені аргументи та користь того, що комбіновані індекси є кращими, ніж ті, з яких вони складаються.
- Не слід включати індекс disdiam до переліку тих показників, усередненням яких обчислюється комбінований індекс comb_d. Залежність disdiam від кількості кластерів є монотонною. Це показник діаметра кластера. Зрозуміло, що чим більше кластерів, тим вони менші. Але цей малий розмір немає підстав інтерпретувати як високу якість класифікації, оскільки відстань між кластерами теж є малою. Інші показники відображають

співвідношення внутрішньокластерних відстаней з міжкластерними.

- Флористичні індекси isamic і sharpness мають найбільші значення на краях діапазону кількості кластерів, між якими монотонно збільшуються або зменшуються, принаймні в таблицях, які наводяться в дисертації. Тому доцільність їх використання є сумнівною.

В розділі 4 показані переваги уніфікації розмірів фітоіндикаційних шкал і роботи з відхиленнями значень від середніх для вибірки, розглядаються можливості дисперсійного аналізу даних фітоіндикації, візуальні методи аналізу екологічних амплітуд. Продемонстрована можливість застосування методу дерев класифікації (CART) для аналізу фітоценотичних даних за фітоіндикаційними показниками.

В розділі 5 розглядаються методи аналізу антропогенної трансформації рослинності. Виділено 4 стадії трансформації лісової рослинності на прикладі широколистяних лісів, вказуються структурні та флористичні показники кожної стадії, аналізується співвідношення видів різних життєвих стратегій і життєвих форм. Порівнюються шкали природності, гемеробії, урбанітету. Запропоновані нормовані показники співвідношення життєвих форм, життєвих стратегій, природності/гемеробіальності, які відображають ступінь трансформації. Здійснена порівняльна оцінка показників антропогенної трансформації для різних синтаксонів лісової рослинності м. Києва.

Зауваження:

- Рисунок 5.1 є візуально невдалим. Односпрямований ряд стадій трансформації показаний круговою схемою, внаслідок чого протилежні стадії опинилися поруч.
- Оцінка антропогенної трансформації угруповань різних класів за одними й тими ж формулами й списками індикаторних видів не зовсім коректна, оскільки добре збережені ліси різних типів можуть мати різний базовий рівень трапляння індикаторних (синантропних, адвентивних тощо) видів.
- Флористичні та структурні зміни лісів, подібні на ті, які розглядаються в цьому розділі, можуть мати і не антропогенне походження, а бути результатом вітровалів, пожеж, ерозії ґрунту, впливу різних видів тварин. Тому називати їх антропогенними не зовсім правильно.

Розділ 6 присвячений аналізу ценотичного спектру видів в синтаксонах. Місце синтаксону в системі синтаксонів вищого рангу, як правило класів, добре ілюструється співвідношенням характерних видів різних класів. Дисертантом використовуються дані про відповідність видів класам із додатка огляду рослинності Європи (Mucina et al., 2016), в якому проінтерпретовані понад 14 тис. видів рослин.

Зауваження:

- Не слід обмежувати кількість класів, частка характерних видів яких подається в таблицях, трьома-п'ятьма для кожного синтаксону. Принаймні в тих випадках, коли в таблиці вже є відповідна клітинка. Заміна числового значення на прочерк знижує інформативність таблиці, не зменшуючи її розмір. Результати аналізів мають самостійну цінність, вони можуть бути читачеві цікавішими, ніж ті висновки, які робить автор.
- Важко погодитися з тим, що більша кількість видів класу *Artemisietea vulgaris* в сухих луках означає їхню більшу трансформованість. Це насамперед означає, що за едафічними вимогами клас *Artemisietea vulgaris* є ближчим до сухих лук, ніж до вологих. Трансформація вологих індикується іншими видами, які не є характерними видами класу *Artemisietea vulgaris*, в т. ч. видами класу *Epilobietea angustifoliae* s. l. (*Galio-Urticetea*).

В розділі 7 розглядається варіабельність позасередземноморських лісів класу *Quercetea pubescentis*. Матеріалом для аналізу є фітоценони ксеротермофільних дубових лісів Центральної і Східної Європи. Перевагами використання фітоценонів у порівнянні з використанням описів є менша зашумованість даних, вища їхня доступність, менша трудомісткість аналізів і ефективніша корекція перекосів даних. На основі кластерного аналізу фітоценонів виділено 6 груп фітоценонів, які розглядаються як синтаксони рангу союзів. Для них виділені діагностичні види, здіснені непряма ординація, проаналізована кореляція видового складу з кліматичними та едафічними показниками. Різносторонній аналіз широкої групи лісових ценозів на великій території і отримана в результаті цього аналізу класифікація, ймовірно, є найціннішою частиною дисертації.

Зауваження:

- Географічний розподіл фітоценонів, використаних для аналізу (рис. 7.1) є дуже нерівномірним. Між територіями, з яких взяті фітоценони, є такої ж протяжності території (захід України,

Надволжя), дані по яких відсутні, хоча ксеромезофітні дубові ліси там існують. І вони, мабуть, мають властивості проміжні між тими, дані по яких були використані. Це призводить до завищення дискретності даних, отримані кластери-союзи виглядають чіткішими, ніж вони насправді є. Така нерівномірність даних не є недоліком дисертаційної роботи, оскільки для аналізу використовувалися всі доступні матеріали.

- На матеріалі з Брянської області А.Д. Булохов і А.І. Соломещ описали союз *Vaccinio myrtilli-Quercion roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003. Його типом є ас. *Vaccinio myrtilli-Quercion roboris*. Опис, що є типом асоціації, містить 7 з 15 видів, які в табл. 8.9 вказуються як диференційні для *Betonico officinalis-Quercion roboris* і кілька характерних видів класу *Quercetea pubescentis*. Бажано було б пояснити, чому для кластера D не використана назва *Vaccinio myrtilli-Quercion roboris*, яка взагалі не згадується в дисертації.

В розділі 8 продовжується розгляд союзів ксеротермофільних дубових лісів: наводяться результати фітоценотичного аналізу, фітоіндикації, види найвищої постійності (за ярусами), диференційні види на градієнті із заходу на схід та кожного союзу.

Зауваження:

- Розділ 8 логічно було б об'єднати з розділом 7.

В розділі 9 детальніше, на рівні асоціацій, розглядаються ліси союзів *Convallario majalis-Quercion roboris*, *Betonico officinalis-Quercion roboris*, *Scutellario altissimae-Quercion roboris*. Подається перелік синтаксонів, характеризуються екотопи, ареал, діагностичні види.

Зауваження:

- Наскільки можна зрозуміти з тексту, класифікація описів трьох вказаних союзів не здійснювалася. Натомість використовувалася кластеризація фітоценонів (як і для ксеротермофільних дубових лісів ширшої території). Оскільки фітоценони мають обсяг близький до асоціацій, таким методом зробити критичний перегляд асоціацій неможливо. Велика частина синтаксонів мають 5-10 описів і описані з одного місця. Обґрунтованість і надійність таких синтаксонів низькі.

В розділі 10 характеризуються синтаксони лісової рослинності м. Києва та його околиць - 8 асоціацій шести класів. Дві асоціації описані дисертантом як нові для науки - *Aristolochio clematitis-Populetum nigrae* Goncharenko,

Yatsenko 2020 і *Dryopterido carthusianae-Pinetum sylvestris* Goncharenko, Yatsenko 2020. Встановлено, що провідними факторами диференціації виділених синтаксонів є світловий режим, вміст азоту та рівень антропогенного навантаження.

Зауваження:

- Є мало підстав зараховувати асоціацію *Dryopterido-Pinetum* до *Quercetea robori-petraeae*. Включно з широкоамплітудним *Quercus robur* в асоціації є всього півтора діагностичних види цього класу (за Mucina et al., 2016) на опис, тоді як видів *Carpino-Fagetea* – більше 6 видів, *Robinietea* – майже 4.

В розділі 11 наводиться характеристика лучної рослинності заплав Дніпра в межах Лівобережного Полісся та Сейму. 721 опис був класифікований методом DRSA. В результаті виділено 8 асоціацій класу *Molinio-Arrhenathretea*, які віднесені до трьох порядків.

Зауваження:

- З наведених характеристик, як текстових, так і у вигляді таблиць, не зрозуміло, які види домінують в синтаксонах.

Висновки дисертації включають 10 пунктів. Вони грунтуються на великому обсязі кількісних аналізів, добре відображають зміст дисертації.

В дисертації не повністю уніфікована номенклатура таксонів. Наприклад, трапляються *Festuca pratensis* (ст. 287, 292, 294, 297, 300, 304, 307, 406, 413) і *Schedonorus pratensis* (296, 302, 305, 370), *Calamagrostis epigeios* (226, 279, 290) і *Calamagrostis epigejos* (206, 214, 234, 237, 259, 277, 280, 282, 290, 291, 293, 376, 389, 397, 403, 411), *Padus avium* (236) і *Prunus padus* (202, 234, 263, 289, 269, 272, 374, 383, 397, 404).

Новизна

Новизна роботи є значною. Розроблені новий метод класифікації і комп'ютерна програма, яка його використовує. Вперше здійснений компплексний аналіз з критичним переглядом класифікації лісів класу *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959, які поширені за межами субсередземномор'я (від Центральної Європи до Уралу), на рівні союзів. Описані нові синтаксони лісової та лучної рослинності, в тому числі два союзи. Крім того, вдосконалено низку математичних методів, що використовуються в аналізі фітоценотичних даних.

Повнота оприлюднення результатів

Результати роботи добре висвітлені в 58 публікаціях, в тому числі в шести статтях, проіндексованих в Scopus і ядрі Web of Science. Є публікації, які відповідають кожному розділу дисертації. Особистий внесок автора в публікаціях високий: майже в усіх публікаціях І.В. Гончаренко є єдиним або першим автором. На алгоритм кластерного аналізу DRSA отримане авторське свідоцтво. Результати дисертації апробовані на 17 конференціях.

Практичне значення

Робота спрямована насамперед на вдосконалення кількісних методів аналізу фітоценотичних даних. Її результати є цінними для професійної роботи геоботаніків і фахівців суміжних наук. Одержані в результаті апробації різних методів дані щодо різноманіття і структури рослинності модельних об'єктів можуть бути використані в узагальнюючих працях про рослинність України.

Висновок

Дисертація І.В. Гончаренка "Кількісні методи дослідження різноманітності, структури і антропогенної трансформації рослинності" відповідає вимогам "Порядку присудження наукових ступенів" від 24 липня 2013 р., а Гончаренко Ігор Вікторович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності "ботаніка".

Провідний науковий співробітник лабораторії охорони фіторізноманіття та рослинних ресурсів відділу систематики і флористики судинних рослин Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник В.А. Онищенко

07.04.2021

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ім. М.Г.Холодного
Ідентифікаційний код 05417199
м. Київ

Підпис Онищенко В.
Засвідчую
Відділ кадрів