

КОМПЛЕКСНИЙ ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЯК НАПРЯМОК СУЧАСНИХ БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Шерстюк Марина Юріївна

кандидат біологічних наук, асистент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-4983-6453
maryna_skliar@ukr.net

Скляр Вікторія Григорівна

доктор біологічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-1301-7384
skvig@ukr.net

Скляр Юрій Леонідович

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-5790-1331
sul_bio@ukr.net

Хе Сонгтао

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

あ.あ121558423@qq.com

*Висвітлено деякі історичні аспекти становлення популяційної екології та біології як окремого наукового напрямку. Відзначено, що ознакою сьогодення є запровадження при вивченні популяцій комплексного аналізу. Надана інформація про основні складові комплексних популяційних досліджень, які реалізуються у науковій школі популяційної екології рослин, створеної у Сумському національному аграрному університеті професором Ю. А. Злобіним. Показані основні напрацювання представників цієї школи, а також відзначено те, що на основі їх наукових надбань відбувається поступове розширення кола досліджуваних об'єктів. Прикладом цього є застосування комплексного популяційного аналізу для вивчення заповідних автохтонних дендросозофітів Українського Полісся представником яких, зокрема, є *Oxycoccus palustris* Pers. На прикладі цього виду деталізовано базові аспекти застосування комплексного популяційного аналізу, який включає визначення розміру популяційного поля, значень популяційної щільності, розмірних та морфологічних ознак особин, що формують популяції, а також онтогенетичної, розмірної та віталітетної структур популяцій. На основі результатів проведених досліджень та з'ясування ознак популяцій також запропоновано та апробовано оригінальний ценопопуляційний принцип побудови фітоценокомпозицій із видів природної флори.*

Ключові слова: онтогенетична структура, розмірна структура, віталітетна структура, популяційна щільність, популяційне поле, *Oxycoccus palustris*.

Вступ. Вчення про популяції спочатку розвивалося як частина загальної науки про рослинність. Однак, наприкінці ХХ ст. воно сформувалося як самостійний науковий напрямок [1]. На цей період було видано декілька монографічних популяційних робіт, у яких узагальнювалися отримані результати і визначалися шляхи подальших досліджень [2–11]. Сформувалася плеяда вчених-першопроходців в галузі популяційної ботаніки. За новим напрямком закріпилася назва популяційна біологія та екологія.

З розвитком популяційних досліджень, коло інтересів науковців розширювалося, а популяційна біологія та екологія рослин як цілісний науковий напрямок почала включати у себе різні аспекти популяційного життя, а саме: вивчення популяційних структур видів рослин (генетичної, гендерної, вікової, онтогенетичної, віталітетної), аналіз екологічних ніш, фітоценотичних ареалів, фітогенних полів, еколого-фітоценотичних стратегій, стану особин як елементів популяцій, внутрішньо- та міжпопуляційних взаємодій, стійкості та динаміки популяцій [1].

Разом з розвитком окремих напрямків популяційних досліджень, останнім часом все ширшого впровадження набувають і комплексні підходи до аналізу популяцій. Вони дозволяють глибше і досконаліше вивчати закономірності популяційного життя та ефективніше вирішувати низку практичних прикладних задач. Зокрема, оцінювати обсяг рослинних ресурсів (лікарських, харчових та ін.) в природних фітоценозах, оптимізувати використання природних кормових угідь, контролювати поширення інвазійних видів, удосконалювати заходи охорони рідкісних рослин, екологізувати землеробство і рослинництво, визначати стійкість рослин до зовнішніх впливів.

Розвиток комплексного підходу до вивчення фітопопуляцій, зокрема, пов'язано із становленням, існуванням та розвитком Сумської наукової школи популяційної екології рослин під керівництвом д.б.н., професора Ю. А. Злобіна. Складовими комплексного вивчення популяцій у межах досліджень, які здійснювалися представниками зазначеної наукової школи, здебільшого є розмір популяційного поля, значень популяційної щільності, розмірних та морфологічних ознак особин, які формують популяції, майже усіх видів структур (окрім генетичної), а також екологічних зв'язків популяцій. Зазначені підходи комплексного популяційного аналізу успішно апробовані та довели високий ступінь своєї інформативності за результатами вивчення лучних [12–15], лісових [16–20], водних [21–23] рослин, а також тих, що зростають в агрофітоценозах [24, 25]. На основі результатів комплексного аналізу вже розкрито низку важливих закономірностей функціонування популяцій [26–30].

На сучасному етапі актуальності набуває питання розширення об'єктів, охоплених комплексним популяційним аналізом та власне удосконалення його методології. Нещодавно підходи комплексного популяційного аналізу вперше були застосовані для своєрідної групи рослин – автохтонних заповідних дендросоцозофітів Українського Полісся. Вона об'єднує види місцевої флори, які мають офіційний статус різних рангів охорони – міжнародного, загальнодержавного та регіонального [31, 32]. Її представником, зокрема є журавлина болотна (*Oxycoccus palustris* Pers.).

Метою даної публікації є: висвітлити основні аспекти здійснення комплексних популяційних досліджень на прикладі популяцій *O. palustris* та визначити деякі підходи щодо практичного застосування їх результатів.

Матеріали і методи досліджень. Популяційний аналіз був проведений для шести популяцій *O. palustris*, які зростають у різних фітоценозах Лівобережного Полісся України. Одна із них (*Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)*) репрезентує олиготрофне болото, інші п'ять – лісоболотні фітоценози формації *Pineta sylvestris*. Два угруповання (*Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) eriophorosum (vaginati)–sphagnosum (cuspidati)* та *Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) vaccinoso (myrtilli)–sphagnosum (cuspidati)*) належать до субформації *Betuleto (pubescentis)–Pineta (sylvestris)*, а три – до *Pineeta sylvestris (Pinetum (sylvestris) vaccinoso (vitis-idaeae)–sphagnosum (cuspidati), Pinetum (sylvestris) oxycoccoso (palustris)–sphagnosum (cuspidati)* та *Pinetum (sylvestris) sphagnosum (cuspidati)*). Усі досліджувані фітоценози є типовими для регіону. Для встановлення їхнього стану та структури проводилися повні геоботанічні описи відповідно до класичних підходів [33].

Для оцінки показників популяційної щільності у фітоценозах за випадковою системою закладали облікові ділянки площею 0,25 м², на яких підраховували загальну кількість рослин. У *O. palustris* як облікові одиниці виступали рамети.

На зазначених дрібних облікових ділянках також оцінювали кількість рослин різних онтогенетичних станів. Встановлення належності рослин до того чи іншого онтогенетичного стану здійснювали із врахуванням загальних підходів щодо періодизації онтогенезу, спираючись на ступінь вираження певних морфоознак [6]. Зокрема, до проростків (*p*) відносили рослини, що зберігають зв'язок з насінною та мають первинний корінець. До ювенільних (*j*) віднесли молоді рослини зі спрощеною морфологічною структурою, ювенільними листками, однак вже без зв'язку з насінною. До іматурних (*im*) належать рослини, які за морфоознаками є перехідними

від ювенільних до віргінільних. Натомість до віргінільних (*v*) зараховували рослини, яким притаманні усі морфоознаки дорослих особин, однак вони ще не квітуть та не плодоносять, тобто знаходяться у передгенеративному стані. До генеративних (*g*) відносили рослини, які формують генеративні структури, а до субсенільних (*ss*) – ті, що втрачають здатність до генеративного розмноження. В останніх, відповідно генеративні структури або не формуються взагалі, або наявні у незначній кількості, а також з'являються ознаки відмирання вегетативних органів. До сенільних (*s*) відносили рослини, в яких повністю припинені ростові процеси та має місце чітко виражене відмирання усіх надземних структур. За представленістю у складі популяції рослин зазначених онтогенетичних станів оцінювали її онтогенетичний спектр.

Статистичне опрацювання та узагальнення даних про онтогенетичну структуру ценопопуляцій *O. palustris* здійснено із використанням спеціальної комп'ютерної програми ANONS 6, розробленої Ю. А. Злобіним. Завдяки їй було визначено низку інтегральних онтогенетичних індексів. Зокрема, ці індекси запропоновані Л. О. Жуковою та пізніше модифіковані М. В. Глотовим. Вони ґрунтуються на врахуванні співвідношення між різними онтогенетичними групами рослин, що формують популяцію. Також було розраховано індекс віковості (Δ) О. О. Уранова, індекс ефективності (ω) Л. А. Животовського. Окрім того, було визначено індекси І. М. Коваленка: відновлюваності, старіння та генеративності й узагальнюючий показник – індекс віковості популяції, що відображає співвідношення між величинами індексу старіння та відновлюваності [34].

На заключному етапі дослідження онтогенетичної структури була встановлена належність популяції до певної категорії. Для цього спиралися на широко відому класифікацію якісних типів Т. О. Работнова [7, 35]. Згідно з нею популяції відносили до однієї з трьох категорій: інвазійної, якій притаманне переважання особин передгенеративних станів, генеративної (нормальної) – характерне переважання генеративних особин, регресивної – вирізняється переважанням постгенеративних особин. Також за співвідношенням індексів Δ та ω було встановлено належність кожної з досліджуваних популяцій до одного з шести типів, визначених Л. А. Животовським [36]: молоді: $\Delta < 0,35$, $\omega < 0,60$; перехідні: $\Delta 0,35-0,54$, $\omega < 0,70$; зрілі: $\Delta < 0,35$, $\omega > 0,60$; зрілі: $\Delta 0,35-0,54$, $\omega > 0,70$; старіючі: $\Delta > 0,55$, $\omega > 0,60$; старі: $\Delta > 0,55$, $\omega < 0,60$.

З метою визначення розмірних параметрів рослин досліджуваних видів, а також встановлення деяких інших видів структури популяцій, був здійснений морфометричний аналіз. Для цього в досліджуваних фітоценозах за випадковою схемою відбирали 25–50 особин рослин

O. palustris. У них відповідно оцінювали 20 статичних метричних та статичних алометричних параметрів [5, 6, 37]. Результати морфометричного аналізу використовувалися для розробки морфоструктурних моделей рослин, а також для визначення розмірної та віталітетної структур популяцій.

Оцінка розмірної структури популяцій *O. palustris* була проведена у рослин генеративного онтогенетичного стану з опорою на два морфопараметри: довжину головного пагона (*L*) та фітомасу (*W*). При цьому була використана оригінальна методика, яка супроводжувалася поділом рослин на певні класи розмірності та визначенням величини спеціального індексу IDSS за В. Г. Скляр [38, 39]:

$$IDSS = (Nf / Nt) \cdot 100 \%,$$

де *Nf* – кількість сполучень різних розмірних класів морфопараметрів *L* та *W*, що виявлені між рослинами певної популяції; *Nt* – теоретично розрахована кількість можливих сполучень розмірних класів *L* та *W* у рослин досліджуваного виду.

Віталітетний аналіз здійснений відповідно до методики, розробленої Ю. А. Злобіним [5]. Насамперед, вона передбачає визначення ключових морфопараметрів, тобто тих показників, які є об'єктивним кількісним відображенням рівня віталітету. З цією метою був реалізований такий алгоритм дій: 1) проведено оцінку рівня та характеру кореляційних взаємозв'язків між усіма розмірними величинами та формування кореляційних плейд; 2) до морфопараметрів застосовано факторний аналіз; 3) здійснено порівняння результатів факторного та кореляційного аналізів; 4) інтерпретовано отримані дані з опорою на біологічні та екологічні правила й закономірності.

На заключному етапі розрахунків віталітетного аналізу на основі ключових морфопараметрів у складі популяції оцінювалася частка рослин різних класів віталітету (найнижчого (класу «с»), проміжного (класу «b») та найвищого (класу «a») та визначався індекс якості Q:

$$Q = 1/2 (a+b),$$

де *a* – частка рослин найвищого класа віталітету (в частках одиниці),

b – частка рослин проміжного класа віталітету (в частках одиниці).

У підсумку встановлювали належність популяції до одного з якісних типів: а) депресивного ($Q < 0,16667$), б) врівноваженого (Q від $0,16667$ до $0,33333$), в) процвітаючого ($Q > 0,33333$).

Віталітетний аналіз здійснений з використанням комп'ютерної програми VITAL, де процедури оцінки рівня віталітету рослин та віталітетної структури популяцій є автоматизованими. Для опрацювання результатів комплексних популяційних досліджень також використано пакети прикладних статистичних програм STATISTICA та PAST [40].

Результати та їх обговорення. Популяціям *O. palustris* притаманне значне коливання площі, яка варіює від кількох квадратних метрів до декількох гектарів. Показники популяційної щільності *O. palustris* досить чітко розподіляються за трьома групами величин: 1) значення менші за 200 рослин/м²; 2) значення від 200 до 400 рослин /м²; 3) значення більші за 400 рослин /м².

У складі онтогенетичних спектрів популяцій *O. palustris* здебільшого наявні рослини наступних онтогенетичних станів: ювенільного, іматурного, віргінільного та генеративного. Зазвичай в популяціях відсутні проростки, субсенільні та сенільні рослини. Онтогенетичні спектри більшості досліджуваних популяцій *O. palustris* є лівосторонніми з «піком» на рослинах 1–2 догенеративних онтогенетичних станів.

За результатами використання комплексу узагальнюючих індексів І. М. Коваленка, Л. О. Жукової, М. В. Глотова встановлено, що усі досліджувані популяції мають значення індексу старіння на рівні нуля. Показники індексу відновлюваності І. М. Коваленка у більшості популяцій знаходяться у межах 62,60–87,88 %, а Л. О. Жукової–М. В. Глотова – у діапазоні 0,63–0,88.

Відповідно до підходів Л. О. Жукової усі досліджувані популяції *O. palustris* належать до категорії «нормальні». За Т. О. Работновим одна популяція (з угруповання *Pinetum (sylvestris) sphagnosum (cuspidati)*) є нормальною. За співвідношенням величин Δ/ω вона ж є зрілою. Усі інші п'ять популяцій за класифікацією Т. О. Работнова є інвазійними, а за співвідношенням Δ/ω – молодими.

Рослини із досліджуваних популяцій статистично достовірно (на рівні достовірності 95 % і вище) відрізняються за величинами майже всіх розмірних показників. Зазвичай переважну частку в популяціях складають рослини, параметри яких відповідають 2–4 варіантам сполучення розмірних класів. Величини IDSS у популяцій *O. palustris* здебільшого варіюють у межах 16,7–23,3 %, сягаючи у деяких фітоценозах досить значних показників: 30,0 % і навіть 36,7 %.

За ознаками віталітетної структури досліджувані популяції *O. palustris* відповідають усім трьом якісним типам: депресивному, врівноваженому та процвітаючому. До числа процвітаючих ($Q=0,4412$) належить лише одна популяція з угруповання *Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)*. У ній абсолютна більшість рослин (79,41 %) мають високу життєвість та належать до класу віталітету категорії «а».

Результати комплексного популяційного аналізу популяцій *O. palustris* узагальнено у таблиці 1. Вони свідчать, що умови оліготрофного болота та угруповання *Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)* є найбільш сприятливими для формування популяцій *O. palustris*, що мають високу популяційну щільність, життєвість, різноманітність розмірної структури та збалансовану онтогенетичну структуру. Популяції із цього угруповання можуть розглядатися як осередки регламентованої заготівлі рослинної продукції досліджуваного виду.

Комплексна характеристика стану популяцій *O. palustris*

№ з/п	Угрупування	Популяційна щільність,	Тип популяції за онтогенетичною структурою	IDSS, %	Тип популяції за віталітетною структурою
		рослин/м ² $\bar{X} \pm S_x$			
1	<i>Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)</i>	419,8 ± 10,05	молода	36,7	процвітаюча
2	<i>Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) eriophoroso (vaginati)–sphagnosum (cuspidati)</i>	132,8 ± 2,63	молода	23,3	врівноважена
3	<i>Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) vaccinioso (myrtilli)–sphagnosum (cuspidati)</i>	226,0 ± 13,15	молода	16,7	депресивна
4	<i>Pinetum (sylvestris) vaccinioso (vitis-idaeae)–sphagnosum (cuspidati)</i>	247,6 ± 9,74	молода	20,0	депресивна
5	<i>Pinetum (sylvestris) oxycoccoso (palustris) – sphagnosum (cuspidati)</i>	469,4 ± 12,83	молода	20,0	врівноважена
6	<i>Pinetum (sylvestris) sphagnosum (cuspidati)</i>	165,2 ± 5,62	зріюча	30,0	врівноважена

Порівняно з болотними, лісоболотні фітоценози є менш сприятливими для формування та існування популяцій *O. palustris*, хоча і в них виявлено популяції, яким притаманний комплекс високих популяційних характеристик. Насамперед, це три популяції, що за віталітетною структурою належать до типу «врівноважених». Серед них найвищими величинами популяційної щільності ($469,4 \pm 12,83$ рослин/м²) виділяється популяція угруповання *Pinetum (sylvestris) oxycoccoso (palustris)–sphagnosum (cuspidati)*. Популяції двох інших угруповань (*Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) eriophoroso (vaginati)–sphagnosum (cuspidati)* та *Pinetum (sylvestris) sphagnosum (cuspidati)*), порівняно з попередньою, мають у 2,8–3,5 рази меншу популяційну щільність. Однак, популяція з угруповання *Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) eriophoroso (vaginati)–sphagnosum (cuspidati)*, позитивно вирізняється абсолютним переважанням у її складі частки (87,61 %) рослин догенеративних онтогенетичних станів, а з угруповання *Pinetum (sylvestris) sphagnosum (cuspidati)* – збалансованою онтогенетичною структурою та досить значною (53,46 %) представленістю рослин високих класів віталітету («b» та «a»).

Популяції з угруповань *Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) vaccinioso (myrtilli)–sphagnosum (cuspidati)* та *Pinetum (sylvestris) vaccinioso (vitis-idaeae)–sphagnosum (cuspidati)*, хоча за віталітетною структурою належать до «депресивних», однак за онтогенетичною структурою є «молодими» та вирізняються високими

(226,0–247,6 рослин/м²) показниками популяційної щільності. Тобто за сукупністю популяційних характеристик вони можуть розглядатися як такі, що мають досить значний потенціал для тривалого існування. Загалом, незважаючи на наявність суттєвих відмінностей за окремими популяційними ознаками, для досліджуваного регіону та угруповань типовим є формування популяцій *O. palustris* із комплексом популяційних характеристик, сприятливих щодо забезпечення їхнього стійкого функціонування у складі болотних та лісоболотних фітоценозів.

З урахуванням результатів проведених досліджень та з'ясуванням ознак популяцій *O. palustris*, вважаємо за можливе запропонувати ще один принцип щодо побудови фітоценокомпозицій – ценопопуляційний. Його сутність полягає у тому, що під час підбору певних видів до складу фітоценокомпозицій необхідно спиратися на показники фітоценозів, у яких його популяції мають ознаки здатності щодо стійкого та тривалого існування у складі рослинних угруповань. У комплексі цих ознак визначальними є показники площі популяційного поля, популяційної щільності і характеристики структур, насамперед онтогенетичної та віталітетної. Важливо, щоб популяції належали до категорій молодих, перехідних або зріючих і не були старіючими або старими. За результати віталітетного аналізу популяції мають бути процвітаючими.

З метою конструювання фітоценокомпозицій за участі *O. palustris* за основу була взята популяція з

угруповання *Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)*. Лише в цьому угрупованні сформувалася популяція, яка за віталітетною структурою є процвітаючою. Окрім того, вона за онтогенетичною структурою репрезентує групу «молодих» рослин, а також вирізняється високими значеннями популяційної щільності та різноманітності розмірної структури. У зв'язку з цим, нами запропонована фітоценокомпозиція, яка включає наступні види рослин: *O. palustris*, *Calla palustris* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Naumburgia thyrsoiflora* (L.) Rchb. У ній для створення загального фону рекомендуємо взяти *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm.

Висновки. Використання комплексного аналізу дозволяє отримати об'єктивну різнопланову інформацію про стан популяцій. Цей підхід для *O. palustris*, як представника заповідних автохтонних дендросозофітів, використано вперше. Завдяки йому досліджувані болотні та лісоболотні фітоценози було диференційовано за ступенем сприятливості для існування та функціонування популяцій *O. palustris*. При цьому виявлено популяції, що можуть розглядатися як осередки регламентованої заготівлі рослинної продукції, сировини досліджуваного виду. З урахуванням результатів проведених досліджень запропоновано та апробовано ценопопуляційний принцип побудови фітоценокомпозицій із видів природної флори.

Бібліографічні посилання:

1. Zlobin, Yu. A. (2012). Struktura znanij v populyacionnoj botanike Populyacijna ekologiya roslin: suchasnij stan, tochki rostu [The structure of knowledge in population botany. Population ecology roslin: current camp, growth points]. Zbirnik naukovih prac za materialami mizhnarodnogo internet-simpoziumu (2–4 kvitnya 2012 roku). SNAU, Sumi, 5–15 (in Russian).
2. Diduh, Ya. P. (1998). Populyacijna biologiya [Population biology]. Fitosociocentr, Kiyiv (in Ukrainian).
3. Zhilyaev, G. G. (2005). Zhiznesposobnost populyacij rastenij [Plant Population Viability]. NAN Ukrainy, Lvov (in Russian).
4. Zhukova, L. A. (1995). Populyacionnaya zhizn lugovyh rastenij [Population life of meadow plants]. Lanar, Joshkar-Ola (in Russian).
5. Zlobin, Yu. A. (1989). Principy i metody izucheniya cenopopulyacij rastenij [Principles and methods for studying plant coenopopulations]. Kazanskiy gosudarstvennyy universitet, Kazan (in Russian).
6. Zlobin, Yu. A. (2009). Populyacionnaya ekologiya rastenij: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta [Population ecology of plants: current status, growth points]. Universitetskaya kniga, Sumy (in Russian).
7. Rabotnov, T. A. (1950). Zhiznennyj cikl mnogoletnih travyanistyh rastenij v lugovyh cenozah [The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. Tr. botan. inst. AN SSSR, Ser. 3. Geobotanika, 7 (in Russian).
8. Begon, M., Townsend, C.R., & Harper, J. L. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publ., N.Y.
9. Harper, J. L. (1977). Population biology of plants. Acad. Press, London.
10. Silvertown, J. W. (1982). Introduction to plant population ecology. Longman, London.
11. Silvertown, J. W., & Charlesworth, D. (2001). Introduction to plant population ecology. Blackwell Publ., 4th ed., USA.
12. Bondaryeva, L. M. (2004). Struktura populyacij kormovyh zlakiv na zaplavnih lukah r. Sula za umov pasovishnoyi digresiyi [Population structure of fodder cereals in the floodplain meadows of the river Sula under pasture digression]. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 61(4), 21–29 (in Ukrainian).
13. Bondaryeva, L. M., & Byelan, S.S. (2010). Porivnyalnij analiz vitalitetnoyi strukturi populyacij cenozoutvoryuyuchih zlakiv na teritoriyah zakaznikov zaplavi richki Suli ta na dilyankah iz antropogennim vikoristannyam [Comparative analysis of the vital structure of populations of pricing cereals in the territories of the reserves of the Sula River floodplain and in areas with anthropogenic use]. Visnik Sumського національного аграрного університету. Seriya «Agronomiya ta biologiya», 4(19), 15–21 (in Ukrainian).
14. Kyrylchuk, K. S. (2014). Populyacijna struktura *Medicago falcata* L. na zaplavnih lukah Lisostepovoyi zoni v umovah pasovishnih ta sinokisnih navantazhen [Population structure of *Medicago falcata* L. in the floodplain meadows of the forest-steppe zone under pasture and hay conditions]. Visnik Harkivskogo національного університету імені V. N. Karazina. Seriya: Biologiya, 1100(20), 305–314 (in Ukrainian).
15. Bondaryeva, L. M., Kyrylchuk, K. S., & Korovyakova, T. O. (2012). Reproduktyvne zusillya osnovnih gospodarskih grup luchnih roslin na zaplavnih lukah pivnichnogo shodu Ukraini v umovah paskvalnogo ta fenisicialnogo navantazhennya [Reproductive Efforts of Main Economic Groups of Meadow Plants on the Flood Meadows of the North-East of Ukraine]. Visnik Sumського національного аграрного університету. Seriya «Agronomiya ta biologiya», 9, 3–6 (in Ukrainian).
16. Kovalenko, I. M. (2006). Struktura populyacij dominantiv trav'yno-chagarnichkovogo yarusu v lisovyh fitocenozah Desnyansko-Starogutskogo національного природного парку [Population structure of grassland shrub dominants in the forest phytocenoses of the Desniansko-Starogut National Nature Park. Welcome structure]. Vitalitetna struktura. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 63(3), 376–383 (in Ukrainian).
17. Sklyar, V. G., & Zlobin, Yu. A. (2013). Vnutrishnopolulyacijna struktura ta metodika yiyi vivchennya u derevnyh lisoutvoryuyuchih vidiv [Intra-population structure and methods of its study in tree species]. Chornomorsk. botan. zhurn., 9(3), 316–329 (in Ukrainian).

18. Klimentko, A. A., & Zlobin, Yu. A. (2014). Ustojchivost i dinamika populyacij redkih vidov rastenij na ohranyaemyh prirodnyh territoriyah [Stability and dynamics of populations of rare plant species in protected areas]. *Uspehi sovremennoj biologii*, 134(2), 181–191 (in Russian).
19. Klimentko, G. O., & Sklyar, V. G. (2015). Osoblivosti rostu roslin ridkikh vidiv [Features of plant growth of rare species]. *Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya»*, 9, 77–82 (in Ukrainian).
20. Bashtovij, M. G., & Sherstyuk, M. Yu. (2016). Monitoring vidovogo riznomanittya ta bioproduktivnist cenopopulyacij nemoralnih trav v shirokolistyanyh lisah rekreacijnih zon [Species diversity monitoring and bioproductiveness of non-moral grassland populations in deciduous forests of recreational areas]. *Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya»*, 2, 29–33 (in Ukrainian).
21. Sklyar, Yu. L. (2002). Rozmirmo-vitalitetna riznomanitnist populyacij Potamogeton natans L. basejnu Desni [Dimensional and vital diversity of populations of Potamogeton natans L. of the Desna Basin]. *Visnik derzhavnogo agroekologichnogo universitetu*, 1, 67–70 (in Ukrainian).
22. Sklyar, Yu. L. (2003). Populyacijna struktura Nuphar lutea L. (Nymphaeaceae) basejnu r. Desni [Population structure of Nuphar lutea L. (Nymphaeaceae) of the Desna River basin]. *Ukrayinskij botanichnij zhurnal*, 60(2), 175–181 (in Ukrainian).
23. Sklyar, Yu. L. (2012). Vitalitetna struktura cenopopulyacij Nymphoides peltata (S.G.Gmel.) Kuntze (Menyanthaceae) u nacionalnomu prirodnomu parku "Desnyansko-Starogutskij [Vital structure of coenopopulations of Nymphoides peltata (S.G.Gmel.) Kuntze (Menyanthaceae) in the Desniansko-Starogutsky National Nature Park]. *Ukrayinskij botanichnij zhurnal*, 69(2), 203–210 (in Ukrainian).
24. Korovyakova, T. O., & Tihonova, O. M. (2013). Cenopopulyaciyi invazijnogo vidu Stenactis (Phalacrolooma) annua (L.) Cass. na zaplavnyh lukah richki Psel (Sumska oblast) [Pricing populations of the invasive species Stenactis (Phalacrolooma) annua (L.) Cass. in the floodplains of the Psel River (Sumy region)]. *Chornomorskij botanichnij zhurnal*, 9(4), 515–525 (in Ukrainian).
25. Tihonova, O. M. (2011). Vitalitetna struktura populyacij deyakih vidiv bur'yaniv u posivah zemovih kultur [Vital structure of populations of some weeds in cereal crops]. *Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Biologiya. Ekologiya*, 19(1), 123–129 (in Ukrainian).
26. Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Melnik, T. I. (1996). Konceptiya kontinuumu i gradientnyj analiz na urovne osobej i populyacij rastenij [The concept of continuum and gradient analysis at the level of individuals and populations of plants]. *Zhurnal obshej biologii*, 57(6), 684–694 (in Russian).
27. Zlobin, Yu. A., Kirilchuk, K. S., Tihonova, O. M., & Melnik, T. I. (2007). Vzayemozumovlenist formuvannya vegetativnoyi ta generativnoyi sfer roslin: metod kanonichnih korelyacij [Interdependence of formation of vegetative and generative spheres of plants: method of canonical correlations]. *Ukrayinskij botanichnij zhurnal*, 64(2), 206–218 (in Ukrainian).
28. Sklyar, V. G. (2013). Prirodne ponovlennya duba zvichajnego na teritoriyi Novgorod-Siverskogo Polissya: poshirenist u fitocenoazah ta diferenciaciya yih umov za stupenem spriyatlivosti dlya cogo procesu [Natural regeneration of common oak in the territory of Novgorod-Seversky Polissia: prevalence in phytocenoses and differentiation of their conditions by the degree of favorableness for this process]. *Pitannya bioindikaciyi ta ekologiyi*, 18(2), 56–70 (in Ukrainian).
29. Sklyar, V. G., & Degtyarov, V. M. (2013). Osoblivosti prirodnogo ponovlennya providnih cenozoutvoryuyuchih vidiv v urochishi «Reticka dacha» [Peculiarities of natural renewal of leading pricing species in the tract "Retitskaya dacha"]. *Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya»*, 3 (25), 11–14 (in Ukrainian).
30. Sklyar, V. G. (2014). Prirodne ponovlennya providnih lisoutvoryvalnih vidiv Novgorod-Siverskogo Polissya: realizovani ekologichni nishi ta yihnya dinamika [Natural renewal of leading forest-forming species of Novgorod-Seversky Polissia: implemented ecological niches and their dynamics]. *Ukrayinskij botanichnij zhurnal*, 71(1), 8–16 (in Ukrainian).
31. Popovich, S. Yu., Savoskina, A. M., Ustimenko, P. M., Sherstyuk, M. Yu., & Dziba, A. A. (2017).

Dendrosozologichnij katalog prirodno-zapovidnogo fondu Ukrayinskogo Polissya: [monografiya / za red. S. Yu. Popovicha] [Dendrosozological catalog of the Nature Reserve Fund of the Ukrainian Polesie]. CP «Komprint», Kiyiv (in Ukrainian).

32. Sherstyuk, M. Yu. & Popovich, S. Yu. (2018). Zapovidni dendrosozoavtohtoni Ukrayinskogo Polissya [Preserved dendrosozoa autochthons of Ukrainian Polesie]. CP «Komprint», Kiyiv (in Ukrainian).

33. Yakubenko, B. Ye., Popovich, S. Yu., Ustimenko, P. M., Dubina, D. V., & Churilov, A. M. (2018). Geobotanika: metodichni aspekti doslidzhen: navchalnij posibnik [Geobotany: methodological aspects of research]. Lira, Kiyiv (in Ukrainian).

34. Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Klimenko, A. A. (2013). Populyacii redkih vidov rastenij: teoreticheskie osnovy i metodika izucheniya [Populations of rare plant species: theoretical foundations and methods of study]. Universitetskaya kniga, Sumy (in Russian).

35. Zhukova, L. A. (1987). Dinamika cenopopulyacij lugovyh rastenij v estestvennyh fitocenoazah [Dynamics of coenopopulations of meadow plants in natural phytocenoses]. Dinamika cenopopulyacij travyanistyh rastenij. Naukova dumka, Kiev, 9–19 (in Russian).

36. Zhivotovskij, L. A. (2001). Ontogeneticheskie sostoyaniya, effektivnaya plotnost i klassifikaciya populyacij rastenij [Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations] *Ekologiya*, 1, 3–7 (in Russian).

37. Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., Bondaryeva, L. M. & Kirilchuk, K. S. (2009). koncepciya morfometriyi u suchasnij botanici [Morphometry concept in modern botany]. *Chornomorskij botanichnij zhurnal*, 5(1), 5–22 (in Ukrainian).

38. Sklyar, V. G. (2011). Rozmirna struktura derevostaniv sosni z vichajnoyi v lisah Novgorod-Siverskogo Polissya [Dimensional structure of stands of common pine in the forests of Novgorod-Siversky Polissya]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacionalnogo un-ta im. V. I. Vernadskogo (Seriya «Biologiya, himiya»)*, 24(63), 4, 292–302 (in Ukrainian).

39. Sklyar, V. G. (2015). Rozmirna struktura pidrostu *Acer platanoides* L. u lisovyh fitocenoazah Livoberezhnogo Polissya Ukraini [Dimensional structure of *Acer platanoides* L. undergrowth in forest phytocenoses of the Left Bank Polesie of Ukraine]. *Visnik Lvivskogo universitetu. Seriya biologichna*, 70, 138–143 (in Ukrainian).

40. Carenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Panchenko S. M. (2000). Komp'yuterni metodi v silskomu gospodarstvi ta biologiyi [Computer Methods in Agriculture and Biology]. Universitetska kniga, Sumi (in Ukrainian).

M. Yu. Sherstiuk, PhD (Biological Sciences), Asisstant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

V. G. Skliar, Doctor (Biological Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Yu. L. Skliar, PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

He Songtao, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

INTEGRATED POPULATION ANALYSIS AS A DIRECTION OF THE MODERN BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL RESEARCHES

*Some historical aspects of the formation of population ecology and biology as a separate scientific field are highlighted. It is noted that at the present stage, an integrated approach of studying populations is increasingly used. The work provides information on the main components of complex population studies implemented at the scientific school of plant population ecology created at Sumy National Agrarian University by Prof. Yu.A. Zlobin. The main achievements of the representatives of this school are shown, and it is also noted that, on the basis of their scientific achievements, the number of studied objects is gradually expanding. An example of this is the use of integrated population analysis for the study of protected autochthonous dendrosozophytes of Ukrainian Polissia whose representative, in particular, is *Oxycoccus palustris* Pers. Using the example of this species, the basic aspects of the application of complex population analysis are described, including determining the size of the population field, population density, size and morphological characteristics of individuals that form the populations, as well as the ontogenetic, size, and vital structure of populations. Based on such studies, swamp and forest-swamp phytocenoses were differentiated according to the degree of favorableness for the existence and functioning of *O. palustris* populations. At the same time, populations that can be considered as objects of regulated procurement of plant materials of *O. palustris* were identified.*

Вісник Сумського національного аграрного університету

The conditions of the oligotrophic swamp and the grouping of *Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)* are proved to be the most favorable for the formation of *Oxycoccus palustris* coenopopulations with high population density, vitality, diversity of size structure and balanced structure. Populations from this grouping can be considered as centers of regulated harvesting of plant products and plant materials of the investigated species. Compared to swamp, forest-swamp phytocenoses were less favorable for the formation and existence of coenopopulations of *O. palustris*, although they also revealed coenopopulations with a complex of high population characteristics. Based on the results of studies and elucidation of the characteristics of populations, the original coenopopulation principle of constructing phytocenocompositions from species of natural flora was also proposed and tested.

Its essence is that in the selection of certain species in the composition of phytocenocompositions it is necessary to rely on the indicators of phytocenoses, in which its populations have signs of ability for stable and long-term existence in the composition of plant groups. The determinants features in this complex are the area of the population field, population density and characteristics of the structure, especially ontogenetic and vitality. According to the first feature of these traits, it is necessary that the populations belong to the group of young, transient or maturing and not to be aging or old, and according to the second – to represent the category of prosperous.

Key words: ontogenetic structure, dimensional structure, vitality structure, population density, population field, *Oxycoccus palustris*.

М. Ю. Шерстюк, кандидат биологических наук, ассистент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

В. Г. Скляр, доктор биологических наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Ю. Л. Скляр, кандидат биологических наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Хе Сонгтао, аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК НАПРАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описаны некоторые исторические аспекты становления популяционной экологии и биологии как отдельного научного направления. Отмечено, что отличительной особенностью современности является использование при изучении популяций комплексного анализа. Дается информация об основных составляющих комплексных популяционных исследований, которые реализуются в научной школе популяционной экологии растений, созданной в Сумском национальном аграрном университете профессором Ю. А. Злобиним. Показаны основные наработки представителей этой школы, а также отмечено, что на базе результатов их научной работы происходит постепенное расширение круга исследуемых объектов. Примером этого является использование комплексного популяционного анализа для изучения заповедных автохтонных дедросозофитов Украинского Полесья, представителем которого, в частности, является *Oxycoccus palustris* Pers. На примере этого вида детализированы базовые аспекты применения комплексного популяционного анализа, который включает определение размера популяционного поля, значений популяционной плотности, размерных и морфологических признаков особей, которые формируют популяции, а также онтогенетической, размерной и виталитетной структур популяций. Благодаря отмеченному подходу исследуемые болотные и лесоболотные фитоценозы были дифференцированы в зависимости от того, насколько они благоприятны для существования и функционирования популяций *O. palustris*. Доказано, что условия олиготрофного болота и сообщества *Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)* наиболее благоприятны для формирования ценопопуляций *O. palustris*, которые имеют высокую популяционную плотность, жизнеспособность, разнообразие размерной структуры и сбалансированную онтогенетическую структуру. Популяции этого сообщества могут рассматриваться как центры регламентированной заготовки растительной продукции, сырья исследуемого вида. По сравнению с болотными, лесоболотные фитоценозы оказались менее благоприятными для формирования и существования ценопопуляций *O. palustris*, хотя и в них обнаружены ценопопуляции, которые

имеют комплекс высоких популяционных характеристик. На основе результатов проведенных исследований также предложен и апробирован оригинальный ценопопуляционный принцип построения фитоценокомпозиций из видов природной флоры. Его суть состоит в том, что при подборе определенных видов как элементов фитоценокомпозиций необходимо учитывать показатели фитоценозов, в которых его популяции имеют признаки возможности относительно устойчивого и длительного существования в составе растительных сообществ. В числе этих признаков определяющими являются показатели площади популяционного поля, популяционной плотности и характеристик популяционных структур, в первую очередь, онтогенетической и виталитетной. В первом случае необходимо, чтобы ценопопуляции относились к группе молодых, переходных или созревающих и не были стареющими, во втором – представляли категорию процветающих.

Ключевые слова: онтогенетическая структура, размерная структура, виталитетная структура, популяционная плотность, популяционное поле, *Oxycoccus palustris*.

Дата надходження до редакції: 02.06.2019 р.

