

РОЗДІЛ I

Ботаніка

Серія: Біологічні науки, 2018, 4(377)

УДК 574.3:581.9

Комплексний аналіз популяцій *Trifolium pratense* L. на заплавних луках лісостепової зони України

Катерина Кирильчук, Микола Баштовий

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

Адреса для листування: ekaterinakir2017@gmail.com

Отримано: 28.04.18; прийнято до друку: 06.06.18; опубліковано: 25.06.18

Резюме. Заплавні луки, з одного боку, є цінними господарськими угіддями, а з іншого – резерватами лучного біорізноманіття. Для збереження кращих екосистем, які перебувають під впливом інтенсивних антропогенних навантажень у вигляді випасання та сінокошіння, важливою є розробка науково обґрунтованих підходів щодо їх нормування. Популяційний підхід є перспективним у розв'язанні цієї проблеми. Популяційні дослідження проводили на заплавних луках Лісостепу України на двох господарських градієнтах – на пасовищному (пасквальному) та сінокісному (фенісиціальному). Градієнт пасквальної дигресії включав п'ять ступенів: ПД0, або КД – контрольна ділянка (ділянки, на яких відсутні випасання й сінокошіння); ПД1 – початкова стадія випасання; ПД2 – стадія помірного випасання; ПД3 – стадія сильного випасання (напівзбій); ПД4 – надмірне випасання (збій). Градієнт фенісиціальної – 4 ступеня: ФД0 (КД) – контрольна ділянка; ФД1 – початкова стадія (сінокошіння один раз на рік); ФД2 – помірне сінокошіння (сінокошіння двічі на рік); ФД3 – надмірне сінокошіння (багаторазове, неконтрольоване). Під час дослідження застосовували традиційні геоботанічні та популяційні методи. Періодизацію онтогенезу досліджуваного виду проводили з використанням літературних даних і власних спостережень. Інтегральну оцінку онтогенетичної структури здійснювали з використанням індексів І. М. Коваленка. В основу віталітетного аналізу покладено методику Ю. А. Злобіна.

Бобові як важливий компонент лучного травостою збагачують ґрунт нітрогеном, а кормове сіно – протеїном. У статті проведено аналіз онтогенетичної й віталітетної структур особин популяцій *T. pratense* (*Fabaceae*) як основних елементів комплексного популяційного аналізу, який показав способи адаптації та пороги стійкості виду до випасання й сінокошіння різного ступеня інтенсивності. Трансформація онтогенетичного спектра популяцій на останніх ступенях пасквального градієнта відбувається в напрямі збільшення частки особин постгенеративного періоду при одночасному зменшенні кількості передгенеративних, у результаті ускладнення процесу насінного розмноження при значному ущільненні ґрунту під впливом надмірного випасання. Сінокошіння чинить більш м'який вплив, у популяціях зростає частка молодих особин у якості майбутнього резерву популяції. Віталітетна структура під впливом випасання змінюється значною мірою – у популяціях збільшується частка особин нижчого класу віталітету, вони переходять у категорію депресивних на останньому ступені (стадія збою). Загалом, *T. pratense* є достатньо стійким видом в умовах регульованих пасовищних і сінокісних навантажень. Порогами стійкості популяцій досліджуваного виду виступають навантаження, що характерні для ступенів КД (ПД0, ФД0), ПД1, ПД2, ФД1 та ФД2.

Ключові слова: онтогенетична та віталітетна структури, пасквальний і фенісиціальний градієнти, пороги стійкості виду, *Trifolium pratense*, бобові.

Complex Analysis of *Trifolium Pratense* L. Populations on the Floodplain Meadows Of the Forest-Steppe Zone of Ukraine

Kateryna Kyrylchuk, Mykola Bashtovyi

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Correspondence: ekaterinakir2017@gmail.com

Resume. Floodplain meadows, on one hand, are valuable farmland, and on the other hand, are the reserves of meadow biodiversity. To conserve the meadow ecosystems that are under the influence of intensive anthropogenic impact in the form of grazing and mowing, it is important to develop scientifically sound approaches to their normalization. A population approach is promising in solving this problem. Population investigations were carried out at the floodplain meadows of the Forest-Steppe of Ukraine on two farming gradients – on pasture (pascual) and haymaking (fenisicial). The gradient of pascual digression included five stages: PD0, or CA – control area (areas where grazing and haymaking are absent); PD1 – initial stage of grazing; PD2 – stage of moderate grazing; PD3 – stage of strong grazing (half-failure); PD4 – excessive grazing (failure). Fenisicial gradient has 4 degrees: FD0 (CA) – control area; FD1 – initial stage (hay mowing once a year); FD2 – moderate hay mowing (hay mowing twice a year); FD3 – excessive hay mowing (multiple, uncontrolled). The traditional geobotanical and population methods were used during the study. Periodization of the ontogenesis of the studied species was based on literary data and own observations. Integral evaluation of the ontogenetic structure was based on the indexes of I. M. Kovalenko. At the base of the vital analysis Yu. A. Zlobin's method was used.

Legumes are an important component of meadow grass, enrich the soil with nitrogen, and fodder hay by protein. The article analyzes the ontogenetic and vitality structures of individuals of *T. pratense* populations (legumes species) as the main elements of complex population analysis, which showed the ways of adaptation and the thresholds of species resistance to grazing and mowing of varying degrees of intensity. Transformation of the ontogenetic spectrum of populations at the last stages of the pascual gradient occurs in the direction of increasing the proportion of individuals of the post-generative period, while reducing the number of pre-generative, as a result of the complication of the seed reproduction process, with considerable compaction of the soil under the influence of excessive grazing. Haymaking has a milder effect, in populations the proportion of young individuals increases as a future population reserve. The vitality structure under the influence of grazing is also changing to a large extent: in populations the proportion of individuals of the lower class of the vitality increases, they become depressed at the last stage (the stage of failure). In general, *T. pratense* is a fairly stable species under conditions of regulated pasture and haymaking loads. The thresholds of stability of the studied species populations are the loads characteristic for the stages – CA (PD0, FD0), PD1, PD2, FD1 та FD2.

Key words: pascual and fenisicial gradients, ontogenetic and vitality structures, thresholds of species resistance, *Trifolium pratense*, legumes.

Вступ

Заплавні луки зазнають значного впливу, передусім, у вигляді випасання та сінокосіння, тому потребують науково обґрунтованих рекомендацій щодо їх використання [1, 2]. Це необхідно для збереження біорізноманіття лучних екосистем, у складі яких зареєстровано близько 500 видів судинних рослин, що формують на території України 54 формації лучної рослинності. Угруповання, що формуються в заплавах річок, також є цінними господарськими

угіддями, джерелом повноцінного корму для тварин. Особливе місце в лучному травостой займають бобові, які збагачують ґрунт нітрогеном і є джерелом протеїну в кормовому сіні. Перспективним науковим напрямом в оцінці стану різних типів рослинності, у тому числі лучної, є популяційний підхід [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Особливе значення має комплексний популяційний аналіз [3], який уключає всебічне вивчення популяційного життя виду, а саме його ростові та продукційні процеси, репродукцію, онтогенетичну, вікову, статеву, генетичну й віталітетні

структури. Саме такий підхід надає інформацію про механізми та пороги його стійкості в тих чи інших умовах зростання й дає змогу використовувати її в практичних цілях, у тому числі для розробки режимів користування природними заплавними луками. У зв'язку з цим обрана тематика є актуальною і з наукового, і з практичного погляду.

У межах популяційних досліджень існує значна кількість робіт щодо вивчення трансформацій життєвих форм [9], особливостей росту [10], репродукції [11, 12, 13, 14, 15], генетичної [16, 17], онтогенетичної [9, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29], статевої [21] й віталітетної структур [30, 31, 32, 33, 34] у різних умовах зростання, у тому числі й під впливом антропогенних факторів. Часто вивчення того чи іншого аспекту популяційного життя виду є частиною популяційних досліджень, так званого комплексного популяційного аналізу [33, 34, 35, 36, 37]. Огляд особливостей популяцій лучних рослин, який проведено Л. А. Жуковою [38], охоплює переважно злаки й різнотрав'я, групу ж бобових вивчено незначною мірою. Більшість цих досліджень проведено на луках лісової зони Росії. Низка робіт стосується вивчення онтогенетичної [20, 18, 19, 36, 37] та віталітетної [36, 33, 34] структур популяцій деяких видів бобових, а також їхніх анатомічних особливостей на рівні популяцій [39], генетичної диференціації особин [40], росту й репродукції [41, 11, 33, 34]. У деяких із них проведено комплексний популяційний аналіз бобових [33, 34, 36, 37].

Мета статті – оцінка механізмів і порогів стійкості популяцій *Trifolium pratense* L. з урахуванням даних комплексного популяційного аналізу на заплавних луках лісостепової зони України в умовах пасовищних й сінокісних навантажень. Відповідно до мети – поставлено такі завдання: вивчити

особливості онтогенетичної та віталітетної структур популяцій *T. pratense* як основних в оцінці їх стану на пасквальному й фенісиціальному градієнтах.

Матеріали й методи досліджень

Trifolium pratense L. – типова багаторічна трав'яниста лучна рослина, домінування якої в складі травостою спільно зі злаками та різнотрав'ям має періодичний характер [42], більшу роль має у формуванні рослинних угруповань на коротозаплавних луках. До випасання та сінокосіння є помірно стійким видом [42]. Дає сіно цінних кормових якостей, зелена маса містить 16,0–21,9 % сирого протеїну (за цим показником воно перевищує злакове в півтора рази). *T. pratense* – стрижневокореневий полікарпічний багаторічник із моноподіальним типом відновлення [42]. Суцвіття – головка, плід – одно- або двонасінний біб. Листки – трійчасті з прилистками й черешками різної довжини. В умовах Лісостепу розмножується виключно насіннєвим способом, на півночі відзначено вегетативне розмноження кореневими паростками [42].

Комплексний популяційний аналіз *T. pratense* проводили на заплавних луках Лісостепу України на градієнтах пасквальної та фенісиціальної дигресії. Градієнт пасквальної дигресії включав 5 ступенів – від ПД 0 (КД) до ПД4, фенісиціальної – 4 ступеня – від ФД0 (КД) до ФД3 [33, 34]. Під час дослідження використовували класичні геоботанічні й популяційні методи дослідження [43]. Періодизацію онтогенезу проводили з використанням літературних даних [44] і власних досліджень, урахуваючи особливості проходження онтогенезу *T. pratense* в умовах Лісостепу України. Інтегральну оцінку онтогенетичної структури здійснювали за допомогою індексів І. М. Коваленка [35]. Віталітетну

структуру вивчали за методикою Ю. А. Злобіна [3].

Результати й обговорення

Онтогенез *T. Pratense*, відповідно до шкали періодизації Т. О. Работнова й О. О. Уранова, уключає десять онтогенетичних станів (рис. 1). Особини, що перебувають на останньому етапі свого розвитку (онтогенетичний стан *sc*), звичайно не зображуються через складність виявлення їх у складі рослинного угруповання.

Проростки (*p*) – сходи з двома м'ясистими овальними сім'ядолями. Гіпокотиль короткий, зеленуватий. Епикотиль нерозвинений. Початок появи першого простого листка. Головний корінь не галузиться.

Ювенільні рослини (*j*) – сім'ядолі зберігаються, але іноді частково підсихають, є 3–5 трійчастих листків. Найперший листок округло-серцеподібний, із яскраво вираженою виїмкою. Галуження відсутнє. Сформувалися бічні корені другого й третього порядків, на яких, як і на головному корені, з'явилися бульбочки.

Іматурні (*im*) – головний пагін не галузиться, але після появи 3–5 справжніх листків починають проростати бічні бруньки. Трійчасті листки дрібні. Корінь розгалужений.

Віргінільні (*v*) – листки дорослого типу. Крім головного пагона, можуть бути розеткові пагони другого порядку. Додаткових коренів немає. У нормальних умовах рослини перебувають у цій фазі не більше одного року.



Рис. 1. Періодизація онтогенезу *T. pratense*

Молоді генеративні (g_1) – генеративних пагонів 2–3. Уперше зацвітають рослини у віці 2–8 років. Каудекс без ознак руйнування. Розвинені додаткові корені.

Середні генеративні (g_2) – генеративних пагонів кілька десятків. Є вегетативні пагони другого й третього порядків. За рахунок контрактильної діяльності коренів сформовано коротке вертикальне кореневище (каудекс), яке частково занурене в ґрунт.

Старі генеративні (g_3) – генеративні пагони нечисленні. Головний пагін відмирає, починається руйнування каудекса й головного кореня. Вегетують переважно бічні пагони.

Субсенільні (ss) – генеративних пагонів немає, трапляються поодинокі, погано розвинені суцвіття. Відбувається постгенеративна вегетація. Каудекс дуже

партикульований. Вегетативні пагони несуть подрібнені листки. Коренева система в основному складається з додаткових коренів.

Сенільні (s) – майже засохлі особини, що розпалися, із невеликою кількістю дрібних листків. Цей стан звичайно дуже нетривалий.

Онтогенетичний спектр *T. pratense* на контрольних ділянках нормальний, повночленний. Пік чисельності припадає на генеративні особини g_2 . Генеративність таких популяцій 53 %, що пов'язано з достатньо тривалим періодом генеративності цього виду – до 10–12 років. Індекс відновлення – 44 %, індекс старіння – 12 %, що відповідає стабільним популяціям. Онтогенетична категорія, за Т. О. Работновим, – нормальна (табл. 1).

Таблиця 1

Індекси онтогенетичного складу популяцій

Ступені градієнта	$I_{\text{відновлення}}$	$I_{\text{генеративності}}$	$I_{\text{старіння}}$	$I_{\text{віковості}}$
Пасквальний градієнт				
ПД0	0,44	0,53	0,12	0,27
ПД1	0,56	0,44	0,06	0,11
ПД2	0,44	0,52	0,12	0,27
ПД3	0,19	0,77	0,42	2,20
ПД4	0,06	0,88	0,56	9,30
Фенісіціальний градієнт				
ФД0	0,44	0,53	0,12	0,27
ФД1	0,01	0,25	0,01	0,01
ФД2	0,84	0,16	0,04	0,05
ФД3	0,83	0,11	0,09	0,11

Онтогенетичний спектр *T. pratense* на пасовищах трансформується (рис. 2). У ньому зберігається пік чисельності на генеративних особинах, але спектр стає неповночленним: поступово з наростанням пасовищних навантажень із нього випадають передгенеративні особини – проростки, ювенільні та іматурні рослини. Підвищується частка особин постгенеративних онтогенетичних станів. Популяції переходять у категорію

регресивних. Схожа трансформація в онтогенетичних спектрах *T. pratense* відбувається й на сінокосах (рис. 3), але вона виражена менш різко та популяції звичайно зберігають характер нормальних, повночленних. Пік чисельності в них зміщується на передгенеративні особини (зазвичай іматурні), що є проявом адаптації, спрямованої на створення резерву догенеративних рослин у популяціях. У цілому як на пасовищах, так

і на сінокосах популяції *T. pratense* залишаються достатньо стійкими, зберігаючи в онтогенетичному спектрі представників різних онтогенетичних груп.

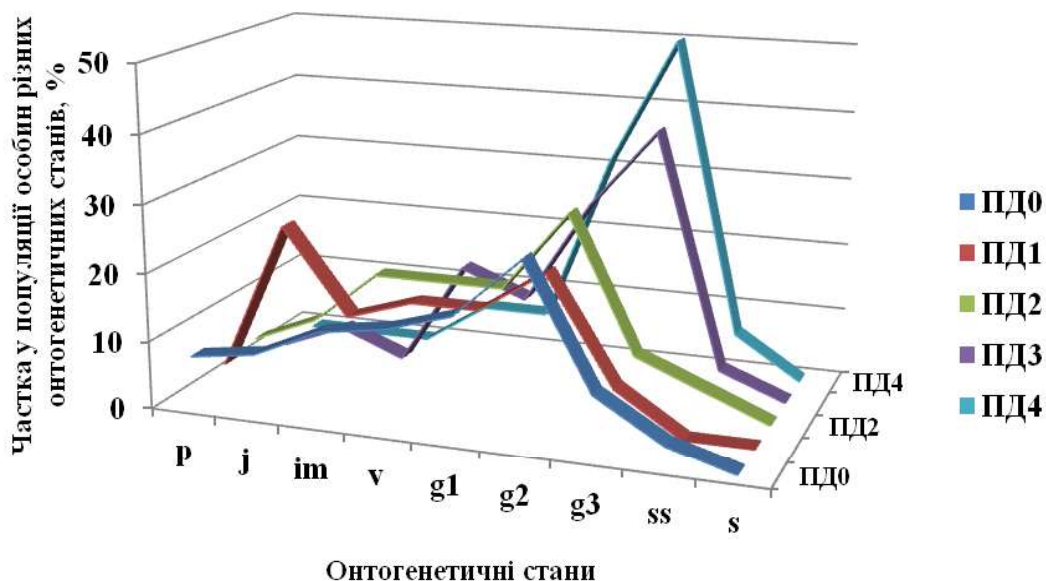


Рис. 2. Онтогенетичний спектр *T. pratense* на пасквальному градієнті

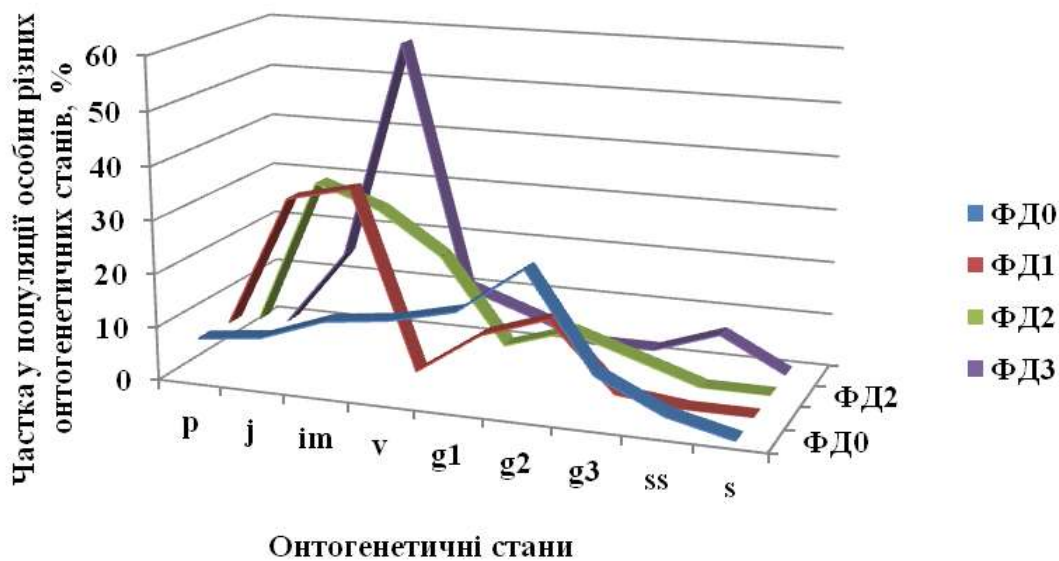


Рис. 3. Онтогенетичний спектр *T. pratense* на феніциальному градієнті

Аналізуючи онтогенетичну структуру популяцій *T. pratense* на основі зіставлення індексів відновлення та старіння як найважливіших характеристик, що демонструють зміни статусу популяцій під впливом дії стресових чинників, встановлено, що на пасовищному градієнті

спостерігається зниження індексу відновлення (табл. 1). Це свідчить про ускладнення насінневого розмноження, а також про руйнування ніш відновлення досліджуваного виду під впливом випасання. Як наслідок цього процесу, у популяціях зростають індекси старіння та

віковості (табл. 1). Це робить їх менш стійкими й частка бобового компонента, у тому числі й за рахунок *T. pratense*, знижується і за рахунок цього біологічного процесу. На сінокосах тенденції в змінах індексів відновлення та старіння в популяціях досліджуваного виду дещо інші. Це виражається в збереженні в популяціях певної частки особин передгенеративних онтогенетичних станів, а відповідно – у зростанні індексу відновлення. Індеси старіння та віковості за градієнтом фенісиціальної дигресії знижуються, що підтверджує більшу м'яку дію сінокошення на досліджуваний вид, порівняно з випасанням.

Віталітетна структура

Отримані дані щодо віталітетної структури популяцій *T. pratense* мають рівень статистичної достовірності на рівні 60–100 %. Особливості віталітетної структури показані на рис. 4 і 5. Віталітетні спектри в *T. pratense* на контрольних ділянках уключали понад 60 % особин вищого класу віталітету. Частка особин середнього класу складала всього 13 %, особин класу «с» було 27 %. Індекс якості популяції дорівнював 0,37, що відповідає процвітаючому типу популяції.

На пасквальному градієнті індекс якості популяцій знижується від КД до ПД4,

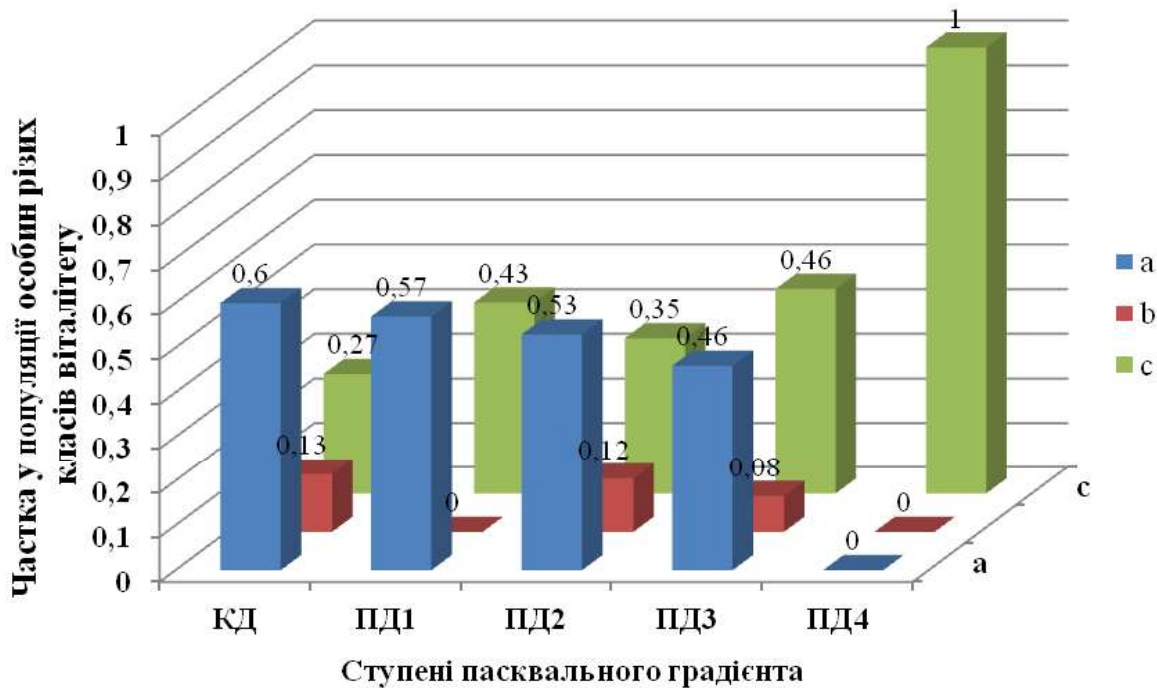


Рис. 4. Віталітетний спектр популяцій *T. pratense* на пасквальному градієнті

відповідно, від 0,37 (КД) до 0,29 (ПД1), 0,32 (ПД2), 0,27 (ПД3) та 0,00 (ПД4). Популяції спочатку переходять в категорію рівноважних на ПД1, ПД2, ПД3, а на стадії збою (ПД4) стають депресивними (рис. 4). У популяціях спостерігаємо поступове зниження частки особин класу «а», яка на останньому ступені градієнта дорівнює 0,00. Одночасно збільшується частка

особин класу «с» до 1,00 (статистична достовірність складає 73 %). На фенісиціальному градієнті індекс якості популяції (Q) також знижується, але меншою мірою – від 0,37 на КД до 0,26 (ФД1), 0,25 (ФД2) та 0,03 на ФД3. Як на ступені ФД1, так і ФД2 у популяції *T. pratense* частка особин вищого класу віталітету залишається досить високою на

рівнях 0,48 та 0,30 відповідно (рис. 5). На останньому ступені сінокісного градієнта частка особин класу «а» дорівнює 0,00. При цьому частка особин класу «с» зростає до 0,93 і популяції переходять до категорії

депресивних. На ступенях ФД1 та ФД2 популяції за віталітетним статусом залишаються рівноважними, що вказує на стійкість досліджуваного виду до одно- й дворазових сінокосінь.

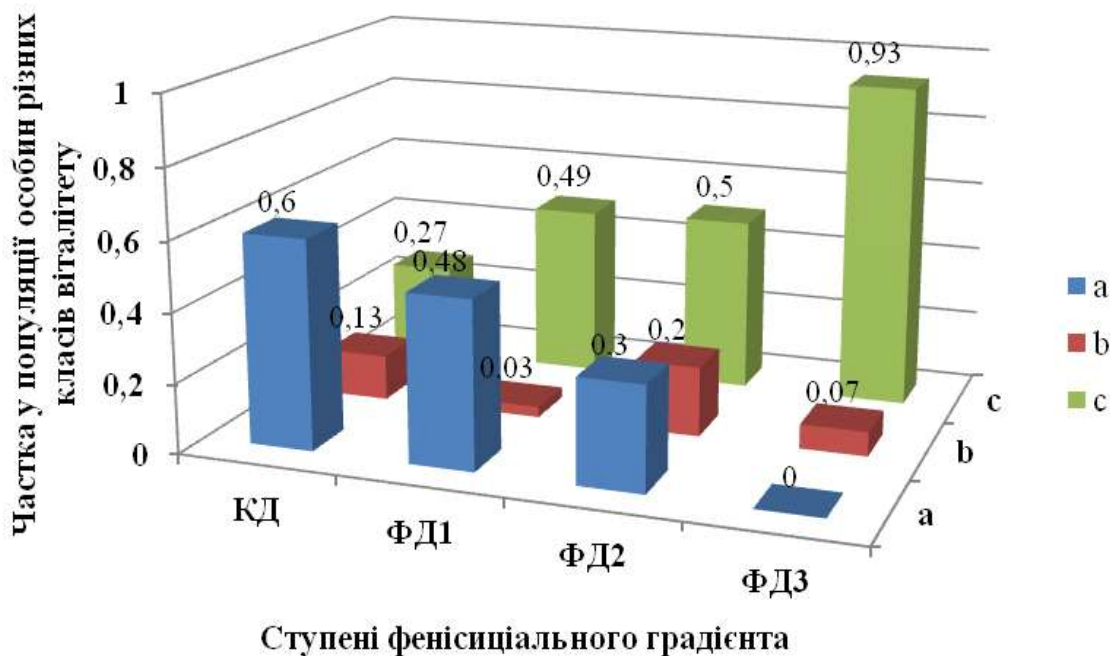


Рис. 5. Віталітетний спектр популяцій *T. pratense* на фенісиціальному градієнті

Результати аналізу віталітетної структури популяцій *T. pratense* свідчать про вразливість виду до надмірного випасання та багаторазових сінокосінь. Одночасно контрольовані навантаження позначаються на віталітетній структурі у вигляді змін у співвідношеннях між особинами різних категорій віталітету та зміни статусу популяцій на рівноважний, що відповідає досить стійкій позиції виду в угрупованні.

Обговорення

Отримані результати дослідження особливостей онтогенетичної та віталітетної структур популяцій *T. pratense* як одних з основних елементів комплексного популяційного аналізу на пасквальному й фенісиціальному

градієнтах багато в чому подібні до особливостей реагування популяцій інших видів лучних бобових (*Trifolium repens* L. [33] і *Medicago falcata* L. [34] на господарські навантаження. Так, онтогенетична структура *M. falcata* на пасовищному градієнті трансформується в бік її поступового переходу в категорію регресивних через значне зменшення передгенеративних особин при одночасному збільшенні частки постгенеративних. При цьому популяції *T. repens* зберігають статус рівноважних, навіть на стадії збою. Подібно до популяцій *T. pratense*, сінокісні навантаження також сприяють омолодженню популяцій як *M. falcata*, так і *T. repens* – у них збільшується частка особин передгенеративного періоду. Порівняно з *T. pratense* та *M. falcata*, популяції *T. repens*

виявляють значно більшу стійкість в умовах надмірного випасання й сінокосіння. Нормальні онтогенетичні спектри зі значною участю молодих особин фіксували в деяких видів бобових і в складі фітоценозів долини Середньої Лени (Росія) [18], і в умовах Криму [19], і в Республіці Марій-Ел [20]. На основі вивчення комплексу організованих і популяційних ознак *Hedysarum alpinum* (Fabaceae) в умовах Байкальського Сибіру встановлено високу толерантність цього виду, що проявляється в його здатності зростати як у сприятливих умовах (в умовах заплавної луки), так і в умовах вічної мерзлоти під впливом значного антропогенного впливу, коли у виду включаються різні адаптаційні механізми [45, 46]. У віталітетній структурі популяцій *M. falcata* на обох градієнтах відбуваються зміни, подібні до змін, що характерні для популяцій *T. pratense* поступово вони переходять у категорію депресивних [34]. Подібні трансформації спостерігали і в популяціях інших видів бобових в умовах значних пасовищних навантажень. Так, віталітетний статус популяцій *Gueldenstaedtia monophylla* в умовах пустельних степів північно-західної Монголії [37] та популяцій *Oxytropis sulphurea* [36] в умовах Рудного Алтаю та хребта Саур також змінювався з процвітаючого на депресивний. Водночас віталітетний статус популяцій *T. repens* зберігається рівноважним навіть в умовах надмірного випасання й безконтрольного сінокосіння [33], що свідчить про виражену стійкість цього виду. Загалом, на основі отриманих результатів аналізу онтогенетичної та віталітетної структур бобові проявляють високу толерантність стосовно різних видів навантажень, у тому числі господарських.

Висновки

Аналіз онтогенетичної та віталітетної структур популяцій *T. pratense*, як ключових елементів комплексного

популяційного аналізу показав способи адаптації та пороги стійкості виду до випасання й сінокосіння різної інтенсивності. Трансформація онтогенетичного спектра популяцій на останніх ступенях пасквального градієнта відбувається в напрямі збільшення частки особин постгенеративного періоду при одночасному зменшенні кількості передгенеративних, у результаті ускладнення процесу насінневого розмноження при значному ущільненні ґрунту в умовах надмірного випасання. Сінокосіння має більш м'який вплив, у популяціях зростає частка молодих особин як майбутній резерв популяції. Віталітетна структура під впливом випасання змінюється також значною мірою – у популяціях збільшується частка особин нижчого класу віталітету, вони переходять у категорію депресивних на стадії збою. Загалом, *T. pratense* є достатньо стійким видом в умовах регульованих пасовищних і сінокісних навантажень. Порогами стійкості популяцій досліджуваного виду виступають навантаження, що характерні для ступенів – КД (ПД0, ФД0), ПД1, ПД2, ФД1 та ФД2. Важливо контролювати господарські навантаження для збереження високої частки бобового компонента, зокрема за рахунок *T. Pratense* в складі лучних рослинних угруповань.

Література

1. Huhta, Ari-Pekka; Rautio, Pasi. Flood meadows in Finland – their development during the past century. *Nordic Journal of Botany*. 2014, 32(6), pp 858–870.
2. Szykh, A. P. Determination of the Degree of Pasture Factor Digression in the Communities of Environment Contact Sites (Some Methodological Approaches). *Open Access Library Journal*. 2016, 3(9), pp 1–4.
3. Злобин, Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография; Университетская книга: Сумы, 2009; 263 с.
4. Жилиев, Г. Г. Жизнеспособность популяций растений; НАН Украины: Львов, 2005; 304 с.

5. Gibson, D. J. *Methods in Comparative Plant Population Ecology*. Oxford Univ. Press: New York, 2014; 320 p.
6. McCall, A. C. *Plant Population Ecology*. Oxford Univ. Press: New York, 2017.
7. Cheplick, G. P. Population differentiation in the tiller architecture of *Microstegium vimineum* (Poaceae) in relation to habitat. *Plant Species Biology*. 2014, 30(1), pp 16–27.
8. Cheplick, G. P. Responses of native plant populations on an unprotected beach to disturbance by storm-induced overwash events. *Plant Ecology*, 2016, 218(2), pp 105–118.
9. Асташенков, А. Ю.; Черемушкина, В. А.; Гребенюк, А. В.; Джуманов, С. Трансформация жизненных форм и онтогенетическая структура ценопопуляций *Nereta pulchella* Pojark. в условиях Аксу-Жабаглинского заповедника. *Сибирский экологический журнал*. 2017, 6; с 758–771.
10. Коровякова, Т. О. Особенности продукционного процесса та росту *Achillea millefolium* L. (Asteraceae) на заплавах луках річки Псел. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2010, 6(4), с 439–448.
11. Бондарева, Л. М., Кирильчук К. С., Коровякова Т. О. Репродуктивне зусилля основних господарських груп лучних рослин на заплавах луках Північного Сходу України в умовах пасквального та фенісциального навантаження. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2012, 9(24), с 3–6.
12. Correia, M.; Castro, S.; Ferrero, V.; Crisóstomo, J. A.; Rodríguez-Echeverría, S. Reproductive biology and success of invasive Australian acacias in Portugal. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2014, 174(4), pp 574–588.
13. Correia, M.; Castro, S.; Rodríguez-Echeverría, S. Reproductive success of *Acacia longifolia* (Fabaceae, Mimosoideae) in native and invasive populations. *Australian Journal of Botany*. 2015, 63(5), pp 387–391.
14. Tsaliki, M.; Diekmann, M. Population size, pollination and reproductive success in two endangered *Genista* species. *Flora*. 2011, 206(3), pp 246–250.
15. Hölzel, N.; Otte, A. Assessing soil seed bank persistence in flood-meadows: The search for reliable traits. *Journal of Vegetation Science*. 2004, 15(1), pp 93–100.
16. Tyagi, A.; Singh, S.; Mishra, P.; Singh, A.; Tripathi, A. M.; Jena, S. N.; Roy, S. Genetic diversity and population structure of *Arabidopsis thaliana* along an altitudinal gradient. *AoB Plants*. 2016, 8(1), pp 1–17.
17. Cires, E.; Pérez, R.; Bueno, Á.; Fernández Prieto, J.A. Genetic diversity in peripheral and central populations of the Cantabrian endemism *Genista legionensis* (Pau) M. Lainz (Fabaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 2013, 70(1), pp 91–96.
18. Атласова, Л. Г. Состояние ценопопуляций некоторых видов семейства *Fabaceae* в условиях долины средней Лены. *Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2017, 130(06), с 1–15.
19. Брынза, Е. А.; Корженевский В. В. Онтогенетическая структура популяций *Onobrychis miniata* (Fabaceae) в Крыму. *Растительный мир Азиатской России*. 2017, 2, с 19–26.
20. Гаврилова, М. Н. Онтогенетическая структура ценопопуляций раkitника русского в республике Марий Эл. *Вестник ОГУ*. 2009. 4, с 117–121.
21. Гордеева, Н. И. Онтогенетическая и половая структура ценопопуляций *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae). *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2015, 5, с 13–19.
22. Дайнеко, Н. М.; Тимофеев, С. Ф.; Булохов, А. Д.; Панасенко, Н. Н. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Solidago gigantea* L. в районах Гомельской области Беларуси, приграничных с территорией Брянской области России. *Бюллетень Брянского отделения Российского ботанического общества*. 2017, 3(11), с 44–48.
23. Маслова, Н. В.; Мулдашев, А. А.; Елизарьев, О. А.; Тьютинова, Н. М. Онтогенетическая структура ценопопуляций эндемичного вида *Oxytropis hippolyti* Boriss. на горе Измаилка Башкирского Предуралья. *Ekobiotech*. 2018, 1(1), с 6–13.
24. Семенов, Н. Ю.; Невзоров, А. В.; Шатаханов, Б. Д. Состояние и онтогенетическая структура ценопопуляций *Iris pseudocorus* L. в условиях Саратовской области. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2017, 22(5–1), с 989–992.
25. Семенов, В. В.; Данилова, Н. С. Онтогенез и структура ценопопуляций *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Tr. в условиях культуры и природы Центральной Якутии. *Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии*. 2017, 2(38), с 85–89.
26. Галовская, (Колегова), Е. В. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Thymus baicalensis* (Lamiaceae) на юге Сибири. *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2016, 1(33), с 39–49.
27. Черемушкина, В. А.; Кулаев Ш. Д.; Асташенков, А. Ю.; Бобоев, М. Г. Морфогенез и онтогенетическая структура ценопопуляций *Allium macleanii* (Amaryllidaceae) в Таджикистане. *Сибирский экологический журнал*, 2017, 2, с 43–49.
28. Kolegova, E. V.; Cheryomushkina, V. A. Ontogenetic structure and assessment of state of *Thymus mongolicus* (Lamiaceae) coenopopulations in

southern Siberia. *Contemporary Problems of Ecology*. 2015, 8(2), pp 155–161.

29. Borkowska, L.; Dzido-Kryńska, A.; Kasprzykowski, Z. The regressive *Cirsium rivulare* population in an unmown meadow in Białowieża National Park: Influenced by other clonal plants and necromass. *Flora*. 2014, 209(3-4), pp 209–214.

30. Vöge, M. Monitoring the vitality of *Isöetes lacustris* by using a non-destructive method. *Limnol. Revie*, 2014, 14(3), pp 153–158.

31. Дегтярьов, В. М.; Скляр, В. Г. Віталітетна структура популяцій *Quercus robur* на початкових етапах онтогенезу. *Вісник Дніпровського університету*. 2015, 23(2), с 105–111.

32. Шерстюк, М. Ю. Аналіз віталітетної структури ценопопуляцій *Shimaphila umbellata* (L.) W. Barton у лісових фітоценозах Новгород-Сіверського Полісся. *ScienceRise. Biological Science*. 2017, 1(4), с 40–45.

33. Кирильчук, К. С. Популяційна структура *Trifolium repens* L. на заплавах луках р. Псел (лісостепова зона, Україна) в умовах пасквальних та фенісіціальних навантажень. *Популяційна екологія рослин: сучасний стан, точки росту*. 2012, СНАУ: Суми, с 302–310.

34. Кирильчук, К. С. Популяційна структура *Medicago falcata* L. на заплавах луках лісостепової зони в умовах пасовищних та сінокісних навантажень. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2014, 20(1100), с 305–314.

35. Коваленко, І. М. Популяції *Calluna vulgaris* (L.) Hull. в лісових фітоценозах Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» (Сумська область, Україна). *Чорноморський ботанічний журнал*. 2015, 11(4), с 438–448.

36. Селютіна, І. Ю.; Зибзеев, Е. Г. Онтогенетическая структура и жизнеспособность ценопопуляций *Oxytropis sulphurea* (Fisch. ex DC.) Ledeb. в различных эколого-центрических условиях Рудного Алтая и хребта Саур. *Сибирский экологический журнал*. 2016, 3, с 422–435.

37. Селютіна, І. Ю.; Кониченко, Е. С.; Дариханд, Д.; Зибзеев, Е. Г. *Gueldenstaedtia monophylla* (Fabaceae) в Северо-Западной Монголии: распространение, жизнеспособность, онтогенетическая и пространственная структура популяций. *Сибирский экологический журнал*. 2017, 2, с 27–35.

38. Жукова, Л. А. *Популяционная жизнь луговых растений*. Ланар: Йошкар-Ола, 1995, 224 с.

39. Ranjbar, M.; Hajmoradi, Z. Comparative leaf epidermis and anatomical study in populations of *Trigonella spruneriana* (Fabaceae) from Iran. *Webbia*. 2016, 71(1), pp 107–115.

40. Kade, M.; Pagani, E. A.; Mendoza, R. E. A morphological study of populations of *Lotus glaber* Mill. (Fabaceae). *Agronomie*. 2003, 23(3), pp 203–207.

41. Peruzzi, L.; Gestri, G.; Pierini, B. Morphological variation in *Astragalus muelleri* (Fabaceae) from Balkan and Italian populations. *Flora Mediterranea*. 2014, 24, pp 233–238.

42. Крылова, Н. П.; Работнов, Т. А. *Клевер луговой. Биологическая флора Московской области*; МГУ: Москва, 1975; Вып. 2; с 89–101.

43. Злобін, Ю. А.; Сляр, В. Г.; Бондарева Л. М.; Кирильчук, К. С. Концепція морфометрії у сучасній ботаніці. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2009. 5(1); с 5–22.

44. Бахматова, М. П.; Матвеев А. Р. *Клевер луговой (красный) (Trifolium pratense L.)*. *Диагнозы и ключи возрастных состояний луговых растений*. Часть 2; Москва, 1983; с 69–75.

45. Карнаухова, Н. А., Санданов, Д. В. Сравнительная оценка популяционной стратегии *Hedysarum alpinum* L. (Fabaceae) в Байкальской Сибири. *Сибирский экологический журнал*. 2015, 22(6), с 875–882.

46. Карнаухова, Н. А. Оценка состояния популяций *Hedysarum austrosibiricum* (Fabaceae). *Растительный мир Азиатской России*. 2018, 1, с 9–13.