

ОЦІНКА ОНТОГЕНЕТИЧНОЇ ТА ВІТАЛІТЕТНОЇ СТРУКТУР ПОПУЛЯЦІЙ *LATHYRUS VERNUS* (L.) BERNH У ГЕТТІНГЕНСЬКОМУ ЛІСІ (НИЖНЯ САКСОНІЯ, НІМЕЧЧИНА)

Ярошенко Наталія Павлівна

аспірантка

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-0475-2560

nataliia.yaroshenko@snu.edu.ua

У сучасному світі проблеми збереження біорізноманіття та протидії змінам клімату є тісно пов'язаними між собою. Вони передбачають й реалізацію комплексу заходів, спрямованих на недопущення втрати лісового фонду як окремих регіонів, так планети загалом. У зазначеному аспекті набуває важливості розуміння особливостей та закономірностей функціонування популяцій лісових рослин, у тому числі популяцій тих видів, які формують ярус трав. Відповідно, метою публікації було визначено установити та проаналізувати онтогенетичну й віталітетну структури популяцій *Lathyrus vernus* (L.) Bernh у лісових фітоценозах Геттінгенського лісу, розташованого на півдні Нижньої Саксонії Німеччини. Вивченням було охоплено шість популяцій, які зростали у фітоценозах відмінних між собою за віком, характером менеджменту та природоохоронним режимом. Онтогенетична та віталітетна структура популяцій *L. vernus* були вивчені відповідно до загальноприйнятих підходів. Віталітетним аналізом засвідчено, що усі досліджувані популяції *L. vernus* є врівноваженими з індексом якості (Q) від 0,2000 до 0,3000. При цьому праліси вирізнялись найменшою репрезентованістю особин найвищого рівня віталітету, частка яких знижена до 20,0–23,3%. У старих лісах, де впроваджено лісогосподарський менеджмент, їхня частка є у 1,4–2,4 рази більшою: на рівні 33,3–56,7%. Встановлено, що усі досліджувані популяції є неповними за онтогенетичною структурою. Чотири популяції мають ярко виражені центровані спектри, які відзначаються переважанням генеративних особин. Загалом в ознаках онтогенетичної структури, порівняно із віталітетною, у популяцій проявились значно більші відмінності при варіюванні значень індексу відновлюваності від 8,82 до 60,0%, генеративності – від 33,33 до 82,35%, індексу старіння – від 0 до 38,24% (за І.М. Коваленком). На тлі застосування лісогосподарського менеджменту зареєстроване суттєве збільшення діапазону варіювання значень індексів відновлюваності та генеративності, та у, підсумку, репрезентованість популяцій різних онтогенетичних типів: молодих, перехідних, зрілих. Популяції із пралісових фітоценозів були виключно «зрілими». Встановлені факти про віталітетну та онтогенетичну структуру об'єктивно засвідчують те, що *L. vernus* є видом, чутливим не тільки до зміни еколого-ценотичних ознак фітоценозів, а й до системи лісогосподарського менеджменту та особливостей режимів охорони, які запроваджуються в пралісах. Результати оцінки онтогенетичної та віталітетної структури, свідчать, що умови Геттінгенського лісу, розташованого на півдні Нижньої Саксонії (Німеччина), є сприятливими для формування та функціонування популяцій *L. vernus*.

Ключові слова: популяційний аналіз, букові ліси, Göttinger Wald, віталітетний аналіз.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.4.10>

Вступ. У сучасному світі проблеми збереження біорізноманіття та протидії змінам клімату є тісно пов'язаними між собою (Hamann et al., 2015; Thomas Shuai Ma et al., 2022; Regionale..., 2023). Вони передбачають реалізацію комплексу заходів, спрямованих на недопущення втрати лісового фонду як окремих регіонів, так і планети загалом (Mette et al., 2021; Kölling & Mette, 2022; Nordwestdeutsche..., 2023; Terhi Koskela et al., 2023; Kimengsi et al., 2023; Václav Zumr et al., 2023). При цьому значущості набуває забезпечення охорони усіх компонентів лісових екосистем та досягнення їхнього сталого, раціонального використання (Pretzsch et al., 2019; Albert et al., 2021; Buresch et al., 2023; Glatthorn et al., 2023; Lieven et al., 2023). У зазначеному аспекті набуває важливості й розуміння особливостей та закономірностей функціонування популяцій лісових рослин (Skliar, 2013; Skliar & Sherstuk, 2016, Skliar et al., 2016; Skliar et al., 2019; Skliar et al., 2020), а саме популяцій тих видів, які формують ярус трав. Функціонування ярусу трав є однією із складових формування комплексу екосистемних послуг, притаманних лісам (Didukh, 2018; Navrylenko, 2019;

Zhezhkun, 2021), зокрема: досягнення стабілізації ґрунту, підтримання кругообіг поживних речовин і забезпечення запилення. У свою чергу, аналіз стану популяцій видів, що формують ярус трав, дозволяє оцінити якість середовища існування цих організмів (Sherstuk, 2016, 2017), а зміни в їхніх популяціях можуть бути раннім показником екологічних порушень, трансформації екосистеми.

Зазначені факти вказують й на актуальність вивчення популяцій *Lathyrus vernus* (L.) Bernh, яка поширена на території Європи, Кавказу та Сибіру та є типовою для ярусу трав широколистяних лісів. Вона є цінною ефіро-олійною, кормовою, медоносною, лікарською рослиною (Östergård et al., 2007; Iskender et al., 2009; Zoric et al., 2011; Valdés & Ehlén, 2021). Окрім того *L. vernus* є видом, чутливим до змін еколого-ценотичних ознак фітоценозів та клімату (Ehlén & Münzbergová, 2009; Ehlén & Valdés, 2020, Greise et al., 2020), що, відповідно, дозволяє розглядати його як інформативного індикатора щодо стану лісових екосистем.

Мета роботи – установити та проаналізувати онтогенетичну й віталітетну структури популяцій *L. vernus*

Ознаки лісових фітоценозів, охоплених вивченням

№ популяції	Фітоценоз		Вік деревостану, років	Режим користування/охорони
	асоціація за системою Браун-Бланке	асоціація за домінантною системою (за В. Альохінім)		
1	<i>Carici pilosae-Carpinetum</i>	<i>Fagus sylvatica</i> + <i>Acer platanoides</i> - <i>Anemone nemorosa</i> + <i>Euphorbia amygdaloides</i>	55	наявний лісогосподарський менеджмент
2	<i>Polygonato multiflori-Quercetum petraeae</i>	<i>Fagus sylvatica</i> - <i>Asarum europaeum</i> + <i>Stellaria holostea</i>	100-110	праліс, антропогенний вплив відсутній
3	<i>Dentario glandulosae-Fagetum</i>	<i>Fagus sylvatica</i> + <i>Fraxinus excelsior</i> - <i>Anemone nemorosa</i> + <i>Dentaria glandulosa</i>	150-160	наявний лісогосподарський менеджмент
4	<i>Brachypodio sylvaticae-Quercetum petraeae</i>	<i>Fagus sylvatica</i> - <i>Asarum europaeum</i>	140-150	праліс, антропогенний вплив відсутній
5	<i>Galeobdolori luteae-Carpinetum</i>	<i>Fagus sylvatica</i> + <i>Acer pseudoplatanus</i> - <i>Anemone nemorosa</i> + <i>Asarum europaeum</i>	140-150	наявний лісогосподарський менеджмент
6	<i>Lamio-Quercetum</i>	<i>Fagus sylvatica</i> + <i>Prunus cerasus</i> - <i>Lathyrus vernus</i> + <i>Anemone nemorosa</i> + <i>Viola reichenbachiana</i>	100-110	наявний лісогосподарський менеджмент

у лісових фітоценозах Геттінгенського лісу, розташованого на півдні Нижньої Саксонії Німеччини.

Матеріали і методи досліджень. Вивченням було охоплено шість популяцій *L. vernus*. Фітоценози, у яких вони зростають, відрізняються між собою за віком, характером менеджменту та природоохоронним режимом (табл. 1).

У лісах, охоплених вивченням, проводились повні геоботанічні описи (Yakubenko et al., 2020). У межах досліджуваних фітоценозів за випадковою системою розташовувались облікові ділянки площею 0,25 м² на кожній із яких визначали загальну кількість особин *L. vernus* та кількість рослин різних онтогенетичних станів: р – проростків, j – ювенільних рослин, im – іматурних, v – віргінільних, g₁ – молодих генеративних, g₂ – середньогенеративних, g₃ – старих генеративних, ss – субсенільних, s – сенільних. Узагальнення результатів оцінки онтогенетичної структури здійснювалось на основі загальноприйнятих підходів, при реалізації яких визначався онтогенетичний спектр та його провідні характеристики (повнота, симетричність), розраховувались онтогенетичні індекси та встановлювалась належність кожної популяції до певної онтогенетичної категорії (Zlobin et al., 2022).

Окрім того, у кожному із фітоценозів було відібрано 50–30 особин *L. vernus*, які знаходилися в однаковому онтогенетичному стані, а саме – у стадії середніх генеративних рослин g₂, та проведено їхній морфометричний аналіз із урахуванням 16 морфопараметрів (табл. 2).

З опорою на результати морфометричного аналізу був здійснений віталітетний аналіз. Він реалізовувався у повній відповідності до алгоритму, визначеному Ю.А. Злобіним (Zlobin et al., 2022). Насамперед, на основі кореляційного та факторного аналізів, для кожної із популяцій *L. vernus*, було виявлено ключові (визначальні щодо рівня життєвості) морфопараметри (табл. 3). На основі цих морфопараметрів оцінювався рівень віталітету (життєвості) кожної особини

Таблиця 2

Параметри, за якими проводилася оцінка фітопопуляцій *Lathyrus vernus*

№ з/п	Найменування параметру	Умове позначення та розрахункова формула	Розмірність
<i>Статичні метричні морфопараметри</i>			
1	Загальна фітомаса рослини	W	г
2	Фітомаса листків	WI	г
3	Висота рослини	h	см
4	Фітомаса генеративних органів	Wg	г
5	Кількість листків	NI	шт
6	Кількість квіток	Nfl	шт
7	Площа листової поверхні	A	см ²
8	Середня площа окремого листка	al	см ²
9	Діаметр стебла	d	см
<i>Статичні алометричні морфопараметри</i>			
10	Площа листків на одиницю фітомаси	LAR = A / W	см ² /г
11	Фотосинтетичне зусилля	LWR = WI / W	г/г
12	Відносний приріст	hWR = h / W	см/г
13	Відношення листової поверхні до діаметра стебла	AdR = A / 10d	см ² /мм
14	Співвідношення між висотою рослини та діаметром стебла	hdR = h / d	см/см
15	Репродуктивне зусилля 1	RE1 = (Wg / W) × 100	%
16	Репродуктивне зусилля 2	RE2 = (Wg / A) × 100	%

L. vernus. За репрезентованістю рослин вищого (класу а), проміжного (класу b), нижчого (класу с) життєвості, визначалась віталітетна структура популяцій, розраховувався індекс якості Q та встановлювалась належність популяцій до певних якісних груп (процвітаючих, врівноважених, депресивних).

Таблиця 3

Перелік ключових морфопараметрів для популяцій *Lathyrus vernus*

№ популяції	Перелік ключових морфопараметрів ¹
1	A, AdR, al
2	W, WI, A
3	W, WI, h
4	W, Wg, WI
5	LAR, al, AdR
6	LAR, al, AdR

Примітка: умовні позначення морфопараметрів відповідають таблиці 2

У процесі комплексної оцінки стану популяцій *L. vernus* розрахункові процедури здійснювались на основі широкого застосування комп'ютерних програм: пакету SPSS та авторських розробок Ю.А. Злобіна (ANONS, VITAL) (Tsarenko et al., 2000; Zlobin et al., 2022).

Результати. Усі досліджувані популяції *L. vernus* виявились неповними за онтогенетичною структурою. При цьому в популяції № 4 відсутні лише проростки і ювенільні рослини, у складі популяції № 1 репрезентовано лише віргінільні та молоді генеративні особини.

Лівосторонній онтогенетичний спектр, який вказує на сприятливі умови для відновлювального процесу, притаманний виключно популяції № 6: у ній частка догенера-

тивних рослин досягає 60%, з яких віргінільних – 53,33%. Популяція № 1 рівною мірою (по 50%) сформована із віргінільних та молодих генеративних особин. Інші чотири популяції мають ярко виражені центровані спектри, які відзначаються переважанням генеративних особин: в популяції № 2 їхня частка становить 64,0%, в популяції № 3 – 61,9%, № 4 – 82,35% і № 5 – 89,71% (табл. 4).

Таблиця 4

Онтогенетичні спектри популяцій *Lathyrus vernus*

Онтогенетичні стани	Популяції та частка (%) рослин різних онтогенетичних станів у їхньому складі					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
j	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
im	0,00	8,00	9,52	5,88	0,00	6,67
v	50,00	12,00	9,52	2,94	10,29	53,33
g ¹	50,00	16,00	19,05	8,82	20,59	33,33
g ²	0,00	48,00	42,86	44,13	44,12	0,00
g ³	0,00	0,00	0,00	29,41	25,00	0,00
ss	0,00	4,00	4,76	2,94	0,00	6,67
s	0,00	12,00	14,29	5,88	0,00	0,00
Разом	100	100	100	100	100	100

Аналіз узагальнюючих онтогенетичних індексів підтверджує, що саме популяція № 6 має найвищий індекс відновлюваності (60,00%), що в 1,8 рази перевищує індекс генеративності (за І. М. Коваленком). Ця ж популяція має найвищі індекси відновлюваності за Л. О. Жуковою – М.В.Глотовим (0,64) та за Л.І. Воронцовою (180,0%) (табл. 5). Вона належить до молодих (за Л. А. Животовським) з низькими індексами старіння та віковості (табл. 6). Досить високими показниками індексу відновлюваності вирізняється й популяція № 1.

Таблиця 5

Значення онтогенетичних індексів популяцій *Lathyrus vernus*

Онтогенетичні індекси		Од. виміру	Популяції					
			№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
за І.М. Коваленком	Індекс відновлюваності	%	50,00	20,00	19,05	8,82	10,29	60,00
	Індекс старіння	%	0,00	16,00	19,05	38,24	25,00	6,67
	Індекс генеративності	%	50,00	64,00	61,90	82,35	89,71	33,33
	Індекс віковості	-	0,00 (переважають інвазійні процеси)	0,80 (переважають інвазійні процеси)	1,00 (переважають інвазійні процеси)	1,33 (переважають процеси деградації)	2,43 (переважають процеси деградації)	0,11 (переважають інвазійні процеси)
за Л. О. Жуковою – М. В. Глотовим	Індекс відновлюваності	-	0,50	0,24	0,24	0,10	0,10	0,64
	Індекс старіння	-	0,00	0,16	0,19	0,09	0,00	0,07
	Індекс заміщення	-	1,00	0,25	0,24	0,10	0,11	1,50
за Л. І. Воронцовою	Індекс відновлюваності	%	100,00	31,25	30,77	10,71	11,48	180,00
за А.О. Урановим	Індекс віковості	Δ	0,19	0,45	0,46	0,54	0,47	0,22
за Л.А. Животовським	Індекс ефективності	ω	0,60	0,71	0,68	0,79	0,84	0,53

Різноманітність популяцій *Lathyrus vernus* за онтогенетичними типами

Тип популяції	Популяції					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
За Т.О. Работновим	інвазійна	норм.	норм.	норм.	норм.	інваз.
За Л. О. Жуковою	нормальна	норм.	норм.	норм.	норм.	норм.
За Л.А. Животовським	молода	зріла	перехідна	зріла	зріла	молода

Таблиця 7

Віталітетна структура популяцій *Lathyrus vernus*

№ популяції	Відносна частка рослин певного класу віталітету			Значення індексу якості (Q)	Віталітетний тип популяції	Статистична достовірність оцінки (%)
	вищого класу (а)	проміжного класу (b)	нижчого класу (с)			
№ 1	0,3667	0,1333	0,5000	0,2500	врівноважена	80
№ 2	0,2000	0,3333	0,4667	0,2667	врівноважена	80
№ 3	0,3333	0,1111	0,5556	0,2222	врівноважена	70
№ 4	0,2333	0,1667	0,6000	0,2000	врівноважена	60
№ 5	0,5667	0,0333	0,4000	0,3000	врівноважена	97
№ 6	0,4194	0,0645	0,5161	0,2419	врівноважена	80

Інші чотири популяції мають індекси відновлюваності набагато нижчі від індексів генеративності (за І.М. Коваленком): в популяції № 2 – у 3,2 рази, № 3 – у 3,2 рази, № 4 – у 9,3 рази, № 5 – у 8,7 рази. Ці популяції також мають найнижчі індекси відновлюваності за Л.О. Жуковою – М.В. Готовим та за Л.І. Воронцовою. Аналіз показав, що популяція *L. vernus* № 3 є перехідною, а № № 2, 4 і 5 – зрілими (за Л.А. Животовським), з високими індексами старіння і віковості.

Віталітетним аналізом встановлено, що усі досліджувані популяції *L. vernus* є врівноваженими з індексом якості (Q) від 0,2000 до 0,3000 (табл. 7). Встановлено, що найвищий індекс якості має популяції *L. vernus* № 5 (Q = 0,3000). На другому місці знаходиться популяція № 2, з індексом якості популяції Q = 0,2667, яка має набагато більшу частку рослин проміжного класу віталітету. Найнижчі показники індексу якості Q (на рівні 0,2000) зареєстровані в популяції № 4, у складі якої частка рослин найнижчого рівня життєвості сягає 60%.

Обговорення. Результати проведеного аналізу свідчать, що популяції *L. vernus* в букових фітоценозах Геттінгенського лісу є досить подібними за ознаками віталітетної структури. При цьому праліси вирізнялись найменшою репрезентованістю особин найвищого рівня віталітету, частка яких знижена до 20,0–23,3%. У старих лісах, де впроваджено лісгосподарський менеджмент, їхня частка є у 1,4–2,4 рази більшою: на рівні 33,3–56,7%. Вищенаведені дані підтверджують кореляцію між еколого-ценотичними чинниками та станом трав'янистих популяцій лісових видів (Sherstuk, 2016, 2017).

В ознаках онтогенетичної структури проявились значно більші відмінності при варіюванні значень індексу відновлюваності від 8,82 до 60,0%, генеративності – від 33,33 до 82,35%, індексу старіння – від 0 до 38,24% (за І.М. Коваленком). У пралісах значення індексу відновлюваності дорівнювали 8,82–20,0% (розмах варіювання становить 11,18%), генеративності – 64,00–82,35% (розмах варіювання 18,35%), старіння – 16,00–38,24% (розмах варіювання 22,24%). У старих лісах, де впроваджено

лісгосподарський менеджмент, значення цих показників, відповідно, дорівнювали: 10,29–60,0% (розмах варіювання 49,71%), генеративності – 33,33–89,71% (розмах варіювання 56,38%), старіння – 6,67–25,00% (розмах варіювання 18,33%). Отже, на тлі лісгосподарського менеджменту реєструється суттєве збільшення діапазону варіювання значень індексів відновлюваності та генеративності, та у підсумку, прояв репрезентованості популяцій різних онтогенетичних типів: молодих, перехідних, зрілих. Популяції із пралісових фітоценозів є виключно «зрілими».

Наведені факти про віталітетну та онтогенетичну структуру вказують на те, що *L. vernus* є видом, чутливим не тільки до зміни еколого-ценотичних ознак фітоценозів, над чим фокусувалися попередні дослідження (Ehrlén & Münzbergová, 2009; Ehrlén & Valdés, 2020, Greise et al., 2020), а й до системи лісгосподарського менеджменту та особливостей режимів охорони, які запроваджуються в пралісах.

Висновки. Результати оцінки онтогенетичної та віталітетної структури, свідчать, що умови Геттінгенського лісу, розташованого на півдні Нижньої Саксонії (Німеччина), загалом є сприятливими для формування та функціонування популяцій *L. vernus*. Це твердження ґрунтується на тому, що у межах зазначеного лісового масиву не виявлені популяції *L. vernus* у складі онтогенетичних спектрів яких найбільшу частку складали б постгенеративні рослини та популяції, які б за ознаками віталітетної структури належали до депресивних. У свою чергу, закономірна зміна популяційних ознак *L. vernus* залежно від системи лісгосподарського менеджменту, особливостей режимів охорони, у подальшому робить актуальним розробку системи керування фітоценозами Геттінгенського лісу, спрямовану на зростання рівня життєвості рослин та формування «процвітаючих» популяцій *L. vernus*, які репрезентують найвищу якісну категорію за ознаками віталітетної структури та зазвичай вирізняються найліпшими показниками продуктивності, здатності до реалізації адаптаційного потенціалу, сталого й довготривалого існування у складі фітоценозів.

Бібліографічні посилання:

1. Albert, M., Nagel, J., Schmidt, M., Nagel, R.-V. & Spellmann, H. (2021). Eine neue Generation von Ertragstafeln für Eiche, Buche, Fichte, Douglasie und Kiefer. [A new generation of yield tables for oak, beech, spruce, Douglas fir, and pine] doi: 10.5281/zenodo.6343907 (in German)
2. Buresch, M., Evers, J., Hamkens, H., Meesenburg, H., Nagel, R.-V., Paar, U., Spellmann, H. & Suttmöller, J. (2023). Grundlagen der klimaangepassten Baumartenempfehlung. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Regionale Waldbauplanung in Sachsen-Anhalt als Beitrag zur Klimafolgenanpassung und nachhaltigen Sicherung der Waldfunktion, Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, [Fundamentals of climate-adapted tree species recommendation. In: Northwest German Forestry Research Institute, Regional forest planning in Saxony-Anhalt as a contribution to climate adaptation and sustainable assurance of forest functions, Contributions from the Northwest German Forestry Research Institute] Bd. 21. Universitätsverlag Göttingen, 47–64. doi: 10.17875/gup2023-2399 (in German)
3. Didukh, Ya. P. (2018). Biotop yak systema: struktura, dynamika, ekosystemni posluhy [Biotope as a system: structure, dynamics, ecosystem services]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 75, 5, 405–420 (in Ukrainian).
4. Ehrlén, J. & Münzbergová, Z. (2009). Timing of flowering: opposed selection on different fitness components and trait covariation. *The American Naturalist*, 173 (6), 819–830. doi: 10.1086/598492
5. Ehrlén, J. & Valdés, A. (2020). Climate drives among-year variation in natural selection on flowering time. *Ecology Letters*, 23 (4), 653–662. doi: 10.1111/ele.13468
6. Glatthorn, J., Appleby, S., Balkenhol, N., Kriegel, P., Likulunga, L. E., Lu, J. Z. & Ammer, C. (2023). Species diversity of forest floor biota in non-native Douglas-fir stands is similar to that of native stands. *Ecosphere*, 14(7), e4609. doi: 10.1002/ecs2.4609
7. Greiser, C., Hylander, K., Meineri, E., Luoto, M. & Ehrlén, J. (2020). Climate limitation at the cold edge: contrasting perspectives from species distribution modelling and a transplant experiment. *Ecography*, 43(5), 637–647. doi: 10.1111/ecog.04490
8. Hamann, A., Roberts, D. R., Quinn E., Barber, Q. E., Caroll, C. & Nielsen, S. E. (2015). Velocity of climate change algorithms for guiding conservation and management. *Global Change Biology* 21, 997–1004. doi: 10.1111/gcb.12736
9. Havrylenko, O. P. (2019). Konflikty pryrodokorystuvannia v konteksti vtraty ekosystemnykh posluh [Nature use conflicts in the context of loss of ecosystem services]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriya: Heohrafichni nauky*, (10), 101–106 (in Ukrainian).
10. Iskender, N. Y., Yayli, N., Yasar, A. & Çoskunçelebi, K. (2009). Volatile constituents of the flower, leaf and stem of *Lathyrus vernus* (L.) grown in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 21(8), 6290-6294.
11. Kimengsi, J.N., Owusu, R. & Charkmakar, S. (2023). A global systematic review of forest management institutions: towards a new research agenda. *Landsc Ecol* 38, 307–326 doi: 10.1007/s10980-022-01577-8
12. Kölling, C. & Mette T. (2022). Wälder im Klimawandel – Neues Klima erfordert neue Baumarten. [Forests in Climate Change - New Climate Requires New Tree Species] In: K. Berr und C. Jenal (Hrsg.), *Wald in der Vielfalt möglicher Perspektiven, Raum Fragen: Stadt – Region – Landschaft*, Springer VS Verlag. doi: 10.1007/978-3-658-33705-6_7 (in German)
13. Lieven S., Fasse F. & Nagel R.-V. (2023). Alternative Baumarten – ein Lösungsbeitrag für die Klimaanpassung? In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), *Regionale Waldbauplanung in Sachsen-Anhalt als Beitrag zur Klimafolgenanpassung und nachhaltigen Sicherung der Waldfunktion, Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. [Alternative Tree Species – a Contribution to Climate Adaptation? In: Northwest German Forestry Research Institute (Ed.), Regional Forest Development Planning in Saxony-Anhalt as a Contribution to Climate Change Adaptation and Sustainable Assurance of Forest Function, Contributions from the Northwest German Forestry Research Institute] Bd. 21. Universitätsverlag Göttingen, 175–186. doi: 10.17875/gup2023-2406 (in German)*
14. Mette, T., Brandl, S. & Kölling, C. (2021). Climate Analogues for Temperate European Forests to Raise Silvicultural Evidence Using Twin Regions. *Sustainability* 2021, 13, 6522. doi: 10.3390/su13126522
15. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.) (2023). Regionale Waldbauplanung in Sachsen-Anhalt als Beitrag zur Klimafolgenanpassung und nachhaltigen Sicherung der Waldfunktion. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, [Regional Forest Development Planning in Saxony-Anhalt as a Contribution to Climate Change Adaptation and Sustainable Assurance of Forest Functions. Contributions from the Northwest German Forestry Research Institute] Bd. 21. Universitätsverlag Göttingen, 211. doi: 10.17875/gup2023-2394 (in German)
16. Östergård, H., Hambäck, P. A. & Ehrlén, J. (2007). Pre-dispersal seed predation: the role of fruit abortion and selective oviposition. *Ecology*, 88(12), 2959-2965. doi: 10.1890/07-0346.1
17. Pretzsch H., del Río M., Biber P., Arcangeli C., Bielak K., Brang P., Dudzinska M., Forrester D.I., Klädtke J., Kohnle U., Ledermann T., Matthews R., Nagel J., Nagel R., Nilsson U., Ningre F., Nord-Larsen T., Wernsdörfer H. & Sycheva E. (2019). Maintenance of long-term experiments for unique insights into forest growth dynamics and trends: Review and perspectives. *European Journal of Forest Research*, 138(1), 165–185. doi: 10.1007/s10342-018-1151-y
18. Regionale Waldbauplanung in Sachsen-Anhalt als Beitrag zur Klimafolgenanpassung und nachhaltigen Sicherung der Waldfunktion (2023). [Regional Forest Development Planning in Saxony-Anhalt as a Contribution to Climate Change Adaptation and Sustainable Assurance of Forest Functions] Göttingen: Universitätsverlag Göttingen. doi: 10.17875/gup2023-2394 (in German)
19. Sherstiuk, M. (2017). The analysis of vitality structure of *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton cenopopulations in forest phytocenoses of the Novgorod-Sivers'k Polissia. *Science Rise: Biological Science*, (1 (4), 40–45. doi: 10.15587/2519-8025.2017.94019
20. Sherstuk, M. (2016). Morphometric Parameters *Oxycoccus palustris* Pers. in Palustre and Palustre Forest Phytocenoses of Ukrainian Polissya. *Notes in Current Biology*, (7(332), 78–83. doi: 10.29038/2617-4723-2016-332-7-78-83

21. Shuai Ma, Hui-Yong Wang, Xiaomian Zhang, Liang-Jie Wang & Jiang Jiang, A. (2022). nature-based solution in forest management to improve ecosystem services and mitigate their trade-offs, *Journal of Cleaner Production*, 351, 131557, ISSN 0959-6526, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131557
22. Skliar, V. & Sherstuk, M. (2016). Size structure of phytocoenoses and its quantitative evaluation. *EUREKA. Life Sciences*, (1), 9-15. doi: 10.21303/2504-5695.2016.00047
23. Skliar, V., Kovalenko, I., Skliar, Iu. & Sherstuk, M. (2019). Vitality structure and its dynamics in the process of natural reforestation of *Quercus robur* L. *AgroLife Scientific Journal*, 8 (1).
24. Skliar, V., Kyrylchuk, K., Tykhonova, O., Bondarieva, L., Zhatova, H., Klymenko, A., Bashtovyi, M. & Zubitsova, I. (2020). Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissya of Ukraine. *Baltic Forestry*, 26(1). doi: 10.46490/BF441
25. Skliar, V., Sherstuk, M. & Skliar, Iu. (2016). Algorithm of comprehensive assessment of individual's morphological integration of plants contrast biomorfs. *QUAERE 2016 (vol. VI.): Interdisciplinary Scientific Conference for PhD students and assistance*, 393–403
26. Skliar, V.H. (2013). Dynamika vitalitetnykh parametriv populatsii lisoutvorivulnykh vydiv Novhorod-Siverskoho Polissia: teoretychni zasady ta sposoby otsinky [Dynamics of vital parameters of populations of forest-forming species of Novgorod-Siverskyi Polissia: theoretical principles and methods of assessment.]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal*, 70 (5), 624-629 (in Ukrainian).
27. Koskela, T., Karppinen, H., *Forest Owners' Intention to Safeguard Forest Biodiversity (2023). An Application of the Theory of Planned Behavior*, *Forest Science*. doi: 10.1093/forsci/xfad044
28. Thomas, J., Brunette, M. & Leblois, A. (2022). The determinants of adapting forest management practices to climate change: Lessons from a survey of French private forest owners, *Forest Policy and Economics*, Volume 135, 2022. doi: 10.1016/j.forpol.2021.102662
29. Tsarenko, O. M., Zlobin, Yu. A., Skliar, V.H. & Panchenko, S. M. (2000). *Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii*. [Computer methods in agriculture and biology]. *Universytetska knyha*, Sumy, 203 (in Ukrainian)
30. Zúmr, V., Nakládal, O., Bílek, L. & Remeš, J. (2023). The diameter of beech snags is an important factor for saproxylic beetle richness: Implications for forest management and conservation, *Forest Ecosystems*, Volume 10, 100143. doi: 10.1016/j.fecs.2023.100143
31. Valdés, A., Ehrlén, J. (2021). Plant–animal interactions mediate climatic effects on selection on flowering time. *Ecology*, 102 (9). doi: 10.1002/ecy.3466
32. Yakubenko, B. Ye., Popovych, S. Yu., Ustyenko, P. M., Dubyna, D. V. & Churilov, A. M. (2020). *Heobotanika: metodychni aspekty doslidzhen* [Geobotany: methodological aspects of research], 316. (in Ukrainian).
33. Zhezhkun, I. M. (2021). Stan ta perspektyvy vykorystannia v Ukraini ekosystemnykh posluh lisiv [Status and prospects of use of ecosystem services of forests in Ukraine]. *Materialy Tretoi Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Yevrointehratsiia ekolohichnoi polityky Ukrainy»*. Odesa, Odeskyi derzhavnyi ekolohichnyi universytet. 201, 110 (in Ukrainian).
34. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. G. & Klymenko, G. O. (2022) *Biologiya ta ekologiya fitopopulatsii* [Biology and ecology of phytocoenoses] Sumy: Universytetska knyha, 512 (in Ukrainian).
35. Zoric, L., Merkulov, L., Lukovic, J., Boza, P. & Krstic, B. (2011). Evaluation of forage quality of *Lathyrus* L. species based on histological characteristics. *Acta Agronomica Hungarica*, 59 (1), 47–55. doi: 10.1556/AAgr.59.2011.1.5

Yaroshenko N. P., PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

The assessment of ontogenetic and vitality structures of populations of *Lathyrus vernus* (L.) Bernh in the Göttingen forest (Lower Saxony, Germany)

*In today's world, the issues of biodiversity conservation and climate change mitigation are closely interconnected. They involve the implementation of a set of measures aimed at preventing the loss of forest resources in individual regions and the planet as a whole. In this context, understanding the characteristics and patterns of populations of forest plants, including those forming the herbaceous layer, becomes crucial. The purpose of this publication was to establish and analyze the ontogenetic and vitality structures of populations of *Lathyrus vernus* (L.) Bernh in the forest phytocoenoses of the Göttingen Forest, located in southern Lower Saxony, Germany. Six populations were studied, which grew in phytocoenoses differing in age, management practices, and nature conservation regimes. The ontogenetic and vitality structures of *L. vernus* populations were studied according to commonly accepted approaches. Vitality analysis indicated that all studied populations of *L. vernus* are balanced, with a quality index (Q) ranging from 0.2000 to 0.3000. Primary forests showed the least representation of individuals with the highest vitality level, accounting for 20.0–23.3%. In old forests under forest management, their share is 1.4–2.4 times higher, ranging from 33.3% to 56.7%. It was found that all studied populations have incomplete ontogenetic structures. Four populations have well-defined centered spectra, characterized by the predominance of generative individuals. In general, in terms of ontogenetic structure, populations showed significantly greater differences compared to vitality structure, with variations in the values of the regeneration index from 8.82% to 60.0%, generativity from 33.33% to 82.35%, and aging index from 0 to 38.24% (according to I.M. Kovalenko). Against the background of forest management application, a significant increase in the range of values for regeneration and generativity indices was recorded, and, as a result, the representation of populations of different ontogenetic types: young, transitional, mature. Populations from primeval phytocoenoses were exclusively "mature." The objectively established facts about the vitality and ontogenetic structure confirm that *L. vernus* is a species sensitive not only to changes in ecologo-cenotic features of phytocoenoses but also to the forest management system and the peculiarities of protection regimes implemented in primeval forests. The results of the assessment of ontogenetic and vitality structures indicate that the conditions of the Göttingen Forest, located in southern Lower Saxony, Germany, are favorable for the formation and functioning of *L. vernus* populations.*

Key words: population analysis, beech forests, Göttinger Wald, vitality analysis.