

ОЦІНКА ОНТОГЕНЕТИЧНОЇ ТА ВІТАЛІТЕТНОЇ СТРУКТУР ПОПУЛЯЦІЙ *ASARUM EUROPAEUM L.* У ГЕТТІНГЕНСЬКОМУ ЛІСІ, НИЖНЯ САКСОНІЯ, НІМЕЧЧИНА

Ярошенко Наталія Павлівна

аспірантка

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0003-0475-2560

natalia.yaroshenko@snau.edu.ua

Скляр Вікторія Григорівна

доктор біологічних наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-1301-7384

skvig@ukr.net

У статті викладено результати популяційних досліджень, проведених вперше у Геттінгенському лісі (Göttinger Wald), Нижня Саксонія, Німеччина, протягом 2021–2022 рр. Досліджено 5 популяцій *Asarum europaeum L.*, які локалізовані на 5 ділянках, на яких зростають дерева різного віку в умовах наявного лісогосподарського користування та пралісі: ділянки №1 і №2 – молодий буковий ліс, де представлені дерева віком 40 та 70 років відповідно, на даних ділянках наявні лісогосподарські роботи; ділянки №3, №4 – праліс, 5 – старий буковий ліс, де присутній лісогосподарський менеджмент.

Проведено оцінку онтогенетичної та віталітетної структур даних ценопопуляцій. Під час дослідження було використано наступні методи: метод геоботанічних описів, морфометричний аналіз, комплексний віталітетний аналіз, комплекс методів статистично-математичної обробки даних.

За результатами морфометрії визначено характерні розмірні ознаки рослин *A. europaeum* у кожному з місцевостань. Показано, що неповночленність онтогенетичних спектрів популяцій *A. europaeum* є основною їх особливістю на ділянках, що відрізняються за характером антропогенного впливу. Узагальнюючі онтогенетичні індекси демонструють, що на всіх ділянках, крім ділянки №3, значення індексів генеративності перевищують індекси відновлюваності. Найвищі індекси відновлюваності встановлено на ділянці №3. Частка віргінільних рослин найбільша на ділянці старого лісу №3 – 31,82 %, молодих генеративних – на ділянці старого лісу №4 – 40,00 %. У ценопопуляцій, що зростають на ділянках із лісогосподарською активністю, спостерігається високий рівень генеративності. Для оцінки віталітету при роботі з факторним аналізом ключові морфопараметри для кожної з популяцій було визначено окремо. 67% особин популяцій *A. europaeum* належать до проміжного класу віталітету – *b*. Популяція, що локалізується у пралісі на ділянці №3, має високий рівень відновлюваності, а відносні частки рослин за класами віталітету розділилися порівну між трьома класами і становлять – 0,3333. На ділянці №1, найбільша частка рослин належить до *c*-класу віталітету і становить 0,5, тоді як на ділянці №4 та №5 домінує проміжний клас віталітету з показниками 0,6364 та 0,4545 відповідно.

На підставі дослідження на прикладі *A. europaeum* можна зробити висновок, що лісогосподарські роботи значно порушують трав'яний ярус лісових екосистем, знижують якість популяцій видів, що його складають. За результатами дослідження відмічено потребу у подальшому вивченні популяцій для отримання повної оцінки наслідків лісогосподарського користування у Геттінгенському лісі.

Ключові слова: популяційний аналіз, букові ліси, віталітетний аналіз, *Asarum europaeum L.*, онтогенетична структура.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.10>

Вступ. Вивчення біорізноманіття є ключовим елементом не лише для розуміння екосистемних послуг, а й для пом'якшення наслідків природних катаклізмів та попередження нових аспектів кліматичних змін на локальному, національному та світовому рівнях (Kumar&Mina, 2018; Schöttker & Wätzold, 2022). Стрімке зростання чисельності населення планети продовжує спричиняти деградацію природних екосистем, зокрема лісів (Hochmalova et al., 2022). Лісові екосистеми є фундаментально важливими територіями, оскільки роблять значний внесок в органічне різноманіття (Kumar et al., 2022). Після тривалих досліджень ліси було включено до комплексних досліджень, спрямованих на детальне вивчення зв'язків між біорізноманіттям та біопродуктивністю. Зокрема,

було досліджено вік дерев у контексті його кількісного та якісного впливу на сталість екосистеми лісу (Prauova et al., 2020). З метою встановлення кореляційних зв'язків між ступенем впливу абіотичних чинників внаслідок лісогосподарського впливу та трав'яним ярусом проводилися на видовому рівні (Derauw et al., 2019).

Реальною формою існування видів є популяція, оскільки на популяційному рівні вирішуються ключові питання збереження екосистем. Популяційний аналіз наразі є одним із найповніших досліджень в екології, оскільки у їх основі лежить аналіз кількісних показників, що характеризують стан особин певного виду в умовах конкретного угруповання (Zlobin et al., 2022). Комплексний популяційний аналіз дає можливість оцінити еко-

системні зв'язки популяції, а також значення даних зв'язків у динамічних змінах рослинного покриву (Bondarjeva et al., 2019).

Онтогенетична структура відображає співвідношення особин у популяції, що знаходяться на різних етапах онтогенезу. Оскільки онтогенетичний спектр є більш інформативним, аніж календарний вік, та має індивідуальне біолого-екологічне значення, вивчення онтогенетичних параметрів популяції є суттєвою перевагою для подальшого встановлення потенційної здатності існування рослин у складі різноманітних рослинних угруповань (Skliar et al., 2020).

Віталітетна структура популяції надає інформацію як про життєздатність окремих рослин, так і про віталітетний стан популяції, а також порівнює дані з віталітетом інших популяцій конкретного виду рослини (Kurylchuk et al., 2022).

Дослідження трав'яного ярусу букових лісів Німеччини активно проводиться з 30-х років ХХ століття. Детально вивчається вегетація Геттінгенського лісу як зразка пралісів у центральній частині Федеративної республіки Німеччина, зокрема структурні та флористичні зміни у вегетації, перебіг сукцесійних процесів та їх вплив на трав'яний ярус (Dierschke & Goedecke, 2021; Ellenberg, 1939; Dierschke & Becker, 2020). Значна увага приділяється впливу різних систем лісового менеджменту для збільшення видового різноманіття (Prauova et al., 2020; Zlobin, 1989; Schall et al., 2020). Проводяться мозаїчні фенологічні дослідження впливу змін клімату на фотосинтетичну активність деяких рослин, зокрема *Asarum europaeum* L. як типового піонерного виду однієї із стадій вторинної сукцесії (Derauw et al., 2019; Weste & Kriebitzsch, 2019; Kriebitzsch, 1992; Roslan & Nordin, 2022).

Asarum europaeum L. – багаторічна трав'яниста, зимово-зелена рослина, що часто зустрічається у трав'яному ярусі букових лісів Німеччини (Dierschke & Goedecke, 2021; Cao et al., 2020). *A. europaeum* виступає не тільки важливим компонентом лісових екосистем, а й має низку інших корисних властивостей. Вивчення застосування даного виду у лікарській промисловості низки країн світу є актуальним у наш час (Nelson, 2021; Maseehullah, 2022; Liu, 2022). Ценопопуляції *A. europaeum* досліджуються у контексті їх популяційної структури, стійкості популяцій до рекреаційного навантаження у лісових екосистемах (Kovalenko, 2017). Проте дослідження онтогенетичної та віталітетної структури *A. europaeum* з використанням методів популяційного аналізу у лісових екосистемах в умовах лісгосподарського користування раніше не проводилися.

Мета дослідження – проаналізувати онтогенетичну структуру популяцій *A. europaeum* у лісових фітоценозах Геттінгенського лісу, Нижня Саксонія, Німеччина, та визначити їх віталітетний статус на основі результатів віталітетного аналізу за градієнтом, який відображає вікові ознаки материнського деревостану та ступінь антропопресії.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом дослідження були популяції *A. europaeum*, який широко поширений у листяних лісах і децю рідше – у мішаних. Він

розповсюджений майже по всій Європі, крім Скандинавії і Великої Британії. *A. europaeum* займає важливе місце у трав'яному ярусі лісових екосистем, а також є цінною лікарською, ефіроолійною та декоративною рослиною (Grodzinskyi, 1992).

Дослідження популяцій *A. europaeum*, який зростає у трав'яному ярусі лісових екосистем, проводилися у вегетаційні періоди 2021–2022 рр. у Геттінгенському лісі (Нижня Саксонія, Німеччина) на визначених ділянках молодого, середньо-вікового лісів, а також у старому незайманому лісі. Під час проведення досліджень для угруповань, де виявлено *A. europaeum*, було виконано повні геоботанічні описи за загальноприйнятими підходами (Korchanin et al., 1964).

Досліджувані місця зростання *A. europaeum* відрізнялися один від одного за ступенем антропогенного впливу:

- ділянки №1 і №2 – молодий буковий ліс, де представлені дерева віком 40 та 70 років відповідно, на даних ділянках наявні лісгосподарські роботи;
- ділянки №3, №4 – праліс;
- ділянка №5 – старий буковий ліс, де присутній лісгосподарський менеджмент.

Для вивчення онтогенетичного спектру популяцій було обрано ділянки №1–4. Для проведення віталітетного аналізу було обрано ділянки №1, №3–5.

На кожній ділянці було відібрано 25–30 особин *A. europaeum*, які знаходилися в однаковому онтогенетичному стані, а саме на стадії середньогенеративних рослин g_2 , та проведено їх морфометричний аналіз. На кожній ділянці підраховували кількість особин досліджуваного виду і визначали їхню належність до певного онтогенетичного стану: p – проростки, j – ювенільні рослини, im – іматурні, v – віргінільні, g_1 – молоді генеративні, g_2 – середні генеративні, g_3 – старі генеративні, ss – субсенільні, s – сенільні особини (Zlobin, 1989). Онтогенетичні стани у рослин визначалися із врахуванням наукових напрацювань І. М. Коваленка (Kovalenko, 2016a; Kovalenko 2016b; Kovalenko et al., 2017).

При проведенні морфометрії досліджуваних фітопопуляцій *A. europaeum*, було використано шістнадцять морфопараметрів (табл. 1).

Онтогенетичний аналіз популяцій *A. europaeum* здійснювався згідно з сучасними методиками (Zlobin et al., 2008). Для цього було закладено ділянки 10 x 10 м, які розбивалися на 9 площадок по 0,25 м² для збору та підрахунку рослин різних онтогенетичних станів. Розрахунок індексів онтогенетичного стану та визначення типу популяцій проводився за допомогою комп'ютерної програми Ю.А. Злобіна (Zlobin, 2012).

Для оцінки життєвості популяцій *A. europaeum* проводився віталітетний аналіз, для чого було знайдено систему кореляцій метричних і алометричних морфопараметрів. Ці взаємозв'язки були отримані шляхом побудови кореляційних матриць по кожній досліджуваній ділянці лісу.

При аналізі кореляційних матриць оцінка кореляційних зв'язків між параметрами були здійснені двома шляхами:

Параметри, за якими проводилася оцінка фітопопуляцій *A. euoraeum*

№ з/п	Найменування параметру	Умовне позначення та розрахункова формула	Розмірність
Статичні метричні морфопараметри			
1	Загальна фітомаса	W	г
2	Фітомаса листків	WI	г
3	Висота	h	см
4	Фітомаса генеративних органів	Wg	г
5	Кількість листків	NI	шт.
6	Кількість квіток	Nfl	шт.
7	Листкова поверхня	A	см ²
8	Середня площа окремого листка	al	см ²
9	Діаметр стебла	d	см
Статичні алометричні морфопараметри			
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 листкової поверхні до діаметра стебла	AdR = A / 10d	см ² / см
14	Співвідношення між висотою рослини та діаметром стебла	hdR = h / d	см/см
15	Репродуктивне зусилля	RE1 = (Wg / W) × 100	%
16		RE2 = (Wg / A) × 100	%

– методом кореляційних плеяд та побудовою дендритів, у яких виділялися найтісніші взаємозв'язки між даними ознаками;

– методом факторного аналізу, в основу якого покладено виявлення загальної залежності та групування даних ознак навколо головного фактору.

Факторний аналіз проводився за допомогою статистичної програми SPSS. Даний аналіз не лише розширює уявлення щодо кореляційної структури ознак, але й дає можливість отримати нові, більш точні результати (Schmidt, 1984; Zlobin, 1989; Zlobin, 2012).

До переліку основних морфопараметрів, які визначають віталітет рослин *A. euoraeum*, було включено наступні:

– по ділянці №1 – A (листова поверхня), al (середня площа окремого листка), WI (фітомаса листків);

– по ділянці №3 – W (загальна фітомаса), A (листова поверхня), al (середня площа окремого листка);

– по ділянці №4 - RE1 (репродуктивне зусилля, як відношення фітомаси генеративних органів до загальної фітомаси), h (висота рослин), RE2 (репродуктивне зусилля, як відношення фітомаси генеративних органів до листкової поверхні);

– по ділянці №5 – A (листова поверхня), AdR (відношення листкової поверхні до діаметра стебла), al – (середня площа окремого листка).

Для визначення віталітетних показників життєвості *A. euoraeum* було використано некомерційну програму VITAL, яка розроблена професором Ю.А. Злобіним (Zlobin, 2012).

Результати. Аналіз онтогенетичної структури популяції *A. euoraeum* показав, що на всіх ділянках ценопопуляції є неповночленними, оскільки відсутні сенільні рослини, крім ділянки молодого лісу №2, де відсутні проростки (табл. 2). Частка віргінільних рослин най-

більша на ділянці старого лісу №3 (31,82%), молодих генеративних – на ділянці старого лісу №4 (40%), отже дані популяції є лівосторонніми. Частка середніх і старих генеративних – на ділянках молодого лісу №1 і №2 (31,25% і 34,33% відповідно) (табл. 2).

Отже, значна частина особин молодого генеративного стану представлена у популяціях *A. euoraeum*, що зростає у пралісі. Натомість у молодняках, що представлені 40- та 70-річними деревами, центральна частина онтогенетичного спектру відповідає особинам середньо-генеративного та зрілого генеративного станів (табл. 2).

Таблиця 2

Частка зразків рослин різних онтогенетичних станів (%)

Онтогенетичні стани	Досліджувані ділянки			
	№1	№2	№3	№4
p	4,69	0,00	3,03	0,00
j	6,25	5,97	7,58	0,00
im	9,38	8,96	22,73	3,33
v	23,44	17,91	31,82	16,67
g1	18,75	14,93	4,55	40,00
g2	31,25	11,94	16,67	15,00
g3	4,69	34,33	10,61	21,67
ss	1,56	4,48	3,03	3,33
s	0,00	1,49	0,00	0,00
Разом	100	100	100	100

Узагальнюючі онтогенетичні індекси показують, що на всіх ділянках, крім ділянки №3, значення індексів генеративності перевищують індекси відновлюваності. Найвищі індекси відновлюваності встановлено на ділянці №3 (65,15% за І.М. Коваленком і 195,24% – за Л.І. Воронцовою). Досліджено також, що на ділянці №3 популяція *A. euoraeum* є молодого, тоді як на ділянці

Значення онтогенетичних індексів популяцій *Asarum europaeum* L.

Онтогенетичні індекси		Одиниці виміру	Досліджувані ділянки			
			№1	№2	№3	№4
За Коваленком	Індекс відновлюваності	%	43,75	32,84	65,15	20,00
	Індекс старіння	%	6,25	40,30	13,64	25,00
	Індекс генеративності	%	54,69	61,19	31,82	76,67
	Індекс віковості	–	0,14 (переважають інвазійні процеси)	1,23 (переважають процеси деградації)	0,21 (переважають інвазійні процеси)	1,25 (переважають процеси деградації)
За Жуковою-Глотовою	Індекс відновлюваності	–	0,42	0,35	0,66	0,21
	Індекс старіння	–	0,02	0,06	0,03	0,03
	Індекс заміщення	–	0,69	0,49	1,78	0,25
за Воронцовою	Індекс відновлюваності	%	71,43	53,66	195,24	26,09
За Урановим	Індекс віковості	Δ	0,29	0,43	0,25	0,39
За Животовським	Індекс ефективності	Ω	0,62	0,62	0,48	0,72
Тип популяції						
за Т.О. Работновим			нормальна	нормальна	інвазійна	нормальна
за Л. О. Жуковою			нормальна	нормальна	нормальна	нормальна
за Л.А. Животовським			зріюча	перехідна	молода	зріла

Таблиця 4

Віталітетна структура популяцій *Asarum europaeum* L. у різних фітоценозах

Досліджувана ділянка	Відносна частка рослин певного класу віталітету			Значення індексу якості (Q)	Віталітетний тип популяції
	Вищого класу (A)	Проміжного класу (B)	Нижчого класу (C)		
№1	0,3571	0,1429	0,5000	0,2500	рівноважний
№3	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	процвітаючий
№4	0,1818	0,6364	0,1818	0,4091	процвітаючий
№5	0,2727	0,4545	0,2727	0,3636	процвітаючий

№1 – зріючою, №2 – перехідною, №4 – зрілою (за Л.А. Животовським). Тип популяції на ділянці №3 за Т.О. Работновим визначена як інвазійна, на всіх інших – нормальна (табл. 3).

За результатами віталітетного аналізу встановлено, що ділянки пралісу №3 та №4 представлені популяціями процвітаючого типу з індексами якості (Q) 0,3333 та 0,4091 відповідно, тоді як на ділянці молодого лісу №1 виявлено популяції рівноважного типу з індексом якості (Q) 0,2500 (табл. 4).

З таблиці видно, що на ділянках старого незайманого лісу № 3 і № 4 набагато більша частка особин *A. europaeum* проміжного класу віталітету, порівняно з ділянкою молодого лісу № 1: на ділянці №3 – у 2,3 рази, на ділянці №4 – у 4,4 рази. У той же час на ділянці молодого лісу спостерігається більша частка рослин нижчого класу: порівняно з ділянкою №3 – у 1,5 рази, порівняно з ділянкою №4 – у 2,8 разів.

Обговорення. Одним із наслідків тривалого антропогенного впливу на лісові екосистеми є відсутність усіх стадій розвитку в онтогенетичному циклі рослини. Дана тенденція є характерною для досліджуваних ділянок Геттінгенського лісу, окрім ділянок пралісу, де відбувається

«природний менеджмент» у форматі зміни стану лісових ярусів під дією абіотичних чинників (Zlobin, 1989).

Напрацьовано дані про обумовленість морфологічного стану рослин за умов їх зростання: з'ясовано, що зменшення розмірів особин і зменшення метамерів у них є відображенням адаптації рослин до стресових умов (Skliar et al., 2020). Дані висновки підтверджено і нашими дослідженнями.

Неповний онтогенетичний спектр популяцій досліджуваних видів, в яких відсутні особини окремих груп догенеративних і постгенеративних рослин, свідчить про значне порушення процесу зміни поколінь. Це один із наслідків тривалої техногенної діяльності у лісах, що було зафіксовано у лісових екосистемах Лівобережного Полісся України (Skliar et al., 2020). Про безпосередній вплив лісгосподарської діяльності на перебіг онтогенезу у популяціях *A. europaeum* на досліджуваних ділянках Геттінгенського лісу також свідчить неповночленність онтогенетичних спектрів.

Віталітетна структура *A. europaeum* є досить варіативною, тобто охоплює повну теоретично можливу шкалу значень цього коефіцієнта, що свідчить про чутливість структури життєдіяльності популяцій до

еколого-ценотичних умов і визначає високу інформативність віталітетного аналізу (Kovalenko, 2016a).

При проведенні факторного аналізу, який використаний для подальшого дослідження віталітету популяцій, ми встановили, що кожна із популяцій відрізняється набором із ключових морфопараметрів з найвищими коефіцієнтами парної кореляції Пірсона, тому робота з кожною популяцією окремо надало нам детальніше розуміння взаємозв'язків між ознаками (Zlobin et al., 2022; Kovalenko et al., 2017; Kovalenko, 2016a; Kovalenko, 2016b; Zlobin et al., 2008).

Висновки. На підставі отриманих результатів дослідження популяцій *A. europaeum* можна зробити висновок, що лісгосподарські роботи значно порушують трав'яний ярус лісових екосистем, знижують якість популяцій. Перспективою подальших досліджень є подальше застосування комплексного популяційного аналізу до популяцій *A. europaeum* Гет-

тінгенського лісу для оцінки ресурсного потенціалу виду, з метою охорони та збереження біорізноманіття лісових екосистем з урахуванням лісгосподарського користування.

Ценопопуляції *A. europaeum* на досліджуваних ділянках є неповночленими, а популяції, що локалізовані у пралісі (ділянки 3 та 4) є лівосторонніми, що вказує на реагування популяціями на дію екологічних чинників. Даний висновок спонукає до подальшого вивчення абіотичних чинників та їх кореляцію на визначені популяції.

У популяціях, досліджених на ділянках, які піддаються лісгосподарському впливу, спостерігається високий рівень генеративності, а у 67% популяцій представники *A. europaeum* належать до проміжного класу віталітету b. Популяція, що належить до ділянки пралісу, має високий рівень відновлюваності, а відносні частки рослин за класом віталітету розділилися порівну між трьома класами і становлять – 0,3333.

Бібліографічні посилання:

1. Bondarieva, L.M., Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.H., Tikhonova, O.M., Zhatova, H.O., & Bashtovyi, M. G. (2019). Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (2), 204–211.
2. Cao, S., Han, L., Li Y., Yao, S., Hou, S., Ma, S. S., Dai, W., Li J., Zhou, Z., Wang, Q. & Huang, F. (2020). Integrative transcriptomics and metabolomics analyses provide hepatotoxicity mechanisms of asarum. *Experimental and Therapeutic Medicine* 20.2 (2020), 1359–1370. doi: 10.3892/etm.2020.8811
3. Depauw, L., Perring, M., Landuyt, D., Maes, S., Blondeel, H., De Lombaerde, E., Brümelis, G., Brunet, J., Closset, D., Czerepko, J., Decocq, G., Ouden, J., Gawryś, R., Haerdtle, W., Hédli R., Heinken, T., Heinrichs, S., Jaroszewicz, B., Kopecký, M. & Verheyen, K. (2019). Light availability and land-use history drive biodiversity and functional changes in forest herb layer communities. *Journal of Ecology*, 108(4), July 2020, 1411–1425. doi: 10.1111/1365-2745.13339
4. Dierschke, H. & Becker, T. (2020). Jahre Dauerflächenuntersuchungen in einem Kalkbuchenwald -eine Zeitreihe. *Tuexenia* 40, 71–99. Göttingen. doi: 10.14471/2020.40.003
5. Dierschke, H., & Goedecke, F. (2021). Forty years of symphenological research in a submontane calcareous beech forest under the influence of climate change. *Fl. Medit.* 31 (Special Issue), 257–270.
6. Ellenberg, H. (1939). Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. – *Mitt. Florist.-soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen* 5: 1-135.
7. Grodzinskiy, A. (1992) *Lekarsvennyje rasteniia*. [Medical plants] *Ukrainskaia encyclopedia*, Kyiv (in Russian).
8. Hanze, L. & Changhong, W. (2022) The genus *Asarum*: A review on phytochemistry, ethnopharmacology, toxicology and pharmacokinetics, *Journal of Ethnopharmacology*, 282, 114642, ISSN 0378-8741. doi: 10.1016/j.jep.2021.114642
9. Hochmalová, M., Purwestri, R., Yongfeng, J. & Jarský, V. (2022). Demand for forest ecosystem services: a comparison study in selected areas in the Czech Republic and China. *European Journal of Forest Research* 141(11). doi: 10.1007/s10342-022-01478-0
10. Korchahin, A., Lavrenko, E. & Poniatovskaia, V. (1964) *Polevaya geobotanica*. [Field geobotany] *Nauka*, Moscow (in Russian).
11. a) Kovalenko, I. M. (2016). The formation and structure of clones of forest herbs in ecosystem of north-eastern Ukraine. *Geomatrics, Landmanagement and Landscape*, (2), 61–76.
12. b) Kovalenko, I. M. (2016). Reproduction in plants of grass and subshrub layer as a factor of the forest ecosystem stabilization. *Ecology and Noospherology*, 27(1–2), 34–41.
13. Kovalenko, I., Klymenko, H. & Hozhenko, K. (2017). Population analysis of *Asarum europaeum* in the Northeast of Ukraine. *Biosystems diversity*, 25(3), 2017, doi: 10.15421/011732
14. Kriebitzsch, W.-U. (1992) Der CO₂- und H₂O-Gasaustausch von Pflanzen in der Krautschicht eines Kalkbuchenwaldes in Abhängigkeit von Standortfaktoren. III.CO₂-Bilanzen und Netto-Primärproduktion. *Flora* 187, 135–158 (in Germany).
15. Kumar, H., Pandey, B. W. & Anand, S.(2022). Analyzing the Impacts of forest Ecosystem Services on Livelihood Security and Sustainability: A Case Study of Jim Corbett National Park in Uttarakhand. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 7(2). doi: 10.1016/j.ijgeop.2019.05.003
16. Kumar, P. & Mina, U. (2018). *Ecology and Environment, A short course*. Section 2. Pathfinder Publication, India.
17. Kyrylchuk, K.S., Piatkina, O.V. & Tebenko, Yu. M. (2022). Vplyv hospodarskykh navantazhen na reproduktsiiu populiatsii luchnykh vydiv bobovykh riznykh zhyttievyykh form. [The impact of economic loads on the reproduction of meadow species populations of legumes of different life forms] (in Ukrainian) *Zhurnal Zlobina Yuliana Andriiovycha*, 2022, 43.
18. Maseehullah, MD, Z., Mohammad, A., Munawwar Husain, M. & Munawwar Husain, K. «Ethno-pharmacology of *Asarum europaeum* (L.) with special reference to Unani System of Medicine» *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 19(2), 2022, 181–192. doi: 10.1515/jcim-2021-0021

19. Nelson, Taylor M. (2021) Influence on biodiversity on canopy process in a hardwood plantation forest ecosystem. Purdue University Graduate School. Thesis. doi: 10.25394/PGS.14502180
20. Prausová, R., Doležal, J., & Rejmánek, M. (2020). Nine decades of major compositional changes in a Central European beech forest protected area. *Plant Ecology*, 221(10), 1005–1016.
21. Roslan, M. S. & Nordin, S. (2022). Biodiversity Knowledge Retrieval Application Using Natural Language Processing Technique, 2022 Applied Informatics International Conference (AiiC), 143–147. doi: 10.1109/AiiC54368.2022.9914590
22. Schall, P., Heinrichs, S. & Ammer, C. (2020). Can multi-taxon diversity in European beech forest landscapes be increased by combining different management systems? *J Appl Ecol.* 2020; 57: 1363– 1375.
23. Schmidt, V. (1984) *Matematicheskie metody v botanike. [Math methods in botany]* (in Russian) Izdatelstvo Leningradskogo universiteta, Leningrad.
24. Schöttker, O. & Wätzold, F. (2022). Demand for forest ecosystem services: a comparison study in selected areas in the Czech Republic and China. *European Journal of Forest Research* 141(11). doi: 10.1007/s10640-022-00684-z
25. Skliar, V. G., Kyrylchuk, K.S., Tikhonova, O.M., Bondarieva, L.M., Zhatova, H., Klymenko, A., Bashtovyi, M. G. & Zubtsova, I. V. (2020) Ontogenetic structure of populations of forest-forming species of the Left-Bank Polissya of Ukraine. *Baltic Forestry* 26, 1–7. doi: 10.46490/BF441
26. Veste, M. & Kriebitzsch, W.-U. (2019). Photosyntheseverhalten der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) in milden Winter in Mitteleuropa: Ein ökophysiologischer Vorteil durch den Klimawandel? doi: 10.23765/afjz0002026
27. Zlobin, Yu. (1989) Prinzyipy i metody izucheniia cenoticheskikh populacij rastenij. [Principles and methods of plant cenopopulations investigation]. Izdatelstvo Kazanskogo universiteta, Kazan (in Russian).
28. Zlobin, Yu. (1989) Teoriia i practica ocenki vitalitnogo sostava cenopopulacij rastenij. [Theory and practice of vitality composition evaluation of plants coenopopulations] (in Russian) *Botanicheskij zhurnal*, 74(6), 769–780.
29. Zlobin, Yu. (2012) Computernye programmy dlia analiza populacij rastenij [Computer programs for plant populations analysis] *Visnyk SNAU: Agronomy and biology*, 2(23) (in Russian).
30. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. G. & Klymenko, G. O. (2022) *Biologija ta ekologija fitopopuliacij* [Biology and ecology of phytopopulations] Sumy: Universytetska knyga, 512 (in Ukrainian).
31. Zlobin, Yu., Skliar, V., Kovalenko, I. & Kyrylchuk, K. (2008) *Struktura populacij roslin: osnovni poniattia, metody, informatyvnyj.* [Structure of plants populations: main terms, methods, informativity] (in Ukrainian) *Visnyk SNAU: Agronomy and biology*, 10–11(14–15), 156–165.

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

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

Ontogenetic and vitality structure evaluation of asarum europaeum L. In Göttinger Wald, Low Saxony, Germany

*In the article population investigations are presented, conducted for the first time in Goettingen forest (Göttinger Wald), Low Saxony, Germany during 2021–2022. Five plant populations of *Asarum europaeum* L., were investigated at 5 plots with different age tree species located in managed forest and in virgin forest: plots №1 and №2 – young beech managed forest, tree species are under the age 40 and 70 respectively; plots №3, №4 – virgin beech forest, №5 – managed old beech forest. We conducted the evaluation of ontogenetic and vitality structures of aforementioned coenopopulations. During the research we used such methods as method of geobotanical description, morphometry method, complex vitality analysis, complex of statistical data analysis.*

*According to the morphometry results, the typical size characteristics of *A. europaeum* plants in each growing area were determined. It is shown that the main feature of the ontogenetic spectra of *A. europaeum* in areas differing in the frequency of anthropogenic influence is incompleteness. Summarizing ontogenetic indices shows that in all plots, except for plot №3, the values of the generativity indices exceed the renewability indices. The morphometry results established the highest indices of reproducibility on site No. 3.*

*The share of virgin plants is the largest in the old forest plot №3 – 31.82%, young generative plants – in the old forest plot No. 4 and is 40%. To assess vitality working with factor analysis, we determined critical morphoparameters for each population separately. A high level of generativity is observed in coenopopulations in areas where forestry activity is present. 67% of the populations of representatives of *A. europaeum* belong to the intermediate class of vitality b. The population in the primeval forest has a high level of regeneration, and the relative shares of plants according to the vitality class were divided equally between the three classes and are 0.3333. In plot №1, the largest share of plants belongs to the c-class of vitality and is 0.5, while in plots №4 and №5 the intermediate class of vitality dominates with indicators of 0.6364 and 0.4545, respectively.*

*Based on the research on the example of *A. europaeum*, it can be concluded that forestry operations significantly disturb the grass layer of forest ecosystems and reduce the quality of populations. According to the study results, the need for further study of populations was noted to obtain a full assessment of the consequences of forestry use in the Göttingen Forest.*

Key words: population analysis, beech forest, vitality analysis, *Asarum europaeum* L., ontogenetic structure.