

Видається з 1996 року
Засновник і видавець
Сумський національний
аграрний університет
Реєстраційне свідоцтво
КВ № 23688-13528 Р від 21.11.2018 р.

Редакційна колегія серії

Коваленко І. М., д.б.н., професор, головний редактор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Власенко В. А., д.с.-г.н., професор, заступник головного редактора, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Кирильчук К. С., к.б.н., доцент, відповідальний секретар, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Ліпса Флорин Деніел, к.с.-г.н., доцент, Університет сільського господарства та ветеринарної медицини (Румунія)

Русу Теодор, д.с.-г.н., професор, Університет сільського господарства та ветеринарної медицини (Румунія)

Тунгуз Весна, к.с.-г.н., доцент, Університет Східного Сараєво (Боснія і Герцеговина)

Мен Фаньхуа, к.с.-г.н., головний науковий співробітник, НДІ зернових культур Академії аграрних наук Китаю (КНР)

Сметанська І. М., к.с.-г.н., д.інж.наук, професор, Університет прикладних наук Вайнштефан-Трісдорф (Німеччина)

Кашпар Ян, к.б.н., доцент, Чеський університет природничих наук (Чеська республіка)

Сопотлісва Десіслава, к.б.н., головний науковий співробітник, Інститут досліджень біорізноманіття та екосистем, Болгарська академія наук (Болгарія)

Данилик І. М., д.б.н., ст.н.с., провідний науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України (Україна)

Дегтярьов В. В., д.с.-г.н., професор, Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва (Україна)

Дубина Д. В., д.б.н., професор, головний науковий співробітник, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (Україна)

Захарченко Е. А., к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Злобін Ю. А., д.б.н., професор, Почесний професор кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету, (Україна)

Клименко Г. О., к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Куземко А. А., д.б.н., професор, ст.н.с., Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, відділ геоботаніки і екології (Україна)

Лихолат О. А., д.б.н., ст.н.с., професор, Університет митної справи та фінансів (Україна)

Мельник А. В., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Мельничук С. Д., д.б.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Міністерство освіти і науки України

ВІСНИК СУМСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Виходить 4 рази на рік

Серія "Агрономія і біологія"

Випуск 3 (37), 2019

- Бакуменко О. М., Власенко В. А., Осьмачко О. М., Мен Фаньхуа, Чжоу Чіань** Селекційна оцінка сучасного китайського сортименту пшениці м'якої озимої в умовах північно-східного Лісостепу України 3
- Верещакін І. В., Кандиба Н. М., Кривошеєва Л. М.** Застосування растрової електронної мікроскопії у цитогістологічних дослідженнях сортів льону-довгунця 12
- Данильченко О. М., Радченко М. В., Глупак З. І.** Ефективність бактеріальних препаратів в агроценозах гороху в умовах північно-східного Лісостепу України 18
- Мельник А. В., Жердецька С. В., Алі Ш., Шаббір Г., Бутенко С. О.** Вплив позакореневого підживлення на продуктивність гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України 24
- Подгаєцький А. А., Кравченко Н. В., Гнітецький М. О.** Проростання гібридного насіння картоплі під впливом радіаційного опромінення 29
- Радченко М. В., Глупак З. І., Данильченко О. М.** Вирощування міскантусу в умовах Північно-Східної частини Лісостепу України 36
- Fu Yuanzhi, Wu Liuliu, Trotsenko V., Zhatova H.** Screening of variety collections of sunflower and winter wheat for Cadmium low accumulation 42
- Зубцова І. В., Скляр В. Г.** Розмірні характеристики рослин та популяцій *Leonurus villosus* Desf. ex Spreng spreng. на заплавах луках Крелевецько-Глухівського геоботанічного району 47
- Пеньковська Л. В.** Особливості онтогенетичної структури ценопопуляцій *Helichrysum arenarium* L. (Asteraceae) у різних фітоценозах Шосткинського геоботанічного району Сумської області (Україна) 56
- Шерстюк М. Ю., Скляр В. Г., Скляр Ю. Л., Хе Сонгтао** Комплексний популяційний аналіз як напрямок сучасних біолого-екологічних досліджень 61

Оничко В. І., к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Подгасцький А. А., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Скляр В. Г., д.б.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Скляр Ю. Л., к.б.н., доцент, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, (Україна)

Троценко В. І., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Федорчук М. І., д.с.-г.н., професор, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв (Україна)

Хаблак С. Г., д.б.н., доцент, AGR group, (Україна)

Харченко О. В., д.с.-г.н., професор, Сумський національний аграрний університет, (Україна)

Ярошук Р. А., к.с.-г.н., доцент, Сумський національний аграрний університет (Україна)

Згідно наказу МОН від 09.03.2016 р. № 241 серію «Агрономія і біологія» наукового журналу «Вісник Сумського національного аграрного університету» визнано фаховим виданням.

Науковий журнал «Вісник Сумського національного аграрного університету» індексується в Міжнародних наукометричних базах Index Copernicus, РИНЦ

Матеріали журналу знаходяться у вільному доступі на сайті <https://snau.edu.ua>

Усі статті проходять процедуру таємного рецензування. До публікації в журналі не допускаються матеріали, якщо є достатньо підстав вважати, що вони є плагіатом. Відповідальність за точність наведених даних і цитат покладається на авторів. Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

У разі цитування посилання на «Вісник Сумського національного аграрного університету» обов'язкове

Друкується згідно з рішенням вченої ради Сумського національного аграрного університету (Протокол №2 від 30.09.2019 р.)

Адреса видавця та виготовлювача:
40021, м. Суми,
вул. Г. Кондратьєва, 160
Телефон: (0542)70-10-42
E-mail: visnyk.snau@gmail.com
<https://snau.edu.ua>

Тираж 300 пр.
Зам. №4.

© Сумський національний аграрний університет, 2019

СЕЛЕКЦІЙНА ОЦІНКА СУЧАСНОГО КИТАЙСЬКОГО СОРТИМЕНТУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Бакуменко Ольга Миколаївна

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1625-7401
lady.bakumenko@email.ua

Власенко Володимир Анатолійович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-5535-6747
vlaskenkova@ukr.net

Осьмачко Олена Миколаївна

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-0591-2650
lenaosmachko1978@ukr.net

Мен Фаньхуа

кандидат сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник
НДІ зернових культур Академії аграрних наук Китаю, м. Пекін, КНР
ORCID: 0000-0002-2813-3791
mengfanhua@caas.cn

Чжоу Чіань

кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії селекції пшениці
Академія аграрних наук, м. Дінксі, КНР
ORCID: 0000-0002-8315-2020
dxzhougindmai@126.com

Експериментальні дослідження проводились упродовж 2012–2016 рр. у селекційній сівозміні Сумського національного аграрного університету. Матеріалом для проведення досліджень слугували 50 зразків пшениці м'якої озимої китайського сортименту: ультраранніх – 10 %; ранньостиглих – 54 %; середньоранніх – 12 %; середньостиглих – 24 %. За рівнем зимостійкості всі групи інтродукованих сортів поступалися стандарту (сорт Подолянка), хоча і мали значний рівень показника (6,4–7,9 балів). Досліджувані генотипи розподілилися на середньорослі форми – 22 %, напівкарликові – 64 % та карликові – 14 %. Спостерігалася пряма залежність між: групою стиглості → висотою рослин ($r = 0,96$) → стійкістю до перезимівлі ($r = 0,78$) → групою стиглості ($r = 0,92$). За комплексом досліджуваних ознак виділилося 16 % досліджуваних сортів – DF529, Shijiazhuang 8, Longzhong 3, Longzhong 10, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 12, Longzhong 2.

Ключові слова: генотип, групи стиглості, висота рослин, зимостійкість, стійкість проти хвороб, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.1>

Вступ. Важливе місце у вирішенні задач сучасного сільського господарства займає створення і широке використання сортів пшениці м'якої, які б відповідали вимогам виробництва [1]. Це означає, що рослини цих сортів повинні успішно протистояти несприятливим зовнішнім факторам, а також з максимальною ефективністю використовувати сприятливі умови середовища. Без сортів, які відповідають усім основним сучасним потребам сільськогосподарського виробництва, неможливий інноваційний прогрес у сільському господарстві [2]. Тому, актуальним є проведення досліджень китайського сортименту пшениці м'якої озимої в умовах північно-східного Лісостепу та виявлення перспективних генотипів для селекційної роботи за комплексом господарсько-цінних ознак, залежно від мінливості агрокліматичних та біологічних чинників [3].

Різноманіття ґрунтово-кліматичних умов у різних регіонах вирощування пшениці озимої призводить до значних варіювань урожайності як у просторі, так і у часі [4]. Ця проблема виникає через прояв несприятливих погодних умов для вирощування пшениці в Європі, що відбувається внаслідок зміни клімату. Виникає необхідність докладання зусиль селекціонерів до створення нових сортів, не тільки високопродуктивних але й таких, які забезпечуватимуть стабільність врожаю в різних агрокліматичних умовах [5]. Дослідження, проведені рядом авторів, надають корисну інформацію для розуміння агрономічних і фізіологічних механізмів, які відповідають за стабільність урожайності [6–8]. Отже, різноманітні сорти можуть демонструвати контрастні реакції на умови оточуючого середовища як наслідок їхньої взаємодії.

Основною запорукою створення сучасних високопро-

дуктивних, адаптивних сортів, безумовно, є вихідний матеріал. Селекційна практика підтверджує необхідність ціленаправленого пошуку цінних батьківських форм серед світового різноманіття рослин [9, 10]. Мобілізація світових ресурсів рослин для збереження на нашій планеті біорізноманіття й активне використання цих ресурсів, як вихідного матеріалу для селекційної роботи, є основоположною ідеєю М. І. Вавилова [11]. Історичний досвід людства і сучасність переконливо довели, що необхідною умовою ефективного розвитку сільського господарства і суміжних галузей економіки, а також науки та освіти у будь-якій країні є широке залучення й випробування цінних зразків іноземного генофонду рослин [12, 13].

Особливої уваги для селекції представляє можливість використання генетичного потенціалу пшениць Китаю. Вважається, що Китай є вторинним центром для пшениці, а китайський підвид м'яких пшениць занесений, мабуть, з Індії, про що свідчить деяка схожість з індійським типом [11]. Вивчаючи родоводи кращих іноземних пшениць, М. І. Вавилов помітив, що чудові за врожайністю італійські сорти, створені на початку ХХ століття селекціонером Стрампеллі (зокрема – Ardito) за участі китайських форм, мають явні ознаки подібності – низькорослість, прискорене наливання зерна, імунітет до бурї і ржі, багатоквітковість, своєрідну жовтизну при дозріванні колоса і соломи. Аналіз родоводів сучасного сортименту китайських пшениць показав, що їхня геноплазма складається у більшості з місцевого селекційного матеріалу. При цьому в своїй роботі більшість китайських селекціонерів першорядне значення надають скоростиглості, оскільки перед ними стоїть виробниче завдання – одержувати два врожаї зерна за 1 рік (головним чином – пшениці і кукурудзи) [14, 15]. Тому в створеному ними новому генофонді вельми рідко присутня зарубіжна геноплазма, хоча географічно віддалені міжсортіві схрещування проводились, і досить часто останнім часом при цьому використовувались європейські сорти, у тому числі з колишнього СРСР – Аврора, Кавказ, Безоста 1, Безоста 4, Скороспілка 1, Скороспілка 2, Скороспілка 3, Еритроспермум 841, Лютесценс 329. Окрім цього, використовувалася і геноплазма українських сортів, а саме – Українка 0246, Миронівська 808, Одеська 3, Одеська 16 [14].

Оскільки, історичний досвід людства і сучасність переконливо доводять, що необхідною умовою ефективного розвитку сільського господарства і суміжних галузей економіки, а також науки і освіти у будь-якій країні є широке залучення і випробування цінних зразків іноземного генофонду рослин [16], то метою нашої роботи було дослідження та оцінка китайського сортименту пшениці в умовах лівобережного північно-східного Лісостепу України та відбір перспективних зразків з групою селекційно-цінних ознак для проведення схрещувань і отримання об'єднаного генетичного потенціалу кращих сортів пшениці українського та китайського походжень.

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дослідження проводились упродовж 2012–2016 рр. у селекційній сівозміні Сумського національного аграрного університету (СНАУ) Міністерства освіти і науки України. СНАУ територіально розташований на околиці міста Суми, що входить до північно-східної частини лівобережного Лісостепу України. Ґрунти дослідного поля СНАУ – чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий з високою та середньою забезпеченістю елементами мінерального живлення. Уміст гумусу становить близько 3,9 %. Реакція

ґрунтового розчину нейтральна (5,8). Легкодоступного азоту – 87 мг, фосфору – 109 мг і обмінного калію – 100 мг на 1 кг ґрунту [17]. Для забезпечення рослин фізіологічно необхідними поживними речовинами восени у рядки при сівбі вносили повну норму азотних, фосфорних і калійних добрив (нітроамофоска – $N_{16}P_{16}K_{16}$) в розрахунок 60 кг діючої речовини на га. По мерзлоталому ґрунту посіви пшениці підживлювали селітрою (N_{34}) з розрахунок 30 кг/га діючої речовини.

В цілому можна стверджувати, що ґрунтові умови дослідного поля СНАУ є типовими для зони, що дозволяє реалізувати генетично обумовлений потенціал продуктивності сортів пшениці озимої та визначити їх адаптивний потенціал.

Аналіз погодних умов 2012–2016 років досліджень проведений на основі щорічних даних, що надавались метеостанцією Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН, розташованою у п'яти кілометрах від дослідного поля СНАУ. Землі СНАУ віднесені до другого агрокліматичного району Сумської області, який за багаторічними даними характеризується помірним, континентальним кліматом з теплим літом і не дуже холодною зимою з відлигами. На території області відсутні великі водні басейни, які б впливали на клімат у цілому, чи на його окремі елементи. За середніми багаторічними даними найбільш холодними місяцями є січень і лютий, а теплим – липень і серпень. Абсолютний мінімум температур повітря найчастіше за роками має місце в січні, а максимум – серпні. Середньодобова (середньорічна) температура повітря впродовж 2012–2016 рр. коливалась від +7,9 до +9,5 °С, а тривалість безморозного періоду близька до 230 днів. За середнім багаторічним показником випадає у межах 597–600 мм опадів, причому більша частина – у теплий період (квітень-жовтень).

Загалом, погодні умови за періоди вирощування пшениці озимої відхилялися від середньобагаторічних показників як за кліматичною нормою, так і опадами та їх розподілом впродовж року. Слід зазначити перевищення температур до середнього багаторічного показника, а також і незначне збільшення опадів. Загалом це сприяло всебічній оцінці досліджуваних китайських сортів за адаптивною здатністю в умовах України.

Матеріалом для проведення досліджень слугували зразки пшениці м'якої озимої китайського сортименту, які поступили від проведених В. А. Власенком експедиційних зборів у Китаї, у провінціях Гансу і Хебей (2000–2012 рр.) При дослідженні для порівняння використовували сорт Подолянка (національний стандарт). Сівбу здійснювали в оптимальні строки ручною сівалкою СР-1 у 3-кратній повторності. Норма висіву насіння склала 5 млн. шт./га. Площа ділянки 1 м², попередник – гречка. Рослини збирали вручну в фазу повної стиглості зерна. Фенологічні спостереження, обліки і оцінки, збирання врожаю проводили згідно загальноприйнятих методик [18, 19]. Визначали належність досліджуваних сортів до різних груп стиглості, їх зимостійкість, стійкість до хвороб [20, 21]. Дослідження виконувалися з використанням лабораторних, польових та математично-статистичних методів [22].

Результати та їх обговорення. У дослідженнях за тривалістю вегетаційного періоду від повних сходів до повного колосіння зразки розподілились на чотири групи. При цьому, за даними досліджень у середньостиглого сорту-стандарту Подолянка, вегетаційний період тривав 229 днів. За

вегетаційним періодом різниця між групами стиглості досліджуваних сортів, складала 4 доби. Так, період ультраранніх сортів був 218 і менше діб (RS 526, DF 526, RS 6079, RS 6075, RS 412), ранніх – 219–222 (Lankao 906, DF529, RS 718, DF581, CA0175, Zhongmai 9, Shixin 733, Shi 4185, Jimai 22, Jing 411, Lunxuan 518, Jimai 19, Shimai 12, Pekin KMS-2012, DF549, DF425, Jinan 17 RS 6076, RS 6125, DF 401, Duto 1081, DF 549, RS 6049, DF412, RS 6024, RS 6052, RS 6102), середньоранніх – 223–226 (Jingdong 8, Zhongmai 19, Jingdong 8, Longzhong 9, Longzhong 10, RS 987), середньостиглих – 227–230 (Longzhong 1, Longzhong 3, Longzhong 2, Longzhong 5, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 6, Longzhong 8, Longzhong 11, NSA 97-2082, Longzhong 12, RS6018).

За рівнем зимостійкості (табл. 1) всі групи інтродукованих сортів поступалися стандарту, хоча і мали значний рівень показника (6,4–7,9 за 9-бальною шкалою). Майже не поступалися (<0,1 бал) стандарту за рівнем перезимівлі генотипи, віднесені до групи середньостиглих зразків. Ранньостиглий сорт LanKao 906 перевищував стандарт за адаптованістю до умов зими в Лісостепу України і мав найвищий (9,0) бал у досліді. Найнижчий рівень до несприятливих умов зими виявлено в ультрараннього сорту RS 6075 (бал 3,0). Загалом, китайський сортимент у польових умовах СНАУ характеризувався порівняно задовільною зимостійкістю. Перезимували на рівні стандарту з оцінкою 8 балів 52 % досліджуваних зразків, з них: ультраранні – 2 %; ранньостиглі – 20 %; середньоранні – 8%; середньостиглі – 22 %.

Таблиця 1

Рівень зимостійкості та висоти рослин інтродукованих зразків з Китаю в умовах північно-східного Лісостепу України, середнє за 2012–2016 рр.

Група стиглості сортів	Кількість зразків пшениці м'якої озимої (шт.) за рівнем зимостійкості					\bar{X} по групі, бал	Висота рослин						
	бал 9-8	бал 7-6	бал 5-4	бал 3-2	бал 1		\bar{X} за групами, см	кількість зразків за групами, шт			Ліміти, см		
								К	ПК	СП	мін	мак	
Подольнка St	-					8,0	92,0						
Ультраранні	1	3	-	1	-	6,4	53,2	1	4	-	42	63	
Ранньостиглі	11	16	-	-	-	7,4	55,0	6	21	-	46	68	
Середньоранні	4	2	-	-	-	7,7	68,1	-	4	2	54	86	
Середньостиглі	11	1	-	-	-	7,9	83,5	-	3	9	55	100	

Примітка: \bar{x} – середнє арифметичне; *мін* – мінімальне, *мак* – максимальне значення ознаки по досліді; К – карлик; НК – напівкарлик; СП – середньорослий.

Окрім зимостійкості досліджувані генотипи характеризувалися позитивною характеристикою ще за однією селекційно важливою вегетативною ознакою. Так, за висотою рослин виявлено велику амплітуду коливань: від карликових (30–50 см) до середньорослих (81–110 см) форм. До групи середньорослих, що були на рівні Подольнки, належить 22 % досліджуваних форм. Для переважної частини китайського сортименту в умовах СНАУ характерна напівкарликовість (64 %) за висоти рослин в інтервалі 51–80 см. До групи карликів належать 14 % досліджуваних зразків. Реалізацію високого генетичного потенціалу (понад 8–10 т/га) вірогідно, забезпечують тільки генотипи з міцним та коротким стеблом. Оптимальною висотою рослин, яка забезпечує найвищий рівень урожайності, стійкість до несприятливих умов середовища може бути 91–100 см. Це підтверджується нашими дослідженнями. У групі середньорослих сортів бал зимостійкості вищий (7,9–8,0), а зі зниженням висоти стійкість до умов перезимівлі зменшується. Це зумовлено також і групою стиглості сортів, оскільки спостерігається пряма кореляційна за-

лежність (показник r) між: групою стиглості → висотою рослин ($r = 0,96$) → стійкістю до перезимівлі ($r = 0,78$) → групою стиглості ($r = 0,92$). Тобто, чим коротший період вегетації генотипу тим нижча висота рослин та бал перезимівлі рослин. У наших дослідіх коефіцієнт кореляції близький до +1, що свідчить про тісний прямолінійний кореляційний зв'язок (майже функціональний), між групою стиглості → висотою рослин → зимостійкістю.

За допомогою дисперсійного аналізу оцінки стійкості проти хвороб та урожайності була визначена достовірність вкладів чинників, що впливали на прояв ознак. Виявлено різну норму реакції у генотипів залежно від груп стиглості, урожайності та стійкості проти хвороб при дії різного екоградієнту у роки вирощування культури. Довірчий рівень був меншим 0,02 % рівня значимості впливу генотипу та екоградієнту. Цим доводиться, що обидва фактори (генотип і екоградієнт), мали вплив на досліджувані показники з 100 % імовірністю отже, різні сорти та умови року істотно значуще впливають на стійкість проти хвороб і урожайність (табл. 2).

Стойкість проти листових хвороб та урожайність сортів пшениці м'якої озимої китайського походження в умовах СНАУ, середнє за 2012–2016 рр.

Група стиглості генотипів	Кіл-ть сортів у групі, шт.	Стойкість до хвороб, бал				Урожайність, т/га			
		Борошниста роса	Септоріоз	Бура іржа	\bar{X}	\bar{X} за групами	ліміти		R
							min	max	
Подолянка (St)	St	6,1	5,5	6,1	5,9	5,9	5,5	6,0	0,5
Ультраранні	5	5,8	2,8	3,3	4,0	6,1	5,8	6,4	0,6
Ранньостиглі	27	5,9	4,9	6,3	5,7	5,7	5,2	6,3	1,1
Середньоранні	6	6,5	5,6	6,9	6,3	6,4	5,9	6,9	1,0
Середньостиглі	13	7,1	6,4	6,4	6,7	7,9	7,6	8,1	0,5
Хд	-	6,4	4,9	5,7	5,8	6,4	6,0	6,7	0,7
НІР ₀₅ / р	Вплив генотипу	0,54 / 0,00	0,47 / 0,00	0,69 / 0,00		0,36 / 0,00			
	Вплив екоградієнту	0,18 / 0,00	0,16 / 0,00	0,23 / 0,02		0,12 / 0,00			
	Взаємодія екоградієнту+ генотип	0,93 / 0,94	0,82 / 0,77	1,19 / 0,99		0,63 / 0,36			

Примітка: \bar{x} – середнє арифметичне; Хд – середнє у досліді; R – розмах варіювання ознаки; min – мінімальне, max – максимальне значення ознаки по досліді; р – довірчий рівень.

Проведений нами аналіз чотирьох груп стиглості показує, що найвищий бал стійкості (понад 3) проти борошнистої роси, порівняно з сортом стандартом, виявлено в генотипів середньоранньої і середньостиглої групи (бал 6,5–7,1). Ультраранні та ранньостиглі сорти поступалися сорту стандарту на 0,2–0,3 бали та середньому значенню по досліді на 0,5–0,6 балів. Такі ж результати виявлено і за септоріозом. Проти бурі іржі кращими за сорт-стандарт виявилися сорти ранньостиглої (на 0,2 бали), середньоранньої (0,8) і середньостиглої (0,3) групи. Сорт-стандарт Подолянка характеризувався вищесередньою стійкістю проти борошнистої роси. Перевищували стандарт 61,5 % досліджуваних сортів, з них: 5,8 % – ультраранні; 26,9 % – ранньостиглі; 7,7 % – середньоранні; 21,2 % – середньостиглі. За стійкістю проти бурі іржі, перевищували стандарт 59 % досліджуваних генотипів, з них група сортів: 1,9 % – ультраранні; 32,7 % – ранньостиглі; 9,6 % – середньоранні; 15,4 – середньостиглі. За стійкістю проти септоріозу кращими за Подолянку виявилися 46,2 % досліджуваних генотипів, з них: 19,2 % – ранньостиглі; 7,7 % – середньоранні; 19,2 % – середньостиглі. Отже, скоростиглість не зумовлювала більш високу стійкість до листових хвороб.

Для сучасної селекції найбільшу цінність мають генотипи з високою стійкістю, або імунні до комплексу листових хвороб. Серед досліджуваних зразків високу стійкість проти групи хвороб мали: ранньостиглі – DF529, Jimai 22, DF581, CA0175, Zhongmai 9, Shixin 733, Shi 4185, Shimai 12, Lankao 906; середньоранні – Zhongmai 19, Shijiazhuang 8, Longzhong 10; середньостиглі – Longzhong 1, Longzhong 3, Longzhong 7, Longzhong 2, Longzhong 12, Longzhong 4. Вище перераховані сорти можна рекомендувати для подальшої селекційної роботи як джерела стійкості до комплексу листових хвороб.

У досліджуваних генотипів за роками урожайність варіювала від 5,2 (ранньостиглі сорти) до 8,1 т/га (середньостиглі сорти). Середнє популяційне значення ознаки складало

6,4 т/га. Цей показник вказує на адаптивний оптимум урожайності культури, яку представляють сорти китайського походження в умовах північно-східного Лісостепу України. Перевищення його вказує на вищий рівень адаптивності генотипу в умовах досліджень, оскільки більше наближається до більш повної реалізації рівня генетичного потенціалу. Необхідно відмітити, що на рівні середнього популяційного значення виявилися сорти середньоранньої групи, а кращими – на 2 т/га – середньостиглі генотипи. При цьому, стандарту істотно поступалися лише сорти ультраранньої групи. Це вказує на те, що попри недостатній адаптивний потенціал, китайський сортимент характеризується доволі високим рівнем потенційної урожайності.

Розмах варіювання за урожайністю впродовж років досліджень становив 0,5–1,1 т/га. Найменший його показник спостерігався в сортів середньостиглої групи за урожайності 7,9 т/га. Найбільший розмах варіювання досліджуваної ознаки зафіксовано в групі ранньостиглих сортів за урожайності 5,7 т/га (табл. 3).

Серед досліджуваних зразків достовірно кращими за врожайністю від сорту стандарт (НІР₀₅ = 1,01) виявились генотипи: ранньостиглі – DF529, Jimai 19; середньоранні – Jingdong 8, Shijiazhuang 8, Longzhong 10; середньостиглі – Longzhong 12, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 3, Longzhong 5, Longzhong 8, Longzhong 11, Longzhong 7, NSA 97-2082. Зазначені генотипи можна рекомендувати для подальшої селекційної роботи, як джерела високої продуктивності. У результаті дослідження китайського сортименту були виділені джерела високої адаптивності з комплексом господарсько-цінних та селекційних ознак. Високу стійкість до перезимівлі, проти групи хвороб і врожайність проявили 16 % досліджуваних сортів – Longzhong 7, Shijiazhuang 8, Longzhong 10, DF529, Longzhong 4, Longzhong 3, Longzhong 12 Longzhong 2.

Параметри адаптивної здатності виділених джерел за комплексом цінних ознак в умовах CHAY, середнє 2012–2016 рр.

Сорт	Група стиглості	Група за висотою рослин	Зимостійкість (бал)	Стійкість до (бал)			Урожайність т/га
				борошністої роси	бурої іржі	септоріозу	
Shijiazhuang 8	середньоранній	НК	8	6,30	8,50	6,55	7,40
DF529	ранньостиглий	НК	7	8,60	6,30	6,48	7,38
Longzhong 2	середньостиглий	НК	8	7,10	8,43	6,47	7,06
Longzhong 3	середньостиглий	СР	8	7,17	8,47	6,65	7,53
Longzhong 4	середньостиглий	СР	8	8,53	7,30	7,57	9,18
Longzhong 7	середньостиглий	СР	8	8,50	6,47	7,00	9,21
Longzhong 10	середньостиглий	СР	8	7,37	6,97	6,50	7,24
Longzhong 12	середньостиглий	СР	8	8,70	8,47	6,50	10,37

Примітка: НК – напівкарлик; СР – середньорослий.

На основі проведених нами досліджень китайського сортименту було виділено вісім генотипів пшениці озимої, які вирізняються серед інших досліджуваних зразків високою селекційною цінністю. Більшість з них це сорти Longzhong з провінції Ганьсу, створені для умов II платформи рельєфу Китаю, яка знаходиться на висоті 1000–3000 м над рівнем моря і є більш наближеною до умов України за екоградієнтом, ніж умови провінції Хебей. Ці дані свідчать, що лімітуючим чинником врожайності при вирощуванні китайського сортименту є не потенційна врожайність, а здатність адаптуватися до певної ґрунтово-кліматичної зони. Отримані результати вказують на цінність генотипів, інтродукованих з Китаю, і є основою для використання їх у селекційному процесі та біотехнологічних дослідженнях. Проте, учені-селекціонери Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України [14, 15] при дослідженні інтродукованих з Китаю форм пшениці м'якої озимої і ярої отримали дещо інший результат. Ними було виявлено, що більшість зразків, які вони досліджували, у польових умовах мали незадовільну оцінку за зимостійкістю та стійкістю проти хвороб; багато таких серед представників східних і особливо – центральних провінцій Китаю. Хоча, основними лімітуючими факторами в умовах центрального Лісостепу України у структурі адаптивного потенціалу сортів пшениці озимої є зимо- і морозостійкість, тривалість вегетаційного періоду, стійкість проти хвороб, які і визначають напрям селекції [23, 24].

У 2012–2015 рр. на науково-дослідному полі Сумського НАУ проводили дослідження китайського сортименту пшениці м'якої озимої за стійкістю до бурої іржі. У результаті досліджень виявлено, що генетичне походження сорту найбільше впливає на його стійкість до бурої іржі. На резистентність пшениці озимої істотно впливає кліматична норма вегетаційного періоду. Найбільш цінними генотипами за стійкістю до бурої іржі, у дослідженнях науковців, виявилися: Longzhong 2, Shi 41, Shixin 733, Longzhong 1, RS 6076, RS 6052, RS 6024, RS 6102. Вище зазначені сорти проявили стабільну та високу стійкість (8–9 балів) упродовж років проведення експерименту [25].

Згідно літературних джерел [26], в умовах північно-східного Лісостепу України відмічається позитивний результат адаптивної здатності китайського сортименту. Досліджувані зразки проявили себе як високоінтенсивні в регіоні вирощування ($b_i = 0,9-1,4$) та екстенсивні сорти ($b_i = 0,3-4,5$ зі знаком «мінус»). Найбільшою стабільністю характеризувався сорт Longzhong 12 ($S^2_{di} = 0,1$). Інші інтродуковані з Китаю зра-

зки також виявили високу стабільність у досліджуваних умовах ($S^2_{di} = 0,2$). Також, китайський сортимент, виявив високу гомеостатичність ($H_{om} = 54,5-868,4$), максимальний показник зафіксований у сорту Shijiazhuang 8.

Цінним для селекційної практики є те, що 46 % сортів китайської пшениці містять у своєму генотипі 1BL/1RS транслокацію. Ці сорти є носіями гену стійкості *Pm8* і вирізняються високою вірулентністю до популяції борошністої роси та мають стабільний прояв стійкості до 94 % [27]. Дослідження доводять, що транслокаційні джерела різного генетичного та географічного походження використовуються у селекційних програмах в усьому світі для підвищення продуктивності, адаптивності та стійкості до хвороб і шкідників [28].

Отже, селекційна цінність сортів пшениці м'якої озимої китайського походження беззаперечна. Отримані результати досліджень різних вчених [29–31] у тому числі, і науковців Сумського національного аграрного університету показали, що для створення нових, більш адаптованих до навколишнього середовища сортів селекціонери мають надавати перевагу китайському сортименту для створення сортів пшениці озимої нового покоління.

Висновки. В умовах лівобережної частини північно-східного Лісостепу України (2012–2016 рр.) досліджено 50 нових ультраранніх – 10 %, ранньостиглих – 54 %, середньоранніх – 12 %, середньостиглих – 24 % сортів китайського походження. За рівнем зимостійкості всі групи інтродукованих сортів поступалися стандарту, хоча і мали значний рівень показника (6,4–7,9 балів). На рівні стандарту, з оцінкою 8 балів, виявлено 52 % досліджуваних зразків, з них: ультраранні – 2 %; ранньостиглі – 20 %; середньоранні – 8 %; середньостиглі – 22 %. За висотою рослин виявлено велику амплітуду коливань; від карликових (30–50 см) до середньорослих (81–110 см) форм. Досліджувані генотипи розподілилися на середньорослі форми – 22 %, напівкарликові – 64 % та карликові – 14 %. Спостерігалася пряма залежність між: групою стиглості → висотою рослин ($r = 0,96$) → стійкістю до перезимівлі ($r = 0,78$) → групою стиглості ($r = 0,92$). Чим коротший період вегетації генотипу, тим нижча висота рослин та бал перезимівлі рослин. Високу стійкість проти групи хвороб мали сорти: ранньостиглі – DF581, DF529, Lankao 906, Shi 4185, CA0175, Shixin 733, Jimai 22 Shimai 12, Zhongmai 9; середньоранні – Zhongmai 19, Shijia zhuang 8, Longzhong 10; середньостиглі – Longzhong 1, Longzhong 7, Longzhong 3, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 12. За врожайністю достовірно кращими за стандарт виявились генотипи: ранньостиглі – DF529, Jimai 19; середньоранні – Jingdong 8, Shijiazhuang 8,

Longzhong 10; середньостиглі – Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 3, Longzhong 5, Longzhong 8, Longzhong 7, Longzhong 12, Longzhong 11NSA 97-2082.

За комплексом досліджуваних ознак виділилися 16 % досліджуваних сортів – Shijiazhuang 8, DF529, Longzhong 12, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 3, Longzhong 10. Вони характеризуються високими показниками адаптивності та гомеостатичності (54,5–868,4), селекційної цінності (5,5–9,3), стабільності (0,2). Більшість цих генотипів походять з провінції Ганьсу, створені для умов II платформи рельєфу Китаю, яка знаходиться на висоті 1000–3000 м над рівнем моря. Лімітуючим факторам врожайності при вирощуванні китайського сортименту є не потенційна продуктивність, а здатність адаптуватися до ґрунтово-

кліматичної зони. Отримані результати показують цінність генотипів, інтродукованих з Китаю, і є основою для використання їх в селекційному процесі та біотехнологічних дослідженнях.

Перспективним продовженням досліджень є оцінка генотипів пшениці м'якої озимої з Китаю, які можуть забезпечити в умовах України високу адаптивність та підвищити рівень реалізації генетичного потенціалу пшениці озимої за продуктивністю, що відповідатиме нинішнім вимогам селекції відносно вихідного матеріалу та успішності як джерел та донорів ознак, які з'являються при об'єднанні геноплазм шляхом гібридизації.

Бібліографічні посилання:

1. Morhun, V. V., Havryliuk, M. M., Oksom, V. P., Morhun, B. V., & Pochynok, V. M. (2014). Vprovadzhennia u vyrobnytstvo novykh, stiikykh do stresovykh faktoriv, vysokoproduktyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi, stvorenykh na osnovi vykorystannia khromosomnoi inzhenerii ta marker-dopomizhnoi selektsii [Introduction of New, Stress Resistant, High-yielding Winter Wheat Varieties Based on Chromosome Engineering and Marker-Assisted Selection]. *Hauka ta innovatsiib*, 10(5), 40-48 (in Ukrainian).

2. Kolyuchyj, V. T., Vlasenko, V. A., & Borsuk, G. Yu. (2007). Selekcija, nasinnycztvo i tehnologiji vyroshhuvannja zernovykh kolosovykh kultur u Lisostepu Ukrayiny [Breeding, Seed Production and Technology of Growing Cereals in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Agrarna nauka, Kyiv* (in Ukrainian).

3. Vlasenko, V. A., Kolomyiecz, L. A., Basanecz, G. S., & Marynka, S. M. (2006). Charakter vplyvu gidrotermichnogo rezhymu na produkciyjnyj proces pshenytsi ozymoi ta shlyaxy pidvyshhennja adaptivnogo potencialu [Character of the Influence of Hydrothermal Regime on Winter Wheat Production Process and Ways of Increasing Adaptive Potential]. *Selekcija i nasinnycztvo. Harkiv*, 93, 198–207 (in Ukrainian).

4. Anderson, W. K. (2010). Closing the gap between actual and potential yield of rainfed wheat. The impacts of environment, management and cultivar. *Field Crops Research*, 116(1-2), 14–22.

5. Sadras, V. O., & Lawson, C. (2007). Genetic gain in yield and associated changes in phenotype, trait plasticity and competitive ability of South Australian wheat varieties released between 1958 and 2000. *Crop and Pasture Science*, 62 (7), 533–549.

6. Fanny, Á., & Luis, F. (2015). García del Moral b, Conxita Royoa, Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *Joan Subiraa, J. Subira et al. Europ. J. Agronomy*, 68, 78–88.

7. Al-Otayk, S. M. (2010). Performance of Yield and Stability of Wheat Genotypes under High Stress Environments of the Central Region of Saudi Arabia. *JKAU: Met., Env. & Arid Land Agric. Sci*, 21(1), 81–92.

8. Mohammadi, R., & Amri, A. (2008). Comparison of parametric and nonparametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. *Euphytica*, 159(3), 419–432.

9. Kirian, M. V., Kirian, V. M., & Pavlyk, S. A. (2011). Otsinka zrazkiv henofondu pshenytsi miakoi ozymoi, maloposhyrenykh vydiv i dykykh spivrodychiv na produktyvnist ta yakist zerna v umovakh Lisostepu Ukrainy [Evaluation of bread Winter Wheat, Low-Abundance and Wild-Type Wheat Gene Pool Samples for Grain Productivity and Quality in the Forest-Steppe Conditions of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4, 26–31 (in Ukrainian).

10. Bakumenko, O. M., Osmachko, O. M., & Vlasenko, V. A. (2015). Vplyv pshenychno-zhytnykh translokatsii 1AL/1RS i 1BL/1RS na elementy produktyvnosti v F₁ pshenytsi miakoi ozymoi [Influence of Wheat-Rye Translocations 1AL/1RS and 1BL/1RS on the Elements of Productivity in F₁ Winter Bread Wheat]. *Scientific Journal «ScienceRise»*, 12/1(17), 69–75 (in Ukrainian).

11. Vavilov, N. I. (1931). Rastitelnyie resursy Zemli i rabota VIRa po ih ispolzovaniyu [Earth's plant resources and Vavilov Institute of Plant Industry work on their use]. *Semenovodstvo*, 13(14), 6–10 (in Russian).

12. Kholod, S. M., Kirian, V. M., & Illichov, Yu. H. (2012). Introduksiino-karantynnyi rozsadnyk Ustymivskoi doslidnoi stantsii roslynnystva i yoho rol v introduktsii zrazkiv inozemnoho henofondu v Ukrainu [Introductory-Quarantine Nursery of the Ustimov Plant Research Station and its Role in the Introduction of Samples of Foreign Gene Pool in Ukraine]. *Henetychni resursy roslyn*, 10(11), 25–36 (in Ukrainian).

13. Lytvynenko, M. A., & Topal, M. M. (2015). Efekty translokatsii 1AL/1RS na stiikist do buroi ta steblovoi irzhi v umovakh pivdnia Ukrainy [Effects of 1AL/1RS Translocation on Resistance to Brown and Stem Rust in Southern Ukraine]. *Scientific Journal «ScienceRise»*, 2/1(7), 94–100 (in Ukrainian).

14. Vlasenko, V. A., Kolomiets, L. A., & Marinka, S. N. (2004). Selekcionnaya tsennost sovremennogo sortimenta pshenits Kitaya pri sozdanii sortov ozymoi pshenytsi v usloviyah Lesostepi Ukrainy [Breeding value of the modern assortment of wheat of China at creation of winter wheat varieties in the conditions of Forest-steppe of Ukraine]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy agrarnogo proizvodstva yuzhnogo regiona Rossii»*, 7-9 iyunya 2004 g. Rostov-na Donu, 136–141 (in Russian).

15. Vlasenko, V. A. (2008). Stvorennia vykhidnogo materialu dlia adaptivnoi selektsii i vyvedennia vysokoproduktyvnykh sortiv pshenytsi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Creation of Starting Material for Adaptive Breeding and Production of High-Yielding Wheat Varieties in the Conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Dysertatsiia na zdobuttia naukovooho stupenia doktora s.-h. nauk: 06.01.05*

– selektsiia roslyn, Myronivka-Bila Tserkva, 419 (in Ukrainian).

16. Lytvynenko, M. A. (2002). Osnovni vikhy naukovy-doslidnoi roboty v istorii viddilu selektsii ta nasinnnytstva pshenytsi [Major milestones of research work in the history of the breeding and wheat seed department]. Zb. nauk. pr. Seleksiino-henet. ins-tu, 3 (43), 9–21 (in Ukrainian).

17. Masalitin, P. V. (2004). Ahrokhimichniy ta ekonomichniy stan ornykh zemel Sumskoi oblasti [Agrochemical and Economic Status of Arable Lands of Sumy Region]. Naukovo-obgruntovana systema vedennia silskoho hospodarstva Sumskoi oblasti. VAT «SOD», Kozatskyi val, Sumy, 77–92 (in Ukrainian).

18. Metodyka Derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methods of State testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]: zahalna chastyna. Okhorona prav na sorty roslyn. Ofitsiyni biul. / Hol. red. Volkodav, V. V., (2003). Alefa, Kyiv, 1(3) (in Ukrainian).

19. Rudenko, M. I., Shitova, I. P., & Korneychuk, V. A. (1977). Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolektsii pshenitsy [Guidelines for the study of the world wheat collection]. Pod red. V. F. Dorofeeva. L (in Russian).

20. Babayants, L., Meshterhazi, A., & Behter, F. (1988). Metodika selektsii i otsenki ustoychivosti pshenitsy i yachmenya k boleznyam v stranah SEV [Methods of Selection and Evaluation of Wheat and Barley Resistance to Diseases in SEV Countries]. Praga (in Russian).

21. Babayants, O. V., (2011). Imunolohichna kharakterystyka roslynnykh resursiv pshenytsi ta obgruntuvannia henetychnoho zakhystu vid zbudnykiv khvorob hrybnoi etiologii u stepu Ukrainy [Immunological Characteristics of Wheat Plant Resources and Substantiation of Genetic Protection Against Pathogens of Fungal Etiology in the Steppe of Ukraine]: avtoref. dys. doktora biol. nauk.: 06.01.11. SHI-NATs NiS, Odesa (in Ukrainian).

22. Dosphehov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyita [Methods of Field Experience]. Agropromizdat, M (in Russian).

23. Kolomiets, L. A. (2007). Formuvannia adaptivnykh oznak mizhsortovymy hibritydamy pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) [Form of Adaptive Knowledge of the Variety of Wheat Hybrid Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.)]. Sortovvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn, 6, 26–34 (in Ukrainian).

24. Kolomiets, L. A., Humeniuk, O. V., Derhachov, O. L., & Koliadenko, S. S. (2018). Novyi sort pshenytsi miakoi ozymoi «Horlytsia myronivska» [A New Cultivar of Bread Winter Wheat " Horlytsia myronivska". Plant Varieties Studying and protection, 4(1), 21–27 (in Ukrainian).

25. Osmachko, O. M., & Vlasenko, V. A. (2016). Karakterystyka kytajskogo sortymentu pshenytsi myakoyi ozymoyi za stijkisty proty buroyi irzhi v umovax pivnichno-sxidnogo lisostepu [Characteristics of the Chinese Bread Winter Wheat Variety by Resistance to Brown Rust in the North-Eastern Forest-Steppe]. Visnyk Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu: naukovy zhurnal. Sumy, 9(32), 133–140 (in Ukrainian).

26. Vlasenko, V. A., Bakumenko, O. M., Osmachko, O. M., Burdulaniuk, A. O., Tatarynova, V. I., Demenko, V. M., Rozhkova, T. O., Yemets, O. M., Bilokopytov, V. I., Horbas, S. M., Meng Fanhua, & Zhou Qian. (2018). Ecological plasticity and adaptability of Chinese winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) under the conditions of North-East forest steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology, 8(4), 114–121.

27. Wang, Z. L., Li, L. H., He, Z. H., Duan, X. Y., Zhou, Y. L., Chen, X. M., Lillemo, M., Singh, R. P., Wang, H., & Xia, X. C. (2005). Seedling and adult plant resistance to powdery mildew in Chinese bread wheat cultivars and lines. The American Phytopathological Society, 89, 457–463.

28. Rona, Mahmud, Muhammed, Rezwani Kabir, Md Ekramul Hoque, & Md Abdullah Yousuf Akhond (2018). Assessment of some genetic attributes in wheat (*Triticum aestivum* L.) using gene-specific molecular markers. Agriculture and Natural Resources, 52 (1), 39–44.

29. Sun, Q. M., Zhou, R.H., Gao, L. F., Zhao, G.Y., & Jia, J.Z. (2009). The Characterization and Geographical Distribution of the Genes Responsible for Vernalization Requirement in Chinese Bread Wheat. Journal of Integrative Plant Biology, 51(4), 423–432.

30. Li-feng, Gao, Pan, Liu, Yan-chun, Gu, & Ji-zeng, Jia. (2014). Allelic Variation in Loci for Adaptive Response and Its Effect on Agronomical Traits in Chinese Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Integrative Agriculture, 13(7), 1469–1476.

31. Shulin, C., Junsen, W., Genwang, D., Long, C., Xiyong, C., Haixia, X., & Kehui, Z. (2018). Interactive effects of multiple vernalization (*Vrn-1*)- and photoperiod (*Ppd-1*)-related genes on the growth habit of bread wheat and their association with heading and flowering time. BMC Plant Biology, 18.

Bakumenko O. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Vlasenko V. A., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Osmachko O. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Meng Fanhua, PhD (Agricultural Sciences), Chief Researcher, Institute of Crops Science of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China

Zhou Qian, PhD (Agricultural Sciences), Head of Wheat Breeding Laboratory, Dingxi Academy of Agricultural Science,

BREEDING EVALUATION OF CHINESE BREAD WINTER WHEAT VARIETIES RECENT IN THE NORTHEASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Experimental researches had been carried out during 2012–2016 in the crop rotation of Sumy National Agrarian University (SNAU) of the Ministry of Education and Science of Ukraine. Soils on the experimental field of SNAU – black soil typical deep, non-humusful medium-loam with high and medium provision with elements of mineral nutrition. The humus content about 3.9 %. The reaction of the soil solution is close to neutral (5.8).

Вісник Сумського національного аграрного університету

Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (37), 2019

The analysis of the weather conditions of 2012–2016 researches was conducted on the basis of annual data provided by the meteorological station of the Institute of Agriculture of the North-East of the NAAS, located five kilometers from the experimental field of SNAU. The SNAU soils are classified in the second agro-climatic region of the Sumy region, which according to a long-term data is characterized by temperate continental climate with warm summers and not very cold winters with thaws. Average daily (average annual) air temperature during 2012–2016 fluctuated from +7.9 to +9.5 °C, and the length of the frost-free period was close to 230 days. Long-term indicator, precipitation falls within 597–600 mm, with most of it – in the warm period (April–October). In general, the weather conditions during the winter wheat vegetation periods differed from the average annual parameters of the temperature regime, the amount of precipitation and their monthly distribution. It should be noted the excess of temperature to the average long-term index, as well as a slight precipitation increasing. In general, it facilitated to a comprehensive evaluation of the studied Chinese varieties as for an adaptive ability under condition of Ukraine.

The samples of Chinese winter wheat varieties which originated from the expeditionary gatherings conducted by V. A. Vlasenko in Gansu and Hebei provinces in (2000–2012) were the material for conducting researches. The cultivar Podolianka (the standard) was used in the study for comparison. The research was carried out using field, laboratory and mathematical-statistical methods. Phenological observations and records, evaluation and harvesting were conducted in accordance with generally accepted methods.

The results of research as for adaptive potential of Chinese bread winter wheat varieties are presented. 50 new cultivars of Chinese origin were analyzed under the conditions of left-bank side of North-East Forest-Steppe of Ukraine: super-early varieties – 10 %; early ripening varieties – 54 %; middle-early varieties – 12 %; mid-ripening varieties – 24 %. As for the level of tolerance for winter conditions, all groups of alien crops were inferior to the standard (cultivar Podolyanka) though they had a great level of index (6.4–7.9 points). In general, Chinese cultivars under the conditions of the research were characterized by relatively satisfactory tolerance for winter conditions; 52 % of analyzed patterns wintered at the level of standard with 8 points. Among them: super-early varieties – 2 %; early ripening varieties – 20 %; middle-early varieties – 8 %; mid-ripening varieties – 22 %. As for the height of the plants we identified – from medium-sized (81–110 cm) forms to dwarf (30–50 cm). The analyzed genotypes divided into medium-sized forms – 22 %, dwarf forms – 14 % and semidwarf forms – 64 %. There was a direct relation between: a plant height → group of ripeness ($r = 0.96$) → group of ripeness ($r = 0.92$) → resistance to overwintering ($r = 0.78$). Among the analyzed patterns high resistance against a group of diseases had the varieties: middle-early genotypes – Longzhong 10, Zhong mai 19, Shijra zhuang 8; mid-ripening genotypes – Longzhong 1, Longzhong 3, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 12, Longzhong 7; early ripening genotypes – DF529, Lankao 906, DF581, CA0175, Zhongmai 9, Shi 4185, Jimai 22, Shixin 733, Shimai 12. As for the crop better than the standard: early ripening varieties – Jimai 19, DF529; middle-early varieties – Shijiazhuang 8, Longzhong 10, Jingdong 8; middle-early varieties – NSA 97-2082, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 5, Longzhong 8, Longzhong 12, Longzhong 11, Longzhong 3. 16 % of analyzed cultivars distinguished by the totality of researched characteristics – DF529, Shijiazhuang 8, Longzhong 3, Longzhong 10, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 12, Longzhong 2.

Key words: genotype, groups of ripeness, plants height, tolerance to winter conditions, resistance against diseases, crop productivity.

Бакуменко О. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Власенко В. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Осьмачко Е. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Мен Фаньхуа, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, НИИ зерновых культур Академии аграрных наук Китая, г. Пекин, КНР

Чжоу Чуань, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции пшеницы, Академия аграрных наук, г. Динкси, КНР

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО КИТАЙСКОГО СОРТИМЕНТА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Экспериментальные исследования проводились в течение 2012–2016 гг. в селекционном севообороте Сумского национального аграрного университета (СНАУ). Почвы опытного поля СНАУ – чернозем типичный глубокий малогумусный, среднесуглинистый с высокой и средней обеспеченностью элементами минерального питания. Содержание гумуса 3,9 %. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (5,8).

Анализ погодных условий 2012–2016 годов исследований проведен на основе ежегодных данных, которые представлялись метеостанцией Института сельского хозяйства Северо-Востока НААН, расположенной в пяти километрах от опытного поля СНАУ. Земли СНАУ отнесены ко второму агроклиматическому району Сумской области, который по многолетним данным характеризуется умеренным, континентальным климатом с теплым летом и не очень холодной зимой с оттепелями. Среднесуточная (среднегодовая) температура воздуха в течение 2012–2016 гг. колебалась от +7,9 до +9,5 °C, а продолжительность безморозного периода составляла около 230 дней. По среднему многолетнему показателю осадков выпадает в пределах 597–600 мм, причем большая часть – в теплый период (апреле-октябре). В общем, погодные условия за вегетационный период пшеницы озимой отличались от среднемноголетних показателей, как по температурному режиму, так и количеству атмосферных осадков и их распределению по месяцам. Следует отметить превышение температур по среднемноголетнему показателю, а также незначительное увеличение осадков. В целом,

это способствовало всесторонней оценке исследуемых китайских сортов по адаптивной способности в условиях Украины.

Материалом для проведения исследований послужили образцы пшеницы мягкой озимой китайского сортимента, поступившие в результате проведенных В. А. Власенко экспедиционных сборов в Китае, в провинциях Гансу и Хэбэй (2000–2012 гг.). В исследовании для сравнения использовали сорт Подолянка (стандарт). Исследования проводились с использованием полевых, лабораторных и математико-статистических методов. Фенологические наблюдения, учеты и оценки, сбор урожая проводили по общепринятым методикам.

В условиях левобережной части северо-восточной Лесостепи Украины исследовано 50 новых сортов китайского происхождения: ультраранних – 10 %, раннеспелых – 54 %, среднеранних – 12 %, среднеспелых – 24 %. По зимостойкости все группы интродуцированных сортов уступали стандарту (сорт Подолянка), хотя и имели значительный уровень показателя (6,4–7,9 баллов). В общем, китайский сортимент в условиях исследований характеризовался сравнительно удовлетворительной зимостойкостью, перезимовывали на уровне стандарта с оценкой 8 баллов 52 % исследуемых образцов, из них: ультраранние – 2 %; раннеспелые – 20 %; среднеранние – 8 %; среднеспелые – 22 %. По высоте растений обнаружено большую амплитуду колебаний от карликовых (30–50 см) до среднерослых (81–110 см) форм. Исследуемые генотипы разделились на среднерослые формы – 22 %, полукарликовые – 64 % и карликовые – 14 %. Наблюдалась прямая зависимость между: группой спелости ($r = 0,96$) → высотой растений ($r = 0,78$) → зимостойкостью ($r = 0,92$) → группой спелости. Среди исследуемых образцов высокую устойчивость против группы болезней имели сорта: раннеспелые – DF529, Lankao 906, DF581, CA0175, Zhongmai 9, Shi 4185, Jimai 22, Shixin 733, Shimai 12; среднеранние – Longzhong 10, Zhongmai 19, Shijra zhuang 8; среднеспелые – Longzhong 1, Longzhong 3, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 12, Longzhong 7. По урожайности достоверно лучше стандарта оказались генотипы: раннеспелые – Jimai 19, DF529; среднеранние – середньоранні – Shijazhuang 8, Longzhong 10, Jingdong 8; середньостиглі – среднеспелые – NSA 97-2082, Longzhong 2, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 5, Longzhong 8, Longzhong 12, Longzhong 11, Longzhong 3. Высокую зимостойкость, устойчивость против группы болезней и достаточную урожайность проявили 16 % исследуемых сортов – DF529, Shijazhuang 8, Longzhong 3, Longzhong 10, Longzhong 4, Longzhong 7, Longzhong 12, Longzhong 2.

Ключевые слова: генотип, группы спелости, высота растений, зимостойкость, устойчивость к болезням, урожайность.

Дата надходження до редакції: 09.08.2019 р.

ЗАСТОСУВАННЯ РАСТРОВОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МІКРОСКОПІЇ У ЦИТОГІСТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ СОРТІВ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

Верещагін Ігор Володимирович

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-6589-5138
igor_vereschahin1986@ukr.net

Кандиба Наталія Миколаївна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6548-3670
natnik08@meta.ua

Кривошеєва Лариса Михайлівна

кандидат сільськогосподарських наук., старший науковий співробітник
Інститут луб'яних культур НААН України, м. Глухів, Україна
ORCID: 0000-0001-6688-6930
krivosheeva_l_m@ukr.net

Стаття висвітлює проблему вилягання посівів льону-довгунця внаслідок несприятливих погодних умов. В якості об'єкта досліджень використовували сорти як української, так і зарубіжної селекції: Гладіатор, Мерулін, Журавка, Києвський 2. У статті викладено результати досліджень цито-гістологічної структури стебла сортів льону-довгунця різного ступеня стійкості до вилягання з використанням методу растрової електронної мікроскопії, представлено будову та характерні особливості зрізів гіпокотилля стебел рослин льону-довгунця, а також середню товщину клітинних стінок під'ям'ядольного коліна.

Ключові слова: льон-довгунець, сорт, механічні тканини, гіпокотиль, стійкість до вилягання.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.2>

Вступ. У переліку сільськогосподарських культур льон-довгунець займає важливе місце. Його волокно давало перший тканий одяг, а насіння – поживну олію. Льон-довгунець з давніх часів є традиційною прядивною культурою поліських та західних регіонів України. Він має великі перспективи багатоцільового промислового використання – отримання волокна для текстильної промисловості, високоякісної олії харчового, технічного і лікувального призначення, а також біологічно цінних харчових та кормових концентратів. Важливе значення цієї культури також у зміцненні економіки сільського господарства на бідних поліських ґрунтах [1].

Льон здатен давати високоякісне волокно, з якого виготовляють тканини різноманітного призначення – від тонких батистових і серветкових до брезентів та мішковини. Лляне волокно є найбільш цінним серед усіх відомих видів луб'яних волокон. Воно має добрі прядивні властивості завдяки своїй гнучкості, міцності, здатності добре розділятися на окремі волоконця. За розривним навантаженням воно в значній мірі перевищує бавовну, вовну та джут [2].

Вміст волокна у сучасних сортів льону-довгунця перевищує 30 %, при цьому урожайність волокна складає 1,5–2,0 т/га. Насіння льону-довгунця (його урожайність за цією ознакою складає 0,5–1,0 т/га) є джерелом високоякісної олії харчового, технічного та лікувального призначення, тому дана культура виявляється важливою складовою вітчизняної текстильної, олійно-жирової та медичної промисловості.

Льон-довгунець є культурою помірного клімату, область його культивування пов'язана переважно із зоною мішаних лісів. Кліматичні умови цієї зони відзначаються

теплим літом та достатнім зволоженням, отже, є сприятливими для вирощування льону-довгунця. У той же час протягом літніх місяців трапляються періоди, коли спекотні дні змінюються зливами з градом і шквалами, котрі призводять до повного вилягання посівів льону-довгунця.

Для культури льону важливим є питання стійкості до вилягання, з чим пов'язана врожайність та якість льонопродукції. Небезпека вилягання льону на ранніх етапах онтогенезу полягає у викривленні стебла, що зумовлює гірше освітлення листків, зниження фотосинтетичного потенціалу рослин. Дефіцит асимілятів у цей період провокує формування тонкостінних елементарних волокон, закладання меншої кількості коробочок на рослині, невивченість насіння. Вилягання льону під час формування і наливання насіння ускладнює технологічний процес збирання, знижує якість волокна та насіння

Тому на сьогоднішній день постає проблема створення сортів льону-довгунця, здатних протистояти несприятливим умовам, що призводять до знищення урожаю. Крім того, необхідне впровадження сучасних методів досліджень механічних тканин льону-довгунця, з метою їх подальшого застосування у селекції на стійкість рослин до вилягання.

Стебло льону-довгунця представляє собою складний комплекс просторово, структурно та функціонально диференційованих тканин, а формування волокнистого пучка є результатом життєдіяльності листового апарату.

Волокно льону – одне з найбільш довгих рослинних волокон, що має велике значення при його використанні тек-

стильною промисловістю. Воно складається із витягнутих веретенеподібних із загостреними кінцями клітин – елементарних волокон. Витягнута форма пучків сприяє більшому дробленню волокна не тільки при прочісуванні, але й при його виділенні зі стебел. На думку одних авторів, їх довжина складає 16–130 мм, а товщина 4–22 мкм, а на думку інших – відповідно понад 120 мм та 15–20 мкм [3–7].

Основною речовиною, з якої складаються луб'яні волокна, є целюлоза. Її вміст в рослині льону перевищує 80 % і саме вона надає волокну міцності на розрив, гнучкості та еластичності. Міцність та гнучкість волокна значною мірою зумовлені також і ступенем здерев'яніння (лігніфікації) елементарних волокон в стеблі. Але лігнін має скоріше негативне, ніж позитивне значення, бо сполучення доброї гнучкості та міцності спостерігається у рослин, що мають найменш здерев'янілі волоконця. Волокно льону-довгунця відрізняється найменшим вмістом лігніну (біля 3 %) серед усіх луб'яних культур, причому різні сорти та гібриди льону-довгунця відмінні за ступенем здерев'яніння волокна [8, 9].

Невлягаючі сорти відрізняються більш низьким вмістом лігніну в стеблі у період інтенсивного росту та бутонізації. В подальшому кількість лігніну досягає рівня влягаючого сорту, або навіть перевищує його. Сорти, стійкі до влягання, відрізняються також більш високим середньодобовим приростом вмісту целюлози в період від цвітіння до повної стиглості і здатні синтезувати значно більше речовин, що гальмують ріст [9]. Темпи формування волокна у різних сортів протягом вегетації неоднакові. У більш скоростиглих сортів збільшення кількості елементарних волокон на попережному зрізі стебел від фази бутонізації до фази цвітіння більш значне.

Таким чином, льон-довгунець цілком може кваліфікуватися як культура багатопольового промислового використання. Однак, ані валові збори його товарної продукції, ані її якість далеко не вичерпують потенційних можливостей культури. Головними чинниками, що викликають недобори і недостатню якість урожаю є невідповідність умов вирощування льону-довгунця його біологічним властивостям, а також дефіцит вітчизняних сортів з генетично закріпленою високою стійкістю до влягання.

Мета дослідження полягає у дослідженні цитогістологічної структури поперечного зрізу підсім'ядольного коліна стебел льону-довгунця методом растрової електронної мікроскопії для визначення їх стійкості до влягання.

Матеріали і методи досліджень. Вихідним матеріалом для наших досліджень були сорти льону-довгунця української та нідерландської селекції, які було відібрано із колекційних фондів Інституту луб'яних культур НААНУ.

Гладіатор (Україна). Сорт середньостиглий (вегетаційний період – 68–77 діб), високорослий, високоволокнистий, належить до середньостійких до основних патогенів – фузаріозу та антракнозу. Стійкість до влягання середня. Вміст волокна в стеблах – 28,3 %; урожайність соломи – 7–8 т/га; волокна – 1,9–2,3 т/га; насіння – 0,7–0,9 т/га.

Merylin (Нідерланди). Сорт середньостиглий (вегетаційний період – 68 діб), високорослий, високоволокнистий, належить до середньостійких до основних патогенів – фузаріозу та антракнозу. Стійкість до влягання середня. Вміст волокна в стеблах – 30,5 %; урожайність соломи – 7–8 т/га; волокна – 1,9–2,3 т/га; насіння

– 0,7–0,9 т/га.

Журавка (Україна). Ранньостиглий сорт. Урожайність насіння 4,2 ц/га, урожай соломи 45,1 ц/га, урожай волокна – 11,4 ц/га. Вміст волокна складає 24,0 %.

Київський 2 (Україна). Сорт ранньостиглий, доволі високорослий, є середньостійким до основних патогенів – фузаріозу та антракнозу. Вміст волокна в стеблах складає 26,7 %, урожайність соломи 5,5–6,0 т/га, насіння – 0,9–1,0 т/га. Сорт нестійкий до влягання.

Дослідження проводили на дослідному полі Інституту луб'яних культур НААН (м. Глухів Сумської області).

Погодні умови, що склалися в роки проведення досліджень (2016–2018 рр.) цілком характерні для зони північно-східного Полісся, вони відображали нестабільність гідротермічних режимів вегетації льону-довгунця в цій зоні. Випробування експериментального матеріалу даних досліджень протягом трьох років з контрастними погодними умовами дозволило об'єктивно оцінити реакції сортів льону-довгунця на ці умови.

Для виконання поставлених задач закладали розсадник порівняльного випробування. Попередником льону-довгунця була озима пшениця після багаторічних трав. Основний обробіток ґрунту проводили за типом напівпару; лушпиння стерні, оранка на глибину 22–25 см і дві культивачі по мірі проростання бур'янів на глибину 8–10 та 5–6 см. Мінеральні добрива вносили під першу культивування із розрахунку $P_{60}K_{60}$ кг діючої речовини на гектар. Передпосівний обробіток ґрунту складався із культивування та боронування. Азотні добрива вносили під передпосівну культивування в дозі 20 кг діючої речовини на гектар. Заливні ділянки та водні об'єкти поблизу дослідних полів відсутні, ґрунтові води залягають на глибині 15–18 м. Ґрунти темно-сірі опідзолені легкосуглинкові із вмістом гумусу 2,8 %.

Розсадник розташовували на грядках шириною 1 м та довжиною 20 м. З метою найкращого освітлення рядки орієнтували з півночі на південь. Посів проводили в ручною сівалкою із міжряддям 6,5 см і нормою висіву 22 млн. схожих насінин на гектар в оптимальні строки в чотириохватній повторності. При появі повних сходів проводили кількісний облік рослин, що зійшли. При відсутності рослин в гніздах відразу проводили їх підсів і підсіянні гнізда відмічали кілочками. Рослини із цих гнізд при збиранні вибраковувалися. Догляд за посівами в період вегетації здійснювали згідно методичних вказівок по селекції льону-довгунця. Збирання рослин льону-довгунця проводили подільно у фазі „жовтої“ стиглості. Після обмолоту насіння та зважування соломи, снопи льону-довгунця передавали до контрольної-технологічної лабораторії для визначення якості волокна інструментальним методом.

Для проведення досліджень мікроструктури клітин та тканин рослин льону-довгунця застосовували метод растрової електронної мікроскопії. Дослідження включало наступні етапи:

- 1) нарізання (зламування) гіпокотилу стебел рослин у повітряно-сухому стані;
- 2) фіксація зрізів на карбоновій плівці;
- 3) напилення графітом з використанням вакуумного універсального посту (ВУП-5);
- 4) дослідження за допомогою растрового електронного мікроскопа Селмі-107.

Для вимірювання товщини клітинних стінок механічних тканин та статистичної обробки результатів досліджень

використовували програму Digimizer Image Analysis 4.3.0.0. Для вимірювання вибирали ділянку зрізу гіпокотила як з компактним розташуванням клітин, так і з нещільним.

Результати та їх обговорення. Електронні знімки поперечних зрізів підсід'ядольного коліна вказаних сортів виявляють суттєві відмінності у будові стебел. Механічні тканини у рослин сорту Гладіатор відзначаються ззовні певною щільністю і компактністю, добре помітна ажурність тканин. Особливістю стебел рослин цього сорту є відсутність ситовидних

трубок під епідермісом, які формують волокно (рис. 1, 2).

Дослідження, проведені на поперечних зрізах рослин сорту Merylin засвідчили більш шільну будову механічних тканин. Клітини зібрані у щільні компактні тяжі; внутрішній простір клітин менш об'ємний, ніж у попереднього сорту (рис. 3, 4). На периферії стебла під епідермісом залягає товстий шар елементарних волокон, котрі додають стеблу додаткової міцності та щільності і, як наслідок, стійкості до вилягання.

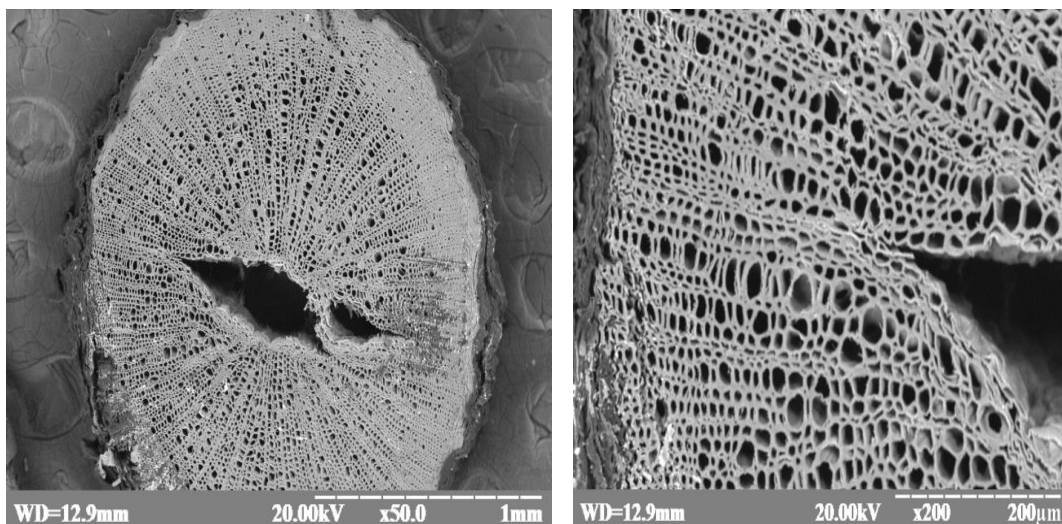


Рис. 1, 2. Поперечний зріз гіпокотила стебел рослин льону-довгунця сорту Гладіатор

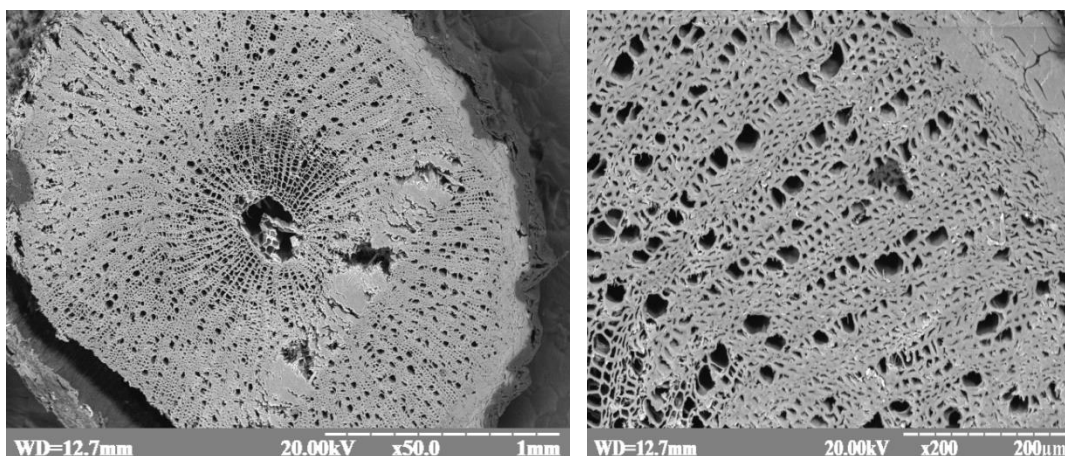


Рис. 3, 4. Поперечний зріз гіпокотила стебел рослин льону-довгунця сорту Merylin

На відміну від попередніх сортів, анатомічна будова стебел рослин сорту Журавка відзначається поганим компонуванням клітин механічних тканин (рис. 5, 6). Клітини непра-

вильної форми, з гофрованими стінками, тяжі ущільнених клітин виражені дуже слабо. Загалом, тканини рихлі, нерівномірно ущільнені. Елементарних волокон на периферії зрізу не виявлено.

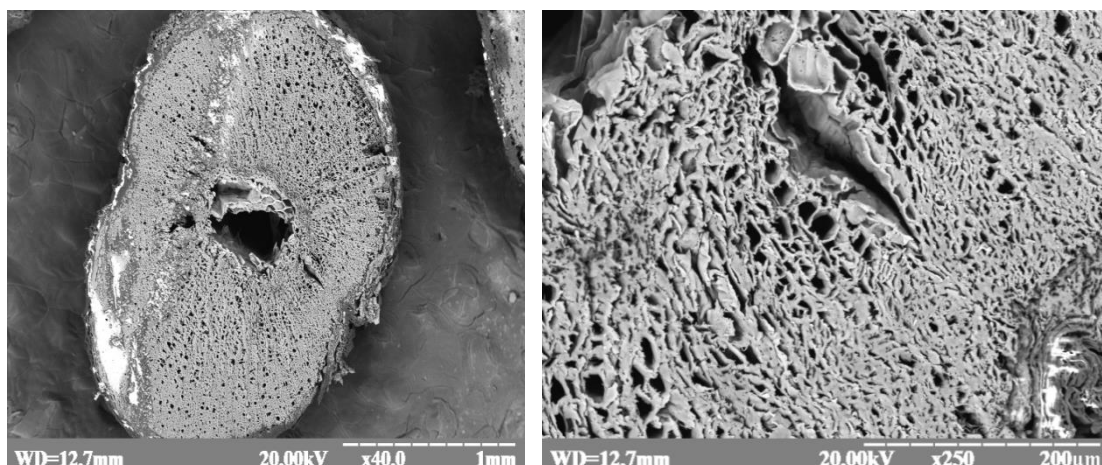


Рис. 5, 6. Поперечний зріз гіпокотила стебел рослин льону-довгунця сорту Журавка

Анатомічна будова стебел рослин льону-довгунця сорту Київський 2 (рис. 7, 8) відзначається наявністю як ущільнених ділянок, так і значної кількості судинних порожнин.

Під шаром епідермісу подекуди трапляються поодинокі елементарні волокна. Значна кількість клітин має неправильну форму.

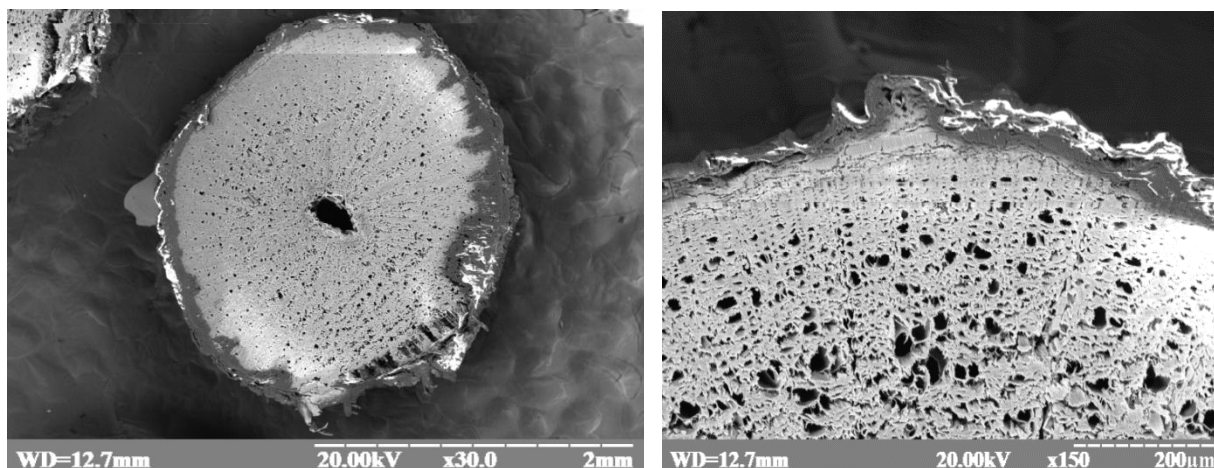


Рис. 7, 8. Поперечний зріз гіпокотила стебел рослин льону-довгунця сорту Київський 2

Вимірювання товщини клітинних стінок тканин стебел сортів льону-довгунця показало, що найбільші показники зафіксовано у сортів Гладіатор та Merylin – 1,12 та 1,00 µm, як

середньостійких до вилягання. Також помітно, що у цих сортів високі показники максимальної та мінімальної товщини (табл. 1).

Таблиця 1

Товщина клітинних стінок механічних і провідних тканин гіпокотила рослин сортів льону-довгунця

Сорт	Кількість вимірювань	Товщина клітинної стінки, µm			Примітка
		середня	Мах	Мін	
Гладіатор	250	1,12	2,38	0,38	Клітини не деформовані
Merylin	250	1,00	1,91	0,27	Клітини не деформовані
Журавка	250	0,55	1,34	0,17	Клітини сильно деформовані
Київський 2	-	-	-	-	Клітини сильно деформовані, вимірювання ускладнене

Висновки. Дослідження цитогістологічної структури поперечного зрізу підсім'ядольного коліна стебел рослин льону-довгунця методом растрової електронної мікроскопії

встановило, що сорти з середньою стійкістю до вилягання відзначаються більшою товщиною клітинних стінок і зберігають форму клітин, ніж нестійкі сорти.

Бібліографічні посилання:

- Lohinov, M. I. (2007). Etapi rozvitku ta pidsumki selekcii l'onu-dovguncja v Ukraini [Stages of development and results of breeding flax in Ukraine]. Zb. nauk. pr. Institutu ljub'janih kul'tur UAAN, 64–69 (in Ukrainian).
- Kryvosheieva, L. M. (2011). Oznakova kolekcija l'onu-dovguncja – dzherelo vihidnogo materialu dlja selekcii na jakist' volokna [Characteristic collection of flax – a source of material for breeding for fiber quality]. Genetichni resursi roslin. Harkiv, 9, 54–60. (in Ukrainian).
- Aleksandrova, T. A., & Marchenkov A. N. (1994). Rezul'taty u perspektivy selekcyi l'na-dolgunca [Results and prospects of selection of flax]. Selekcija, semenovodstvo, vzdelyvanye u pervychnaja obrabotka l'na-dolgunca. Torzhok: VNYIL, 28–29, 34–37 (in Russian).

4. Mahhyt, M. (1932). Jetjud po sravnitel'noj anatomii ljubnyh rastenij [A sketch on the comparative anatomy of bast plants]. Trudy instituta novogo ljubjanogo syr'ja. Moskva, II(1), 62–64 (in Russian).
5. Mahhyt, M. (1948) Osnovy tehniczeskoj anatomii ljubnyh kul'tur [Fundamentals of technical anatomy of bast crops]. Legkaja promyshlennost', Moskva (in Russian).
6. Aleksandrov, V. G., & Abesadze, K. Ju. (1932). Principy stroenija steblja nekotoryh travjanistyh lubvoloknistyh tekstil'nyh rastenij i metody ego izuchenija [Principles of stem structure of some herbaceous bast fibers and methods of its study]. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 3(2), 122–135 (in Russian).
7. Aviom, S. M. (1932). Metody issledovanija jelementarnogo volokna ljubnyh rastenij [Methods for the investigation of bast fibers]. Izvestija tekstil'noj promyshlennosti, 12, 18–23 (in Russian).
8. Ponazhev, V.P. (2015). Sovremennye dostizhenija selekcii i semenovodstva dlja vyrashhivaniya l'na [Modern achievements of breeding and seed production for flax cultivation]. Dostizhenija nauki i tehniki APK, 29(9), 36–39 (in Russian).
9. Poljakov, V.A. (2011). Izuchenie belkovogo kompleksa semjan l'na [Study of flax seed protein complex]. Visnik Zaporiz'kogo nacional'nogo universitetu, 2, 23–28 (in Russian).

Vereshchahin I. V., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kandyba N. M., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kryvosheeva L. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Researcher, Institute of bast crops of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Glukhov, Ukraine

APPLICATION OF RAST ELECTRONIC MICROSCOPY IN CYTOHISTOLOGICAL STUDIES OF FLAX

The article highlights the problem of lodging of flax due to adverse weather conditions. The features of the growing zone, the economic value of flax and its products are updated, as well as the damage caused by bad weather during the growing season. Flax resistance to lodging is directly related to the anatomical structure of the stem, but the authors specify that this feature is related to the structure of the submucosa (hypocotyl). The theoretical part of the article describes the flax fiber and its technological properties. Therefore, the purpose of the article was to investigate the cytohistological structure of the transverse section of the subunit knee of stems of flax-gland by scanning electron microscopy to determine the resistance to lodging. As the object of research used varieties of Ukrainian and foreign selection: *Gladiator*, *Merylin*, *Zhuravka*, *Kievsky 2*. The weather conditions during the years of research (2016–2018) are quite characteristic of the area of the northeast Polesie and reflect the instability of hydrothermal modes of vegetation of flax-liqueur in this zone. Testing the experimental material of these studies over three years with contrasting weather conditions allowed us to objectively evaluate the responses of flax varieties to these conditions. To perform the tasks assigned to the job laid a nursery of a comparative test. The predecessor of flax was winter wheat after many years of herbs. The main tillage was carried out according to the type of half-soil; stubble peeling, plowing to a depth of 22–25 cm, and two cultivations as weeds germinated to a depth of 8–10 and 5–6 cm. Slice studies were performed using a scanning electron microscope. The article presents the results of studies of the cytologic and histological structure of stems of varieties of flax-shoots of various degrees of resistance to lodging using the method of scanning electron microscopy, presents the structure and features of sections of hypocotyl stems of plants of flax – duckweed and also the average thickness. The authors carried out 250 measurements of the thickness of the cell walls of the sections of the submucosa. It was found that in flax varieties, more resistant to lodging, cells of conductive and mechanical tissues are not deformed, unlike unstable varieties. In addition, the average cell wall thickness of resistant varieties is greater than unstable ones.

Key words: flax, variety, mechanical tissues, hypocotyl, resistance to lodging.

Верещагин И. В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Кандыба Н. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Кривошеева Л. М., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Институт лубяных культур НААН Украины, г. Глухов, Украина

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТРОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ В ЦИТОГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

В статье освещается проблема полегаемости льна вследствие неблагоприятных погодных условий. Отмечены особенности зоны выращивания, экономическая ценность льна и его продукция, а также ущерб, вызванный негативными погодными явлениями в период вегетации. Устойчивость льна к полеганию напрямую связана с анатомической структурой стебля, в том числе и со структурой подсемядольного колена (гипокотыля). Теоретическая часть статьи описывает льноволокно и его технологические свойства. Целью статьи было исследование цитогистологической структуры поперечного среза подсемядольного колена льняных стеблей методом сканирующей электронной микроскопии для определения их устойчивости к полеганию. В качестве объекта исследования использованы сорта украинской и зарубежной селекции: *Гладиатор*, *Мерилин*, *Журавка*, *Киевский 2*. Погодные условия в годы исследований (2016 – 2018 гг.) типичны для района северо-восточного Полесья и отражают нестабильность гидротермального режима вегетации льна-долгунца в этой зоне. Изучение экспериментального материала в течение трех лет с контрастными погодными условиями позволило нам объективно оценить реакцию сортов льна на эти условия. Для выполнения поставленных заданий был заложен питомник сравнительного испытания. Предшественником льна была озимая пшеница после многолетних трав. Основная обработка почвы осуществлялась по типу полупара; пущение стерни, вспашка на глубину до 22–25 см и две культивации

по мере прорастания сорняков на глубину 8–10 и 5–6 см. Исследования срезов проводили с использованием сканирующего электронного микроскопа. В статье представлены результаты исследования цитологического и гистологического строения стеблей сортов льна различной степени устойчивости к полеганию методом сканирующей электронной микроскопии, представлена структура и особенности срезов гипокотыля стеблей растений льна-долгунца, а также их средней толщины. Авторами проведено 250 измерений толщины клеточных стенок срезов подсемядольного колена. Было установлено, что у сортов льна, более устойчивых к полеганию, клетки проводящих и механических тканей не деформируются, в отличие от неустойчивых сортов. Кроме того, средняя толщина клеточных стенок устойчивых сортов больше, чем у неустойчивых.

Ключевые слова: лен-долгунец, сорт, механические ткани, гипокотиль, устойчивость к полеганию.

Дата надходження до редакції: 25.07.2019 р.

ЕФЕКТИВНІСТЬ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Данильченко Олеся Миколаївна

кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1251-4044
x-lesya-x@ukr.net

Радченко Микола Володимирович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-9376-8657
radchenkonikolay@ukr.net

Глупак Зоя Іванівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5330-1905
zoja_glupak@ukr.net

Наведено результати досліджень впливу бактеріальних препаратів Ризогуміну та Поліміксобактерину на різних фонах мінерального живлення при вирощуванні гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Відмічено, що інокуляція насіння бактеріальними препаратами на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій має позитивний вплив на продуктивність рослин гороху. Максимальний рівень врожайності забезпечило поєднання інокуляції Ризогуміну або Поліміксобактерину з внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Ключові слова: горох, інокуляція, Ризогумін, Поліміксобактерин, мінеральні добрива, продуктивність, бульбочкові бактерії.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.3>

Вступ. Горох (*Pisum sativum* L.) – перспективна однорічна зернобобова культура, яка здатна вирішити проблему рослинного білка, поліпшити азотний баланс ґрунту та збільшити виробництво харчових продуктів [1].

Зернобобові культури мають високу поживну цінність (містять у великій кількості протеїни, вуглеводи, вітаміни А₁, В₁, В₂, С, жири), здатні забезпечувати власні потреби та вимоги наступних культур сівозміни у біологічному азоті, мобілізувати з ґрунту малорозчинні форми фосфору. За наявності зернобобових у сівозміні існує можливість зменшення потреби в добривах без зниження врожаю. Важливу роль у технології вирощування бобових культур, зокрема гороху, відіграє розкриття продуктивного потенціалу завдяки енергозберігаючим технологічним заходам, а саме, інокуляції насіння [2, 3].

Внаслідок глобального порушення процесів кругообігу основних біологічних елементів в штучних агробіоценозах екологізація сільського господарства набуває все більшого значення. Ситуація погіршується через енергетичну кризу і незабезпеченість сільськогосподарського виробництва ресурсами. Саме за цих умов важливе значення має забезпечення життєдіяльності рослин за рахунок ризосферних бактерій, які можуть допомогти рослинам реалізувати їх потенціал продуктивності за рахунок адаптивних властивостей [4, 5].

Результати сучасних досліджень показують, що мікроорганізми, які розвиваються в кореневій зоні рослин, є посередниками між ґрунтом і рослиною у забезпеченні її поживними речовинами, оскільки природою закладені всі механізми управління найважливішими біосферними

процесами: азотфіксація, фосфатмобілізація, синтез мікроорганізмами біологічно активних речовин, здатних впливати на фізіологічний стан рослин і їх імунітет [6, 7].

Одним із шляхів забезпечення агроценозів гороху корисною мікрофлорою є використання бактеріальних препаратів, здатних забезпечити рослини необхідним комплексом мікроорганізмів, повноцінним живленням і, як наслідок, допомогти реалізувати свій генетичний потенціал щодо врожайності та вмісту білка [8].

На сьогоднішній день існують два основних способи посилення азотфіксації в агроєкосистемах: активізація діяльності природної асоціації азотфіксуючих мікроорганізмів у ризосфері та на коренях, й інокуляція рослин активними штамми азотфіксаторів. Саме останній спосіб і передбачає використання бактеріальних препаратів на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів [9, 10]. Багаторічна практика застосування цих мікроорганізмів показала, що кращим способом їх використання є передпосівна інокуляція насіння.

Інокуляція насіння гороху бактеріальними препаратами обумовлює додаткове залучення в кругообіг азоту атмосфери. Цей захід є одним з найважливіших у сучасних технологіях вирощування бобових культур як елемент екологізації та енергозбереження. Завдяки фіксації азоту бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, горох відіграє важливу роль у підвищенні родючості ґрунту. Тому інокуляція насіння є ефективним і необхідним заходом, який впливає на розвиток рослин протягом всього онтогенезу [11].

Однією з головних умов реалізації високого потенці-

алу культури є розробка та впровадження у виробництво сучасної інноваційної технології її вирощування. На разі, перспективним у цьому напрямі є впровадження у виробництво рістрегулюючих речовин, які здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності, посилювати їх адаптивну здатність до стресових чинників навколишнього середовища [12].

Мета дослідження – визначення впливу бактеріальних препаратів на продуктивність гороху за різного рівня мінерального живлення.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками протягом 2015–2017 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий потужний важкосуглинковий середньогумусний, який характеризується наступними показниками: вміст гумусу в орному шарі (за І. В.Тюрніним) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст азоту, що легко гідролізується (за І. В. Тюрніним) 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) відповідно 14 мг і 6,7 мг/100 ґрунту.

Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони північно-східної частини Лісостепу, за виключенням агрозаходів, які передбачалися схемою досліду для вивчення. Польові досліді закладали згідно з існуючими методичними рекомендаціями [13].

Площа облікової ділянки 20 м². Розміщення варіантів систематичне. Повторність досліду триразова. Сорт гороху – Царевич. Варіанти досліду: без інокуляції бактеріальним препаратом і з обробкою насіння:

- Ризогуміном (торф'яна форма на основі симбіотичних азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* штаму 31, фізіологічно активні речовини біологічного походження

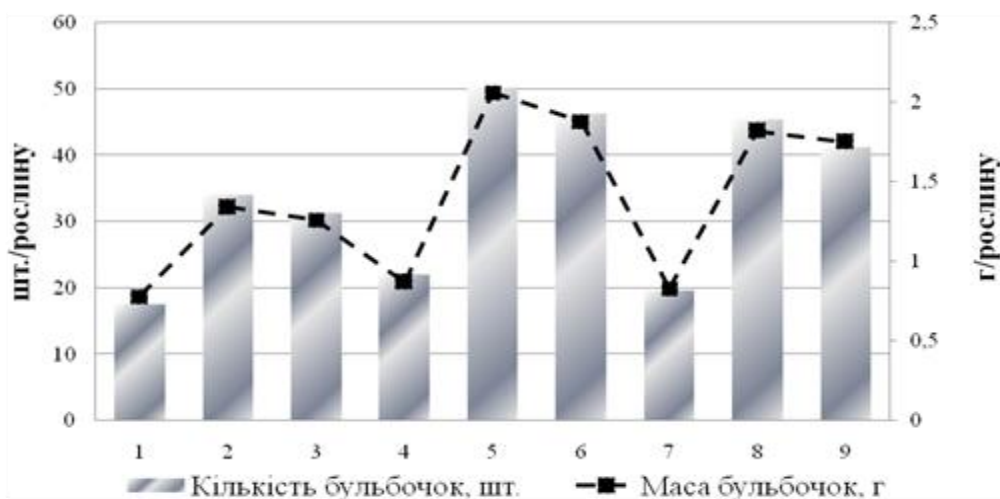
(цитокініни, ауксини, амінокислоти, гумінові кислоти), сполуки макроелементів у стартових концентраціях і мікроелементи в хелатованій формі;

- Поліміксобактерином (рідкий концентрат темно-коричневого кольору на основі фосформобілізуючих бактерій *Bacillus polymyxa* KB, механізм дії препарату пов'язаний із властивістю бактерій продукувати фермент фосфатазу та органічні кислоти, що забезпечує розчинення важкорозчинних мінеральних і органічних фосфатів ґрунту, внаслідок чого рослини в процесі свого розвитку одержують додаткове живлення фосфором із ґрунтових резервів, а також продукувати стимулятори росту рослин та вітаміни групи В).

Інокуляцію насіння гороху проводили у відповідності з методикою Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів). На контролі інокуляцію насіння не проводили. Фони мінерального живлення: P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀.

Результати та їх обговорення. Використання бактеріальних препаратів, що містять сучасні, високоефективні, культуро-специфічні штами ризобіальних бактерій з підвищеною життєздатністю у високих концентраціях, забезпечує утворення максимальної кількості бульбочок на кореневій системі рослин [14].

Отримані дані наших дослідів сприяли виявленню закономірностей формування бульбочок та їх характеристик на рослинах гороху залежно від використання якісних інокулянтів з високим вмістом азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій для інокуляції насіння. Відмічено, що передпосівна інокуляція насіння Ризогуміном і Поліміксобактерином позитивно впливає на кількість і масу бульбочок на коренях рослин гороху (рис. 1).



Варіанти: 1. абсолютний контроль (без добрив та інокуляції);

2. без добрив + Ризогумін;
3. без добрив + Поліміксобактерин;
4. P₆₀K₆₀ + без інокуляції;
5. P₆₀K₆₀ + Ризогумін;
6. P₆₀K₆₀ + Поліміксобактерин;
7. N₆₀P₆₀K₆₀ + без інокуляції;
8. N₆₀P₆₀K₆₀ + Ризогумін.
9. N₆₀P₆₀K₆₀ + Поліміксобактерин.

Рис. 1. Вплив інокуляції насіння та різних доз мінеральних добрив на формування симбіотичного апарату гороху (середнє за 2015–2017 рр.)

На абсолютному контролі досліді (без інокуляції насіння й внесення мінеральних добрив) кількість бульбочок у фазу масового цвітіння становила 17,6 шт./рослину, а їх маса – 0,78 г/рослину.

Ефективність впливу інокуляції Ризогуміну на кількість бульбочок і їх масу була вищою, порівняно з Поліміксобактерином. Так, приріст кількості бульбочок на коренях рослин гороху, інокульованих Ризогуміном був на рівні 93,7 %, тоді як з інокуляцією Поліміксобактерином – 77,8 % порівняно до контролю, перевищення їх маси становило 71,8 % і 61,5 % відповідно.

На варіантах досліді, де застосовували лише внесення мінеральних добрив, кількість бульбочок перевищувала контроль на 25,2 % ($P_{60}K_{60}$) та 11,4 % ($N_{60}P_{60}K_{60}$), а їх маса – 11,5 % і 6,4 % відповідно.

Поєднання інокуляції насіння гороху бактеріальними препаратами і внесення мінерального добрива в дозі $P_{60}K_{60}$ виявилось більш ефективним агрозаходом, що призвело до максимального збільшення кількості бульбочок і їх маси. Пе-

ревищення контролю становило: при інокуляції насіння Ризогуміном 185,8 % (кількість бульбочок) і 164,1 % (маса бульбочок); Поліміксобактерином – 163,6 % та 141,1 % відповідно.

Рівень урожайності гороху визначається індивідуальною продуктивністю рослин, яка помножена на їх кількість і характеризує продуктивність культури в певних умовах вирощування. Слід зазначити, що індивідуальна продуктивність рослини – величина динамічна і визначається амплітудою зміни кількості бобів і насінин, та їх масою. В проведених спостереженнях кількісні характеристики даних показників були обумовлені, насамперед, умовами, які склалися протягом вегетаційного періоду та інтенсивністю дії факторів інтенсифікації – внесення мінеральних добрив й інокуляції насіння.

Результати досліджень показали позитивний вплив внесення мінеральних добрив в дозах $P_{60}K_{60}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ на формування продуктивності рослин гороху, про що свідчить приріст до контролю (без інокуляції і внесення добрив) на рівні 7,7–15,4 % (кількість бобів на рослині); 13,1–15,8 % (маса насіння з однієї рослини); 0,5–1,6 % (маса 1000 насінин) відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив різних доз мінеральних добрив та інокуляції насіння на структурні показники рослин гороху (середнє за 2015–2017 рр.)

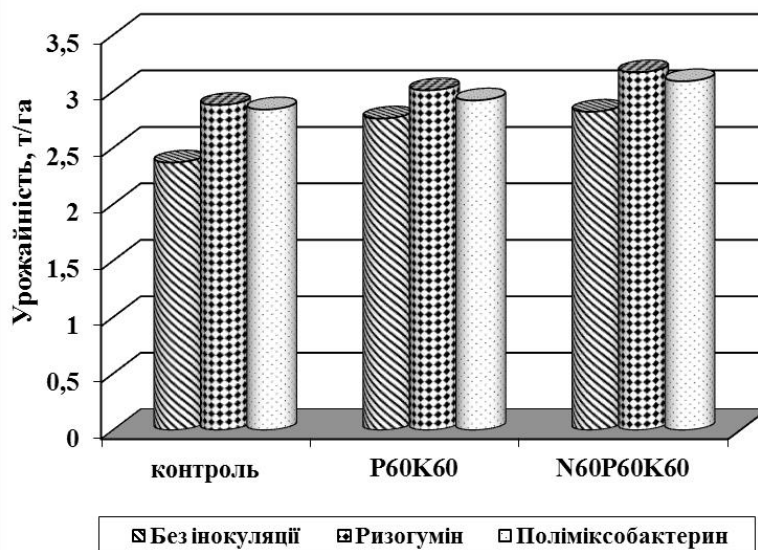
Варіанти досліді		Кількість бобів, шт./рослину	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
інокуляція насіння, А	دوزи мін. добрив, В			
Без інокуляції	без добрив (контроль)	3,9	3,8	248,4
	$P_{60}K_{60}$	4,2	4,3	249,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,5	4,4	252,5
Ризогумін	без добрив	4,8	4,6	254,7
	$P_{60}K_{60}$	6,1	5,4	262,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,6	5,7	271,9
Поліміксобактерин	без добрив	4,6	4,2	253,5
	$P_{60}K_{60}$	5,5	4,8	258,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,7	5,2	263,1
HIP _{0,05} А				1,3
HIP _{0,05} В				0,8
HIP _{0,05} АВ				1,7

При використанні бактеріальних препаратів, Поліміксобактерину та Ризогуміну, приріст відповідно до контролю склав: 17,9 – 23,1 % (кількість бобів на рослині); 10,5 – 21,1 % (маса насіння з однієї рослини); 2,1 – 2,5 % (маса 1000 насінин).

Найбільш сприятливі умови для формування продуктивності гороху були на варіанті досліді з поєднанням інокуляції насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, перевищення контролю становило – 69,2 % (кількість бобів на рослині); 50 % (маса насіння з однієї рослини); 9,5 % (маса

1000 насінин).

Дані статистичної обробки виявили достовірну різницю щодо показника маси 1000 насінин гороху залежно від інокуляції насіння бактеріальними препаратами та мінерального живлення. Відповідно до збільшення індивідуальної продуктивності рослин гороху зростала й урожайність. Вища урожайність гороху в середньому за 2015–2017 рр. була відмічена на варіанті внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та інокуляції насіння Ризогуміном і становила 3,17 т/га. Приріст до контролю становив 0,8 т/га або 33,7 % (рис. 2).



НІР_{0,05}A – 0,21 ; НІР_{0,05}B – 0,15 ; НІР_{0,05}AB – 0,29

Рис. 2. Вплив різних доз мінеральних добрив та інокуляції насіння на урожайність зерна гороху (середнє за 2015–2017 рр.)

При поєднанні бактеріального препарату фосформобілізуючої дії Поліміксобактерину та даної дози мінеральних добрив урожайність становила 3,09 т/га, а приріст – 0,72 т/га або 30,4 %.

Використання окремо мінеральних добрив при вирощуванні гороху забезпечило урожайність до 2,76–2,82 т/га і приріст склав 0,39–0,45 т/га відповідно. На варіанті з інокуляцією насіння Ризогуміном отримали урожайність на рівні 2,88 т/га, приріст до контролю становив 0,51 т/га або 21,5%. Інокуляція Поліміксобактерином забезпечила урожайність на рівні – 2,84 т/га і приріст – 0,47 т/га або 19,8 %. Ефективність використання бактеріальних препаратів і мінеральних добрив залежала від погодних умов, які склалися в вегетаційний період гороху. Проведена статистична обробка результатів показала, що різниця між контролем та варіантами з обробкою бактеріальними та мінеральними добривами є суттєвою

на всіх варіантах дослідження.

Висновки. Встановлено, що поєднання інокуляції насіння бактеріальними препаратами на основі азотфіксуючих (*Rhizobium leguminosarum* штам 31) та фосформобілізуючих (*Bacillus polymyxa* KB) бактерій і мінеральних добрив сприяє зростанню продуктивності гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Найбільш ефективний результат отримано на варіанті з інокуляцією насіння гороху Ризогуміном і внесенням повного мінерального добрива у дозі N₆₀P₆₀K₆₀ (урожайність зростає на 33,7 %, порівняно до контролю).

Найвищу ефективність формування симбіотичного апарату та інтенсивності його діяльності забезпечувало поєднання передпосівної інокуляції насіння Ризогуміном і внесення фосфорно-калійних добрив в дозі P₆₀K₆₀. Максимальна кількість та маса бульбочок становила: 50,3 шт./рослина і 2,06 г/рослина.

Бібліографічні посилання:

1. Kaminskij, V. F. (2000). Stan ta perspektivi virobництва gorohu v Ukraїni [Status and prospects of pea production in Ukraine]. *Visnik agrarnoi nauki*, 5, 22–25 [in Ukrainian].
2. Babich, A. O., & Poberezhna, A. A. (2005). Ekonomichni problemi formuvannja svitovih resursiv roslinnogo bilka. [Economic problems of formation of world resources of vegetable protein]. *Zbirnik naukovih prac' Podil's'kogo agrarno-tehnichnogo universiteta*, 13, 482 – 485 [in Ukrainian].
3. Vavilov, P. P., & Posypanov, G. S. (1983). Bobovye kultury i problemy rastitel'nogo belka [Bean cultures and vegetable protein problems]. *Rossel'hozizdat, Moscow* [in Russian].
4. Patyka, V. P., Kocz, S. Ya., & Volkogon, V. V. (2003). Biolohichni azot [Biological nitrogen]. *Svit, Kiev* [in Ukrainian].
5. Chunderova, A. I. (1980). O vzaimootnoshenijah kluben'kovykh bakterij s rastenijem-hozjainom i perspektiva povyshenija jeffektivnosti simbioza. [On the relationship of nodule bacteria with the host plant and the prospect of increasing the effectiveness of symbiosis]. *Kluben'kovye bakterii i ih ispol'zovanie v zemledelii*. 7–29 [in Russian].
6. Volkogon, V. V. (2011). [Biological aspects of soil fertility]. *Biologichni aspekty rodjuchosti gruntiv*. *Visnyk HNAU*, 1, 29–36 [in Ukrainian].
7. Grynyk, I. V., Patyka, V. P., & Shkatulka, Ju. M. (2011). Mikrobiologichni osnovy pidvyshhennja vrozhajnosti ta jakosti zernovyh kul'tur. [Microbiological bases of increase of grain yield and quality]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii*, 4, 7–11 [in Ukrainian].
8. Vovkohon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevs'ka, T. M., Tokmakova, L. M. & Kopylov, Je. P. (2006). Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial drugs in agriculture. Theory and practice]. *Ahrarna nauka, Kyiv* [in Ukrainian].

9. Kamenjeva, I. O. (2002). Mikrobiologichni preparaty – ključ do biologizacii' tehnologij vyroshhuvannja zernovyh i bobovyh kul'tur. [Microbiological preparations - the key to biologization of grain and legume cultivation technologies]. Materialy Vseukrai'ns'koi' naukovy-praktychnoi' konferencii' molodyh vchenyh i specialistiv z problem vyrobnictva zerna v Ukraïni, 77–78 [in Ukrainian].

10. Moskalets, V. V., Shynkarenko, V. K., & Moskalets, V. I. (2006). Vplyv mikrobynykh preparativ na intensyvništ' fiksacii' atmosferoho azotu [Influence of microbial preparations on the intensity of fixation of atmospheric nitrogen]. Agroecological journal, 3, 32–36 [in Ukrainian].

11. Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M., & Kozar, S. F. (2001). Osoblyvosti vplyvu dejakyh azotfiksujučykh bakterij na rozvytok roslyn soi. [Features of the influence of some nitrogen-fixing bacteria on the development of soybean plants]. Kormy i kormo vyrobnictvo, 27, 112–114 [in Ukrainian].

12. Grygor'jeva, O. M. (2014). Produktyvnist' soi' zalezno vid agrotehnychnykh zahodiv ii' vyroshhuvannja v umovah pivnichnogo Stepu Ukraïny. [Soybean productivity depending on agrotechnical measures of its cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. Naukovi praci instytutu bioenergetychnykh kul'tur i cukrovych burjakiv, 21, 115-120 [in Ukrainian].

13. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Agropromizdat, Moscow [in Russian].

14. Mandrovskaja, N. M., Kručova, O. D., & Kosenko, L. V. (2011). Symbiotyčni vlastyvošt' ta biosyntetyčna dijial'ništ' Rhizobium leguminosarum Bv. Vicae sht. 250–a pid vplyvom mineral'nogo azotu. [Symbiotic properties and biosynthetic activity of Rhizobium leguminosarum Bv. Vicae pcs. 250 – and under the influence of mineral nitrogen]. Ontogenez roslyn, biologična fiksacija azotu ta azotnyj metabolizm, 103–106 [in Ukrainian].

Danylchenko O. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Radchenko M. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Hlupak Z. I., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

EFFICIENCY OF BACTERIAL FERTILIZERS IN PEAS AGROCOENOSIS UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Peas (Pisum sativum L.) is an appreciable annual leguminous crop which can solve the problem of phytoalbumin, improve nitrogen balance of soil and increase the production of food products.

The important role in cultivation method of leguminous crops, pea in particular, plays the realization of productive potential due to energy-saving techniques, namely seed inoculation. One of the ways to supply pea agrocoenosis with beneficial microflora is the use of bacterial fertilizers which can supply the plants with essential complex of microorganisms, good nutrition and as a result it can help to realize its genetic potential as for yielding capacity and protein content.

The aim of the research is to define the influence of bacterial fertilizers on pea productivity by different level of mineral nutrition. The researches have been conducted on the base of educational and scientific centre of Sumy National Agrarian University according to generally accepted methods during 2015–2017.

The research variants were the following: without inoculation by bacterial fertilizer and with seed treatment with Rhyzohumin and Polymyxobakteryn. Inoculation of peas seed was conducted according to the method of the Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS (Chernihiv).

On the control the seed inoculation has not been done. The backgrounds of mineral nutrition were $P_{60}K_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$. The application of bacterial fertilizers which contain new, highly effective, culturally specific variety of rhizobial bacteria with the increased viability in high concentrations ensures the development of maximal amount of tubers on root system of plants. The highest efficiency in forming symbiotic apparatus and intensity of its activity was stipulated by combination of presowing seed inoculation with Rhyzohumin and application of phosphate-potassium fertilizers in the doze of $P_{60}K_{60}$. The maximal amount and weight of nodules was 50.3 unit per plant and 2.06 g per plant. The level of peas yielding capacity is defined by individual plant productivity which is multiplied by its amount and characterizes the crop productivity under the certain conditions of growing.

It was determined that the combination of seed inoculation by bacterial fertilizers through using of nitrogen fixing (Rhizobium leguminosarum strain 31) and phosphorus mobilizing (Bacillus polymyxa KB) bacteria and mineral fertilizers favours to raising of peas productivity under the conditions North-East Forest-Steppe zone of Ukraine. The most effective result was obtained in the variant with peas seed inoculation by Rhyzohumin and application of mineral fertilizer in the doze $N_{60}P_{60}K_{60}$ (yield has increased on 33.7 % comparing with the control).

Key words: peas, inoculation, Rhyzohumin, Polymyxobakteryn, mineral fertilizers, productivity, nodules bacteria.

Данильченко А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Радченко Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Глупак З. И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Горох (Pisum sativum L.) – перспективная однолетняя зернобобовая культура, которая способна решить проблему растительного белка, улучшить азотный баланс почвы и увеличить производство пищевых продуктов.

Важную роль в технологии выращивания бобовых культур, в частности гороха, играет раскрытие продуктивного потенциала, благодаря энергосберегающим технологическим процессам, в частности, инокуляции семян.

Одним из способов обеспечения агроценозов гороха полезной микрофлорой является использование бактериальных препаратов, способных обеспечить растения необходимым комплексом микроорганизмов, полноценным питанием и, как следствие, дать возможность реализовать свой генетический потенциал относительно урожайности и содержания белка.

Целью исследования стало определение влияния бактериальных препаратов на продуктивность гороха при разном уровне минерального питания. Исследования проводились на базе учебно-научного производственного центра Сумского НАУ по общепринятым методикам в течение 2015–2017 гг.

Варианты опыта: без инокуляции бактериальным препаратом и с обработкой семян Ризогумином и Полмиксобактерином. Инокуляцию семян гороха проводили в соответствии с методикой Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН (г. Чернигов). На контроле инокуляцию семян не проводили. Фоны минерального питания: $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$. Использование бактериальных препаратов, содержащих современные, высокоэффективные, специфические штаммы ризобияльных бактерий с повышенной жизнеспособностью в высоких концентрациях, обеспечивает образование максимального количества клубеньков на корневой системе растений.

Высокую эффективность формирования симбиотического аппарата и интенсивности его деятельности обеспечивало сочетание предпосевной инокуляции семян Ризогумином и внесение фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{60}$. Максимальное количество и масса клубеньков составляла: 50,3 шт./растение и 2,06 г/растение.

Установлено, что сочетание инокуляции семян бактериальными препаратами на основе азотфиксирующих (*Rhizobium leguminosarum* штамм 31) и фосформобилизующих (*Bacillus pumilus* KB) бактерий и минеральных удобрений способствует росту продуктивности гороха в условиях северо-восточной Лесостепи Украины. Наиболее эффективный результат получен в варианте с инокуляцией семян гороха Ризогумином и внесением полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ (урожайность выросла на 33,7 %, в сравнении с контролем).

Ключевые слова: горох, инокуляция, Ризогумин, Полмиксобактерин, минеральные удобрения, продуктивность, клубеньковые бактерии.

Дата надходження до редакції: 28.08.2019 р.

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІРЧИЦІ БІЛОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мельник Андрій Васильович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-7318-6262
melnyk_ua@yahoo.com

Жердецька Світлана Василівна

кандидат сільськогосподарських наук, асистент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6125-1979
svitlana.zh.ua@ukr.net

Алі Шахід

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
botano@yahoo.com

Шаббір Гулам

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
naqeebi@yahoo.com

Бутенко Сергій Олександрович

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9925-3029
serg101983@ukr.net

Наведено результати трирічних досліджень із вивчення впливу позакореневих підживлень за різних фонів мінерального живлення на врожайність гірчиці білої сорту Ослава. Встановлено, що внесення мінеральних добрив та комплексних добрив для позакореневого підживлення позитивно впливали на морфологічні показники гірчиці білої, зокрема збільшувалася висота рослин та кількість гілок першого порядку. Застосування мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечувало підвищення врожайності в середньому на 0,34 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 0,55 т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 0,61 т/га порівняно з контролем. Для отримання максимальної врожайності (2,14–2,21 т/га) з масою 1000 шт. насінин (5,39–5,54 г) гірчиці білої в умовах північно-східного Лісостепу України, слід проводити позакореневі підживлення Вуксалборон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та СпектрумВ+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – на фоні $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$, що забезпечило прибавку врожайності порівняно з контролем, на 0,58–0,65 т/га.

Ключові слова: гірчиця біла, мінеральні добрива, позакореневе підживлення, морфологічні показники, маса 1000 шт. насінин, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.4>

Вступ. Особливістю сучасного світового агробізнесу є прогресивне зростання виробництва нішевих культур. За прогнозами аналітиків у наступні роки попит на них буде тільки зростати. Одна з таких культур на цей час, це гірчиця, вона є надійним фінансовим джерелом, оскільки останні роки зростає попит на "українську" гірчицю у країнах Європи [1, 3]. Урожайність гірчиці вітчизняних виробників порівняно з країнами Європи залишається на досить низькому рівні. Застосування мінеральних добрив дозволяє підвищити врожайність культури на 20–30 %, але через збільшення стресових умов, зокрема підвищення температурного режиму та зменшення кількості опадів за період вегетації, рослини в достатній кількості не можуть використовувати мінеральні речовини з ґрунту. Застосування новітніх регуляторів росту у рослинництві дозволить не тільки реалізувати потенціал культури, але й підвищити її стійкість до несприятливих погодних

умов. Тому, визначення ефективності застосування позакореневого підживлення на різних фонах мінерального удобрення є актуальним напрямом досліджень [2, 3, 4].

Метою проведених досліджень є оптимізація системи живлення гірчиці білої сорту Ослава шляхом комплексного застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення добривами в умовах північно-східного Лісостепу України.

Ряд науковців стверджують, що застосування регуляторів росту у землеробстві є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення якості продукції. Існує думка, що за ефективністю вітчизняні регулятори росту переважають кращі зарубіжні зразки, в тому числі Агріскон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія) та інші. Ефективність застосування регуляторів росту

Вісник Сумського національного аграрного університету

Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (37), 2019

висвітлено у працях К. Янковського, Л. Київського, С. Кжебітке, В. Будзинського (Польща) та Р. К. Дюбі, Р. С. Дакер (Індія) [4, 5, 7].

За твердженням М. Нехал, Н. Шарма, М. Сінгх та ін., в умовах зміни клімату, посуха є головним екологічним фактором, який негативно впливає на фізіологічні та обмінні процеси в рослинах. В свою чергу, це може призвести до припинення росту та розвитку особин, знизити їх продуктивність, або спричинити загибель. На думку вчених, реакція рослин, що піддаються більшості абіотичних стресів, проявляється у накопиченні в них активних видів кисню, у тому числі супероксиду, гідроксильних радикалів та перекису водню. Саме це визнано як одну з найбільш ранніх реакцій організму на стрес від посухи. Такі реакції можуть призвести до багатьох шкідливих наслідків, зокрема, деградації білків, перекисне окислення ліпідів та спричинення появи пігменту відбілювання. Щоб захистити клітини від таких негативних впливів, рослини збільшують активність основних антиоксидантних ферментів, які протидіють наслідкам активних видів кисню [4, 6].

За даними Р. К. Дюбі, Р. С. Дакер та інших, застосування регуляторів росту пом'якшують абіотичні та біотичні стреси. Встановлено, що вплив посухи максимально проявляється на стадії формування та наливу зерна. Регулятори росту, взаємодіючи з іншими гормонами, і регулюють різні обмінні процеси в рослинах, підвищують їх стійкість через сприятливий вплив на різні фізіологічні, обмінні, структурні та інші процеси [7, 8].

Матеріали і методи досліджень. Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах навчально-науково-виробничого комплексу (ННВК) Сумського НАУ впродовж 2016–2018 рр. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибоко середньогумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах. Аналіз погодних умов, зокрема гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), виявив, що вологим був вегетаційний період 2016 року (ГТК=1,60), сухими – 2017 р. та 2018 р. (ГТК=0,59 та 0,46). Під час проведення досліджень технологія вирощування була загальноприйнятною для зони досліджень, окрім елементів, що вивчались.

Об'єктом досліджень був сорт гірчиці ярої білої Ослава, створений в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААНУ, занесений до Реєстру сортів, придатних до вирощування в Україні у 2010 році.

Попередник – зернові колосові. Розмір облікової ділянки 15 м², дослідної ділянки 720 м². Форма ділянок – прямокутна видовжена. Спосіб сівби рядковий (15 см), норма

висіву – 1,5 млн/га. Схема досліду: фактор А – добрива: контроль (без добрив); N₃₀P₃₀K₃₀; N₆₀P₆₀K₆₀; N₉₀P₉₀K₉₀; фактор В – добрива для позакореневого підживлення: контроль (без добрив); Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); Вуксалборон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га). Добрива у вигляді нітроамофоски вносили під передпосівну культивуацію. Обробку добривами для позакореневого підживлення проводили у фазу розетки та бутонізації. Визначення динаміки лінійного росту проводили на попередньо маркованих рослинах у фазу цвітіння. Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур». Збирання врожаю гірчиці здійснювали подільночним методом.

Результати та їх обговорення. Застосування мінеральних добрив та добрив для позакореневого підживлення позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин. Висота рослин у фазу цвітіння на контролі становила 77,4 см, на варіантах із застосуванням позакореневого підживлення висота в середньому зростала на 1,8 см. Кількість гілок I-го порядку варіювала у межах 4,4–4,6 шт. Довжина стручків у середньому становила 2,3 см.

Морфометричні параметри гірчиці білої залежали від рівня мінерального живлення. На варіанті з дозою добрив N₃₀P₃₀K₃₀ середня висота рослин, порівняно з контролем, зростала на 3,1 см, кількість гілок I-го порядку на 0,6 шт., а довжина стручків на 0,3 см. Максимальне значення висоти рослин відмічено за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) і становило 84,7 см. Кількість гілок I-го порядку варіювала у межах 4,9–5,2 шт. Довжина плодів змінювалася від 2,5 до 5,8 см (табл. 1). За збільшення фону мінеральних добрив до N₆₀P₆₀K₆₀ середня висота рослин, порівняно з контролем, зростала на 10,2 см, кількість гілок I-го порядку на 0,9 шт., а довжина стручків на 0,4 см. За даного фону мінерального живлення найвищі показники висоти рослин (92,4 см), кількості гілок I-го порядку (5,5 шт.) та довжини стручків були отримані за позакореневого підживлення Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

На варіанті з найвищим фоном добрив N₉₀P₉₀K₉₀ відзначали максимальні значення морфометричних параметрів. Порівняно з контролем, середній показник висоти рослин зростав на 13,8 см. Кількість гілок I-го порядку збільшилась на 1,6 шт., а довжина стручків на – 0,5 см. Найбільший вплив на розвиток вегетативної сфери рослин гірчиці було визначено за обробки посіву комплексними добривами Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Таблиця 1

Морфометричні параметри гірчиці білої залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Дози мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення (фактор В)	Висота, см	Кількість гілок I-го порядку, шт.	Довжина стручків, см
Контроль	К	77,4	4,4	2,3
	1	79,4	4,5	2,4
	2	77,9	4,4	2,4
	3	80,2	4,6	2,6
	Середнє	78,7	4,5	2,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	К	79,4	4,9	2,5
	1	82,2	5,2	2,8
	2	80,7	5,0	2,6
	3	84,7	5,2	2,8
	Середнє	81,8	5,1	2,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	К	85,5	5,3	2,7
	1	90,1	5,4	2,8
	2	87,5	5,4	2,7
	3	92,4	5,5	2,9
	Середнє	88,9	5,4	2,8
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	К	89,7	5,9	2,8
	1	91,6	6,0	2,9
	2	93,4	6,2	3,0
	3	95,4	6,3	3,0
	Середнє	92,5	6,1	2,9

*Примітка: К – контроль; 1 – Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); 2 – Вуксалборон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); 3 – Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

Позитивний вплив позакореневого підживлення проявився на показниках врожайності та маси 1000 шт. насінин (табл. 2). Середній показник маси 1000 шт. насінин на контролі становив – 5,07 г, а урожайність – 15,8 ц/га. Позакоренево підживлення сприяло формуванню насіння з масою

1000 шт. вище середнього значення. Зокрема, обробка посіву Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) забезпечила масу 1000 шт. насінин на рівні – 5,17 г. та урожайність – 15,9 ц/га.

Таблиця 2

Урожайність та якість насіння гірчиці білої залежно від позакореневого підживлення за різних фонів мінеральних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)

Норми мінеральних добрив (фактор А)	Варіанти позакореневого підживлення * (фактор В)	Маса 1000 шт. насінин, г	Урожайність насіння, ц/га
Контроль	К	5,01	15,6
	1	5,06	15,8
	2	5,03	15,6
	3	5,17	15,9
	Середнє	5,07	15,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	К	5,19	19,1
	1	5,22	19,3
	2	5,25	19,2
	3	5,29	19,3
	Середнє	5,24	19,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	К	5,41	21,2
	1	5,43	21,3
	2	5,49	21,4
	3	5,54	21,5
	Середнє	5,47	21,3
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	К	5,33	21,8
	1	5,35	21,9
	2	5,39	22,1
	3	5,42	22,1
	Середнє	5,37	21,9
НІР ₀₅		Фактор А	3,2
		Фактор В	0,4
		Фактор АВ	3,4

*Примітка: К – контроль; 1 – Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га); 2 – Вуксалборон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); 3 – Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

На варіанті з нормою добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ середнє значення маси 1000 шт. насінин збільшилося на 0,17 г, а урожайність на 3,4 ц/га. Найбільшу масу 1000 шт. насінин отримано на варіанті з застосуванням Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (5,29 г). Найвищим показником урожайності – 19,3 ц/га та був зафіксований на варіанті з застосуванням Басфоліар 12-4-6+S (6,0 л/га) + Солю Бор (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

За внесення добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ маса 1000 шт. насінин зросла на 0,4 г, а врожайність до 21,3 ц/га. Найвищі показники врожайності (21,5 ц/га) та маси 1000 шт. насінин (5,54 г) на цьому фоні добрив зафіксували за застосування Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га).

За норми мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$), маса

1000 шт. насінин зросла на 0,3 г, а врожайність на 6,1 ц/га порівняно з контролем. Максимальне значення урожайності зафіксовано на варіантах за застосування Вуксалборон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га); та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) – 22,1 ц/га ($НІР_{05}=0,4$ ц/га).

Висновки. Для отримання максимальної врожайності гірчиці білої (2,14–2,21 т/га) з масою 1000 шт. насінин (5,39–5,54 г) в умовах північно-східного Лісостепу України, слід проводити позакореневі підживлення Вуксалборон (3,0 л/га) + Вуксал біоаміноплант (3,0 л/га) та Спектрум В+Мо (2,0 л/га) + Спектрум Аскоріст (3,0 л/га) на фоні $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$. У той же час, слід враховувати економічні складові (вартість добрив), які будуть діяти на момент виробництва продукції.

Бібліографічні посилання:

1. Slisarchuk, M. Vyroshhuvannja girchyci biloї jak olijnoї kultury [Growing mustard white as an oil crop] – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10623-vyroshchuvannia-hirchyci-biloi-iaoliinoi-kultury.html> (in Ukrainian)
2. Melnyk, A., & Zherdetska, S. (2017). Vpliv doz mineral'nih dobriv na vrozhajnist' girchici jaroї sizoї v umovah pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukraїni [Impact of mineral fertilizers on the high reliability of spring mustard mustards in the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Naukovij visnik nacional'nogo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannja Ukraїni*. Kїiv, 269, 177–185 (in Ukrainian).
3. Zherdetska, S., Melnyk, A., Shabir, H., & Shahid, A. (2016). Urozhajnist' girchici zalezjno vid pogodno-klimatichnih umov pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukraїni [Mustard yields depending on weather and climatic conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu*. Sumi, 2, 127–130 (in Ukrainian)
4. Nehal, N., Sharma, N., Singh, M., Singh, P., Rajpoot, P., Kumar Pandey, A., Khan A. H., Singh A. K., & Yadav R. K. (2017). Effect of plant growth regulators on growth, biochemical and yield of Indian mustard [*Brassica juncea*] under drought stress condition. *PlantArchives*, 17(1), 580–584.
5. Cherjachukin, M., Andrienko, O., & Grigor'eva, O. Reguljatori rostu [Growth regulators] - [Electronic resource]. Access mode: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/109-rehuljatory-rostu-roslyn.html>
6. Krzebietke, S., Kijewski, Ł., Jankowski, K., & Budzyński, W. (2015). The effect of sulphur fertilization on macronutrient concentrations in the post-harvest biomass of mustard. *Plant Soil Environ*, 6, 266–272.
7. Dubey, R., Dhaker, R., Mundra, S., Tiwari, R., & Dubey, S. (2017). Response of Indian mustard to Nutrients and Plant Growth Regulators: The Influence on Yield, Available Soil P Balance and P Recycling through Residues. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8), 3319-3331.
8. Piri, I., Rahimi, A., & Tavassoli, A. (2012). Effect of sulphur fertilizer on sulphur uptake and forage yield of *Brassica juncea* in condition of different regimes of irrigation. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 958–963.

Melnyk A. V., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Zherdetska S. V., PhD (Agricultural Sciences), Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Ali Shahid, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Shabir Gulam, Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Butenko S. O., Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

IMPACT OF FOLIAR FERTILIZING ON THE WHITE MUSTARD PRODUCTIVITY IN THE NORTHEASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The experimental studies were carried out on the fields of the Sumy NAU Training Research and Production Complex (TRPC) during 2016–2018. The soil of the experimental plot is typical deep-medium humus, large-dusty and medium-loam black soil on forest trees.

The subject of the research was a white mustard variety of Oslava created at the Institute of Feed and Agriculture of the Podillya NAASU, entered in the Register of varieties suitable for cultivation in Ukraine in 2010.

The aim of the research is to optimize the nutrition of the white mustard variety of Oslava through the complex application of mineral fertilizers and foliar fertilization under the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine.

The analysis of weather conditions, in particular the hydrothermal coefficient of Selyaninov (HTC), established that 2016 season was wet (HTC = 1.60), 2017 and 2018 were dry (HTC = 0.59 and 0.46). During the research, the cultivation technology was generally accepted in the experimental area, except for the elements studied.

The results of the three-year study on the influence of foliar fertilizing under different mineral nutrition backgrounds on the yield of the white mustard variety Oslava are presented. It was found that the application of mineral fertilizers and complex fertilizers for the foliar feeding had a positive effect on the morphometric parameters of the white mustard, in particular, increased the plant height and the number of branches of the first order. The use of mineral fertilizers at the rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$ provided an increase in the yield by

0.34 t/ha, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – by 0.55 t/ha, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – by 0.61 t/ha on an average compared to the control.

Therefore, for the maximum yield (2.14–2.21 t/ha) with a mass of 1000 seeds (5.39–5.54 g) of the white mustard under the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine, foliar fertilizing of Vuxal boron (3.0 l/ha) + Vuxal bioaminoplant 3.0 l/ha and Spectrum B + Mo (2.0 l/ha) + Spectrum Ascorist (3.0 l/ha) should be applied on the background of $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$, what provided an increase in the yield compared to the control of 0.58–0.65 t/ha.

Key words: white mustard, mineral fertilizers, foliar fertilizing, morphological factors, weight of 1000 seeds, yield capacity.

Мельник А. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Жердецькая С. В., кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Али Шахид, аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Шаббир Гулам, аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Бутенко С. А., аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Экспериментальные исследования проводились на полях Сумского учебно-научно-производственного комплексе НАУ в течение 2016–2018 гг. Почва экспериментального участка представляла собой чернозем типичный мощный среднегумусный, крупнозернистый, среднесуглинистый на лессах.

Предметом исследования стал сорт белой горчицы Ослава, созданный в Институте кормов и сельского хозяйства Подолья НААН, внесенный в Реестр сортов, пригодных для выращивания в Украине в 2010 году.

Целью исследования стала оптимизация системы питания горчицы белой сорта Ослава путем комплексного внесения минеральных удобрений и внекорневой подкормки удобрениями в условиях северо-восточной лесостепи Украины.

Анализ погодных условий, в частности гидротермального коэффициента Сельянинова (ГТК), показал, что сезон 2016 года был влажным (ГТК = 1,60), 2017 и 2018 годы были сухими (ГТК = 0,59 и 0,46). В ходе исследований технология культивирования была общепринятой для зоны исследований, за исключением элементов, которые изучались.

Приведены результаты трехлетних исследований по изучению влияния внекорневых подкормок при различных фонах минерального питания на урожайность горчицы белой сорта Ослава. Установлено, что внесение минеральных удобрений и комплексных удобрений для внекорневой подкормки положительно влияли на морфометрические параметры горчицы белой, в частности увеличивалась высота растений и количество побегов первого порядка.

Применение норм минеральных удобрений на уровне $N_{30}P_{30}K_{30}$ обеспечивало повышение урожайности в среднем на 0,34 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 0,55 т/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ на 0,61 т/га по сравнению с контролем. Для получения максимальной урожайности (2,14–2,21 т/га) с массой 1000 шт. семян (5,39–5,54 г) горчицы белой в условиях северо-восточной Лесостепи Украины, следует проводить внекорневые подкормки Вуксал биоаминоплант + Вуксал борон (3,0 л/га) и Спектрум Аскорист (3,0 л/га) + Спектрум В + Мо (2,0 л/га) на фоне $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$, что обеспечило прибавку урожайности по сравнению с контролем на 0,58–0,65 т/га.

Ключевые слова: горчица белая, минеральные удобрения, внекорневые подкормки, морфологические показатели, масса 1000 шт. семян, урожайность.

Дата надходження до редакції: 25.08.2019 р.

ПРОРОСТАННЯ ГІБРИДНОГО НАСІННЯ КАРТОПЛІ ПІД ВПЛИВОМ РАДІАЦІЙНОГО ОПРОМІНЕННЯ

Подгасцький Анатолій Адамович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-002-2130-8835
podgaje@ukr.net

Кравченко Наталія Володимирівна

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-002-4190-0924
kravchenko_5@ukr.net

Гнітецький Максим Олегович

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-002-8088-2677

Стаття присвячена визначенню реакції гібридного насіння в процесі проростання на обробку γ -опроміненням. Основною відмінністю її результатів являється дослідження взаємного впливу двох методів: іонізованого опромінення та міжвидової гібридизації на життєздатність та проростання ботанічного насіння.

Одним із завдань експерименту було визначити загальний вплив на проростання насіння γ -опроміненням незалежно від специфічності спадковості досліджуваного матеріалу. Виявлено, що найбільшим стимулюючим ефектом на енергію проростання була доза 200 Гр, що дозволило отримати на 11,2 % більше наклюнутого насіння. Близькі дані з контролем одержані у варіанті з дозою 150 Гр. Навпаки, життєздатність гібридного насіння значно знизилась за використання дози 100 Гр – на 26,5 %. Значною мірою викладене стосувалось частки всього пророслого насіння.

Доведена специфічність реакції потомства комбінації на γ -опроміненням. Стосовно життєздатності насіння найкращою вона була в комбінації 10.6Г38 x Тирас – 74,9 %. Невеликою мірою їй поступались у цьому відношенні популяції 10.6Г38 x Летана і 08.195/73 x Подолія. Протилежне стосувалось схрещувань 08.195/73 x Подолія і 08.195/73 x Летана через невіддале поєднання спадковості беккроса 08.195/73 та сортів Подолія і Летана.

Виявлено специфічне співвідношення між спадковістю гібридного насіння та впливу радіаційного опромінення на його життєздатність і польову схожість. Стосовно першого показника відіпилась популяція 08.195/73 x Летана, у якій у кожному з варіантів мало місце перевищення контролю з максимальною різницею 74 % за дози опромінення 150 Гр. За винятком варіанта з опроміненням в 100 Гр, викладене стосувалось потомства 10.6Г38 x Летана. Специфічність взаємного впливу спадковості потомства популяції 08.195/73 x Подолія у відсутності стимулюючої дії на життєздатність насіння радіаційного опромінення.

Позитивно вплинуло на лабораторну схожість насіння використання радіаційного опромінення з дозою 150 і 200 Гр в комбінації 10.6Г38 x Летана. Тільки в популяціях 08.195/73 x Межирічка і 08.195/73 x Летана стимулюючий ефект на життєздатність насіння мала доза 200 Гр. Однакові результати з контролем отримані від використання згаданої дози в популяції 08.195/73 x Подолія. Лише серед потомства з походженням 10.6Г38 x Тирас в усіх варіантах, порівняно з контролем, мало місце зниження життєздатності гібридного насіння.

Ключові слова: картопля, гібридне насіння, дози радіаційного опромінення, життєздатність насіння, лабораторна схожість.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.5>

Вступ. Для створення сортів, вихідного селекційного матеріалу картоплі використовували найрізноманітніші традиційні методи: поліпшуючий клонів добір, використання потомства від самозапилення, внутрішньовидову гібридизацію, поліплоїдію, гаплоїдію, експериментальний мутагенез та міжвидову гібридизацію. Останнім часом певні успіхи в цьому відношенні досягнуті із застосуванням методів біотехнології та біоінженерії. Водночас, надзвичайно рідко проводяться експерименти з поєднання різних методів, визначення їх взаємного впливу на кінцевий результат.

Стосовно кожного з перерахованих методів запропоновано специфічність його використання. Наприклад, метод експериментального мутагенезу широко використовується для зменшення пресингу інфекції хвороб, шкідників [1]. Його

застосовують у процесі зберігання сільськогосподарської продукції для гальмування життєвих процесів [2], у тому числі картоплі [3]. Дуже широко використовують метод для стимуляції проростання ботанічного насіння [4, 5].

Для методу міжвидової гібридизації основними модифікаціями є використання самозапилення віддалених гібридів, схрещування між останніми та беккросування матеріалу на останніх етапах отримання сортів. Прикладом цього може бути залучення в селекційну практику мексиканських дикорослих видів картоплі: *S. bulbocastanum* Dun. *S. demissum* Lindl. [6]. Ефективність методів значно зростає, якщо їх застосовувати на певних етапах створення вихідного селекційного матеріалу [7].

Картопля у селекційно-генетичному відношенні дуже

складна культура. Через це чимало підходів у створенні нових сортів сільськогосподарських культур не можуть бути використані в картоплярстві, а одержання нових сортів повинно базуватись перш за все на розширенні генетичної основи вихідного селекційного матеріалу [8]. Аналогічне стверджували також інші вчені-картопляри [9]. Навпаки, звуження генетичної основи вихідного селекційного матеріалу, як, наприклад, у Китаї, обумовило низьке його генетичне різноманіття [10], що в кінцевому результаті призвело до зниження врожайності комерційних сортів [11]. Одним з найбільш ефективних методів інтрогресії цінних та ефективних генів у нові сорти є використання міжвидової гібридизації [12]. У зв'язку з тим, що до останнього часу не проводились дослідження з поєднанням двох методів: міжвидової гібридизації та радіаційного опромінення, зокрема γ -промінням, ми поставили за мету виявити їх взаємний вплив на етапі проростання гібридного насіння від беккросування вторинних міжвидових гібридів [13].

У зв'язку з викладеним, метою нашого дослідження було виявити ефект від поєднання двох методів: міжвидової гібридизації та радіаційного опромінення γ -промінням на проростання гібридного насіння від беккросування складних міжвидових гібридів.

Матеріали і методи досліджень. В якості материнських форм для отримання гібридного насіння використані складні міжвидові гібриди $\{((S. bulbocastanum \times S. acaule) \times S. phureja) \times S. demissum\} \times S. andigenum / \times S. tuberosum$. Зразок 08.195/73 – триразовий беккрос восьмивидового гібрида, проте на одному з етапів замість беккросування використали схрещування шести- і двохвидових гібридів між собою, а 10.6Г38 – п'ятиразовий беккрос шестивидового гібрида. Запилювачами були різні сорти внутрішньовидового походження селекції Поліської дослідної станції ім. О. Засухіна.

Сухе гібридне насіння, яке характеризувалось складною генетичною природою, обробляли гамма-променями, джерелом яких був ^{60}Co на установці «Theratron Elit-80». Зважаючи на те, що мікробульби від рослин *in vitro* більш стійкі до радіаційного опромінення, ніж живці [14], а ботанічне насіння, порівняно із мікробульбами, а також враховуючи методику досліджень з іншими культурами, вибрані наступні варіанти доз обробки насіння: 100, 150 і 200 Гр. В якості контролю використовували необроблене насіння.

Процес пророщування насіння зводився до розміщення кожного варіанту в окремій чашці Петрі, нижню і верхню частину яких вкривали зволженим фільтрувальним папером [15]. Дослід був закладений 12 квітня 2014 року. Наклюнуте насіння переносили для подальшого росту у посівні ящики із сумішшю: 1 частина дернової землі, 1 частина піску і 1 частина перегною. Енергію проростання визначали за часткою насіння, яке наклюнулось у перші чотири доби, а лабораторну схожість – за часткою пророслого насіння впродовж 15 діб з початку його розміщення в чашках Петрі [16].

Результати та їх обговорення. Отримані дані (табл. 1) свідчать про неоднаковий вплив на проростання насіння дози опромінення. Порівняно з контролем, дуже низькою енергією проростання в перші чотири дні після намочування мало опромінене насіння дозою в 100 Гр. Незначне стимулювання життєздатності гібридного насіння за цей період відмічено за його обробки дозою в 150 Гр. Частка наклюнутого насіння в цьому варіанті була більшою, ніж у контролі на 3,2 %. Ще вищу стимулюючу дію на проростання насіння мала обробка його гамма-променями в дозі 200 Гр, що на 11,2 % більше, порівняно з контролем.

Таблиця 1

Проростання гібридного насіння картоплі залежно від дози гамма-опромінення, 2015 р.

№ з/п	Варіант	Намочено в чашках Петрі, шт.	Частка (%) насіння, яке проросло, за дні		Всього проросло, %
			1–4	5–9	
1	Контроль	1811	72,0	11,1	83,1
2	Опромінення 100 Гр	1811	45,5	7,5	53,0
3	Опромінення 150 Гр	1811	75,2	5,5	80,7
4	Опромінення 200 Гр	1811	83,2	10,2	93,4

Дещо інша реакція спостерігалась на 5–9 день після намочування насіння. У цей період продовжував проявлятися інгібуючий вплив на проростання насіння опромінення в дозі 100 Гр. Порівняно з контролем, частка його була меншою у варіанті на 3,6 %. Аналогічне стосувалось обробки насіння в дозі 150 Гр, де частка насіння, яке проросло в період 5–9 день, становила лише 5,5 %. Це майже у 2 рази менше, ніж у контролі. Невеликий вплив на появу паростків у цей період мала доза опромінення у 200 Гр, що, проте, виявилось нижчим, ніж у контролі, на 0,9 %.

Отримані дані дозволяють стверджувати, що обробка сухого насіння гамма-променями залежно від дози може мати інгібуючий або стимулюючий ефект на його енергію проростання та життєздатність. Також доведено, що переважаючий вплив на кількість пророслого насіння мала його частка в

перші чотири дні. Коефіцієнт кореляції між цим показником і загальною кількістю пророслого насіння був дуже високим ($r = +0,99$). Стосовно проростання насіння впродовж 5–9 днів залежність була середня ($r = +0,43$), а між строками проростання $r = +0,29$. Тобто, визначальним фактором у проростанні насіння виявилася його енергія, а не загальна життєздатність.

Досліджували також вплив біологічних особливостей потомства комбінацій схрещування на проростання насіння. Отримані дані (табл. 2) свідчать, що залежно від компонентів схрещування частка насіння, яке наклюнулось впродовж першого періоду (1–4 день після намочування) та другого (5–9 день), різнилась, іноді значною мірою.

Проростання насіння залежно від комбінацій схрещування, 2015 р.

№ з/п	Комбінація схрещування	Намочено в чашках Петрі, шт.	Частка (%) насіння, яке проросло (за дні)		Всього проросло, %
			1 – 4	5 – 9	
11	10.6 Г 38 х Летана	1400	69,6	8,0	77,6
22	08.195/73 х Межирічка	1256	71,5	12,5	84,0
33	08.195/73 х Подолія	1720	56,0	4,5	60,5
44	08.195/73 х Летана	1516	51,8	14,4	66,2
55	10.6 Г 38 х Тирас	1352	72,9	7,9	80,8

У двох комбінаціях материнськими формами використаний п'ятиразовий беккрос восьмивидового гібрида 10.6Г38. Запилювачами у першому випадку був сорт Летана, а у другому – Тирас. Отримані дані свідчать, що різниця у кількості насіння, яке наклонулось, між комбінаціями в перші чотири дні була 3,3 %. Це становило 4,7 % від меншої величини. У наступний період ситуація змінилася – менша частка пророслого насіння виявлена в комбінації 10.6Г38 х Тирас, хоча з невеликою різницею – 0,1 %. У цілому, за проявом показника комбінації відрізнялись на 3,2 %, що, можна віднести на рахунок кращого поєднання спадкових факторів контролю схожості насіння за використання запилювачем сорту Тирас.

У трьох комбінаціях материнською формою був триразовий беккрос восьмивидового гібрида 08.195/73. Вважаємо, що через відмінності у походженні його і згаданого раніше, специфічну взаємодію генотипів материнської форми та сортів-запилювачів виявлена особлива реакція на енергію проростання опроміненого насіння. Максимальним проявом показника характеризувалася комбінація 08.195/73 х Межирічка – 71,5 %. Водночас, у двох інших комбінацій отримані хоча і близькі, але значно нижчі результати. Стосовно комбінації 08.195/73 х Летана зниження прояву показника становило 1,4 рази, а 08.195/73 х Подолія – 1,3 рази.

Деяко іншою була ситуація стосовно трьох згаданих популяцій відносно проростання насіння на 5–9 день після їх намочування. Близькі значення показника мали дві комбінації із запилювачами сортами Межирічка і Летана. Дуже мало наклонулось насіння за цей період у комбінації 08.195/73 х Подолія – 4,5 %, що в 2,8–3,2 раз менше, ніж у двох інших.

В цілому, найвища лабораторна схожість насіння серед матеріалу, одержаного за участю беккроса 08.195/73, відмічена у комбінації з сортом Межирічка – 84,0 %, а мінімальна з сортом Подолія – 60,5 %, тобто різниця становила 23,5 %.

Порівнюючи одержані дані в комбінаціях з однаковим запилювачем – сортом Летана, але різними материнськими формами: 10.6Г38 і 08.195/73, можна відмітити його вплив на енергію проростання та схожість гібридного насіння. За участю першої з них за чотири дні різниця у проростанні насіння становила 17,8 %. Вона є значною, оскільки відмінність між популяціями у відносному значенні становила 34 %. У наступний період ця різниця зменшилася на 6,4 %, проте в кінцевому результаті вона сягала 11,4 %.

Виявлена висока залежність між енергією проростанням насіння та його життєздатністю ($r = + 0,92$). Проте кореляція між проростанням у другий період і лабораторною схожістю була низькою і складала лише $r = + 0,27$, а між проростанням за періодами – низькою і від'ємною ($r = - 0,13$).

Досліджували взаємний вплив на енергію проростання та лабораторну схожість насіння двох методів: міжвидової гібридизації та мутагенезу. У контролі (табл. 3) найвищою енергією проростання насіння характеризувалась популяція 10.6Г38 х Тирас – 91,4 %. Це майже у 2 рази вище, ніж у комбінації 08.195/73 х Летана, а також у 1,4 рази більше, порівняно з іншою популяцією, де використана аналогічна материнська форма.

Значні відмінності за проявом показника виявлені також у комбінацій за участю материнської форми триразового беккроса восьмивидового гібриду 08.195/73. У варіанті з використанням запилювача сорту Летана енергія проростання насіння виявилася в 1,5 разів меншою, порівняно із іншими популяціями цього блоку.

Деяко інша ситуація спостерігалася на другому етапі проростання насіння – впродовж 5–9 днів. Мінімальна частка насіння, яке проросло, виявлена в комбінації 10.6Г38 х Тирас – 6,5 %. Близькі дані отримані в популяції 08.195/73 х Подолія. Протилежне стосувалось потомства, отриманого з використанням згаданої материнської форми та сортів-запилювачів Летана і Межирічка.

Водночас, порівняно невелика частка насіння, яке проросло на 5-9 день після намочування в чашках Петрі, не вплинуло негативно на його лабораторну схожість у комбінації 10.6Г38 х Тирас, де відмічено максимальне значення показника. У популяції 08.195/73 х Летана величина його була в 1,5 раз меншою, що свідчить про значний вплив на проростання насіння компонентів схрещування.

Отримані дані також дозволили виявити специфічний взаємний вплив на схожість насіння спадковості потомства і доз його опромінення. За енергією проростання насіння всі популяції у варіанті з дозою 100 Гр, окрім 10.6Г38 х Тирас, не співпадали за рангами з контролем. Вважаємо, це виявилось наслідком специфічного взаємного впливу спадковості досліджуваного матеріалу та величини опромінення. Близькі дані отримані стосовно загальної кількості пророслого насіння.

Таблиця 3

Вплив комбінацій схрещування на проростання насіння за різних доз опромінення, 2015 р.

Комбінація схрещування	Варіант	Намочено в чашках Петрі, шт.	Частка (%) насіння, яке проросло (за дні)		Всього проросло, %
			1-4	5-9	
10.6 Г 38 х Летана	1, контроль	350	65,2	9,1	74,3
08.195/73 х Межирічка	1, контроль	314	76,4	16,6	93,0
08.195/73 х Подолія	1, контроль	430	78,4	7,0	85,4
08.195/73 х Летана	1, контроль	379	49,9	17,4	67,3
10.6 Г 38 х Тирас	1, контроль	338	91,4	6,5	97,9
Всього		1811	72,0	11,1	83,1
10.6 Г 38 х Летана	2	350	45,8	7,1	52,9
08.195/73 х Межирічка	2	314	66,8	11,2	78,0
08.195/73 х Подолія	2	430	47,0	0	47,0
08.195/73 х Летана	2	379	50,4	14,5	64,9
10.6 Г 38 х Тирас	2	338	88,8	5,9	94,7
Всього		1811	45,5	7,5	53,0
10.6 Г 38 х Летана	3	350	78,9	4,6	83,4
08.195/73 х Межирічка	3	314	58,6	12,7	71,3
08.195/73 х Подолія	3	430	21,4	2,8	24,2
08.195/73 х Летана	3	379	53,9	8,4	62,3
10.6 Г 38 х Тирас	3	338	35,8	3,6	39,4
Всього		1811	75,2	5,5	80,7
10.6 Г 38 х Летана	4	350	88,9	9,4	98,3
08.195/73 х Межирічка	4	314	88,4	9,9	94,3
08.195/73 х Подолія	4	430	77,2	8,1	85,4
08.195/73 х Летана	4	379	53,1	17,4	70,5
10.6 Г 38 х Тирас	4	338	75,7	15,7	91,4
Всього		1811	83,2	10,2	93,4

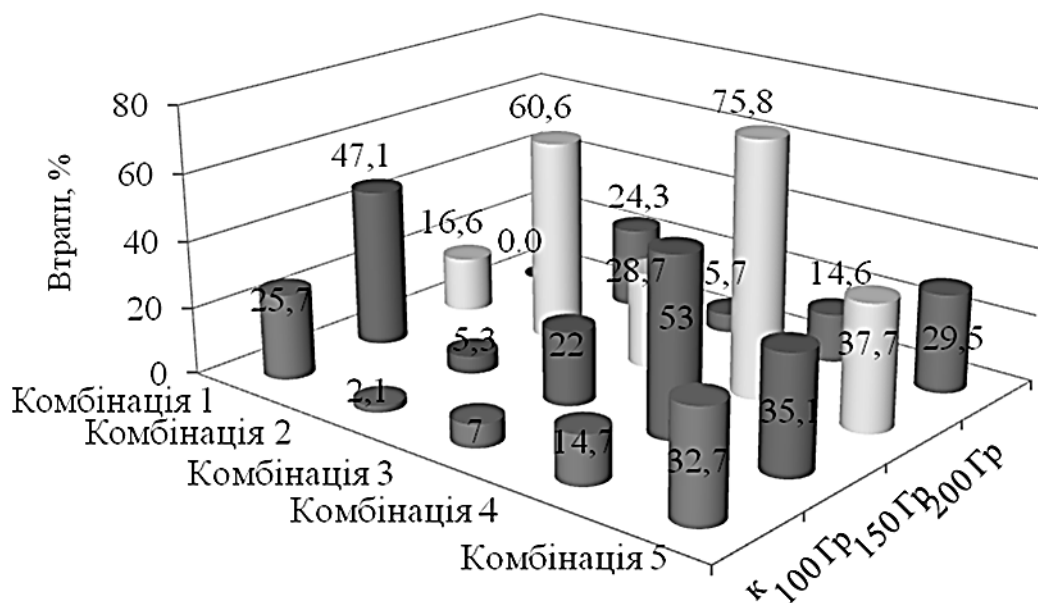
Результати дослідження дозволяють стверджувати про специфічність взаємного впливу спадковості та дози опромінення у 150 Гр на енергію проростання насіння. Порівняно з контролем, у популяціях 08.195/73 х Подолія та 10.6Г38 х Тирас різниця за часткою матеріалу і проявом показника була 55,6 % і більше. Водночас, у популяціях 10.6Г38 х Летана і 08.195/73 х Летана спостерігалось протилежне.

Доза опромінення в 150 Гр дуже негативно відбилась на проростанні насіння комбінаціях 10.6Г38 х Тирас і 08.195/73 х Подолія, у яких прояв показника виявився меншим, ніж у контролі, відповідно, на 58,5 і 61,0 %.

Лише в одній популяції 08.195/73 х Летана за опромінення дозою 200 Гр ранг частки насіння з великою енергією проростання співпав з контролем. За абсолютним значенням показника також відмінність дуже мала – 3,2 %.

Водночас, значна подібність за ранжуванням популяцій стосовно енергії проростання насіння виявлена між варіантами з дозами опромінення 150 і 200 Гр. Це стосувалось трьох з п'яти: 10.6Г38 х Летана, 10.6Г38 х Тирас і 08.195/73 х Межирічка. Повторюваність двічі в походженні потомства п'ятикратного беккреса шестивидового гібрида дозволяє припустити близьку реакцію на опромінення потомства з його участю.

За загальною кількістю пророслого насіння співпали з контролем ранги двох комбінацій: 08.195/73 х Межирічка і 08.195/73 х Летана. Однакову реакцію на опромінення потомства цих комбінацій деякою мірою можна пояснити аналогічністю материнських форм. Також відмічена особливість реакції на дозу 200 Гр насіння комбінації 08.195/73 х Подолія, що проявилось в однаковій частці кількості пророслого насіння, порівняно з контролем.



*Примітка: походження комбінації 1 – 10.6Г38 х Летана, 2 – 10.6Г38 х Тирас, 3 – 08.195/73 х Межирічка, 4 – 08.195/73 х Подолія, 5 – 08.195/73 х Летана.

Рис. 1. Втрати насіння на етапі його проростання залежно від походження матеріалу та доз опромінення

Втрати насіння на етапі проростання залежно від комбінацій схрещування та доз опромінення наведені на рисунку 1. Наведені дані свідчать про відносну стабільність проростання насіння комбінації 08.195/73 х Летана (на малюнку позначена як комбінація 5) незалежно від доз опромінення. Варіювання втрат насіння на першому етапі отримання сіяньців першого року у потомства цієї популяції знаходилося в межах 30–38 %.

Значний вплив на частку непророслого насіння гамма-опромінення виявлено в комбінації 08.195/73 х Подолія. Особливо це стосувалося дози 150 Гр, коли 76 % насіння, закладеного на пророщування, не виявило життєздатність.

Серед інших варіантів з негативним впливом на проростання насіння виділився з дозою опромінення 150 Гр в комбінації 10.6Г38 х Тирас. Водночас, у суміжних варіантах

насіння з такою характеристикою виявилось лише 5 і 9 %.

Висновки. Встановлено стимулюючий вплив радіаційного опромінення ^{60}Co на енергію проростання та лабораторну схожість ботанічного насіння від беккросування складних міжвидових гібридів картоплі. На початковому етапі проростання позитивний ефект мали дози: 150 і 200 Гр, а в кінці процесу – 200 Гр. Виявлений взаємний вплив двох методів: міжвидової гібридизації та дії мутагенного чинника на енергію проростання та лабораторну схожість насіння. Найбільший ефект за двома показниками одержаний в комбінації 08.195/73 х Межирічка. У комбінації 10.6Г38 Летана позитивний вплив опромінення виявлений в дозах 150 і 200 Гр, популяціях 08.195/73 х Межирічка і 08.195/73 х Летана в дозі 200 Гр, а в комбінації 08.195/73 х Подолія одержані однакові дані з контролем.

Бібліографічні посилання:

1. Iman, M. Haiba, Mona, F., & Abd-El, Aziz (2008). Biochemical effect of potato irradiation on potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera – Gelechiidae), Egypt. Acad. J. Biolog. Sci., 1 (2), 1–11.
2. Avdyukhina, V. M., Bliznyuk, U. Yu., Borschegovskaya, P. Yu, Ilyushin, A. S., Levin, I. S., Studenikin, F. R., & Chernyaev, A. P. (2016). Change of the kinetics of potato tuber sprouting after X-ray irradiation, Scientific notes of the Faculty of Physics M. V. Lomonosov Moscow State University, 3, 163701-1–163701-3.
3. Rezaee, M., Almassi, M., Majdabadi, A., Minaei, S., & Khodaddi, M. (2011). Sprout and Tuber Quality after Post Treatment with Gamma Irradiation on Different Dates, J. Agr. Sci. Tech., 13, 829–842.
4. Marcu, D., Damian, G., Cosma, C., & Cristea, V. (2013). Gamma radiation effects on seed germination, growth and pigment content, and ESR study of induced free radicals in maize (*Zea mays*). J. Biol Phys, 39(4), 625–634.
5. Toni, A. Wiendl, T. A., Wiendl, F. W., Arthur, P. B., Franco, S. S., Franco, J. G., & Arthur, V. (2013). Effects of gamma radiation in tomato seeds. International Nuclear Atlantic Conference – INAC, Recife, PE, Brazil, November (24-29 2013 y.), 42–45.
6. Podgaeckij, A. A. (2012). Mezovidovaja gibridizacija v selekcii kartofelja v Ukraine [Interspecific hybridization in potato breeding in Ukraine]. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 16(2), 471–479 (in Russian).
7. Podgajec'kyj, A. A. (2004). Harakterytyka genetychnyh resursiv kartopli ta i'h praktychne vykorystannja. [Characterization of potato genetic resources and their practical use]. Genetychni resursy roslyn, 1, 103–110 (in Ukrainian).
8. Podgajec'kyj, A. A. (2018). Teoretychni osnovy stvorennja vyhidnogo selekcionogo materialu kartopli [Theoretical bases of creation of the original breeding material of potatoes]. Mater. mizhnar. nauk.-prak. konf. «Goncharivs'ki chytannja», pry svjachenoi' 89-richchju z dnja narodzhennja M. D. Goncharova (24-25 travnja 2018 r.). Sumy, 16–18 (in Ukrainian).

9. Gruneberg, W., Mwanga, R., Andrade, M., & Espinosa, J. (2009). Selection methods Part 5: Breeding Clonally Propagated Crops. In: Ceccareli S., Guimaraes E. P., Weltzien E. Plant Breeding and farmer Participation, FAO, Rome, 275–322.
10. Sharma, R., Bhardwaj, V., Dalamu, D. (2014). Identification of elite Potato Genotypes Possessing Multiple Disease Resistance Genes through Molecular Approaches, *Scienta Horticulturae*, 2014, 179, 204–211.
11. Gopal, J., & Oyama, K. (2005). Genetic Base of Indian Potato Selections as Revealed by Pedigree Analysis, *Euphytica*, 142, 23–31.
12. Podgaietskyi, A. A., Kravchenko, N. V., Kruchko, L. V. (2015). Prospects of Source Material Selection of Potato with the Participation of Mexican Wild Species of Productivity. Potato-growing, Proceedings, Minsk, 23, 113–123 (in Russian).
13. Podgaietskyi, A. Ad., Kravchenko, N. V., & Podgaietskyi, A. An. (2017). Results of use in potato selection of interspecific hybrids with participation of *S. bulbocastanum* Dun. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding, 178(2), 33–37 (in Russian).
14. Bado, Souleymane, Rafiri, Matumelo Alice, El-Achouri, Kaoutar, Sapey, Enoch, Nielen, Stephan, Ghanim, Abdelbagi Mukhtar Ali, Forster, Brian Peter & Laimer, Margit (2016). In vitro methods for mutation induction in potato (*Solanum tuberosum* L.), *African Journal of Biotechnology*, 15(39), 2132–2145.
15. Kutsenko, V. S., Osipchuk, A. A., & Podgayetsky, A. A. (2002). *Metodychni rekomendacii' shhodo provedennja doslidzhen' z kartopleju* [Methodology for conducting the study with potatoes]. Nemishajeve (in Ukrainian).
16. Zhatova, H. O. (2009). *General seed studies*. University Book, Sumy (in Ukraine).

Podhaietskyi A. A., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kravchenko N. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Hnitetsky M. O., Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

GERMINATION OF HYBRID POTATO SEEDS UNDER THE INFLUENCE OF RADIATION

The article is devoted to determining the response of hybrid seeds in the process of germination to γ -irradiation. The main difference between its results was the study of the interaction of two methods: ionized irradiation and interspecific hybridization on the viability and germination of botanical seeds.

The source material used was seed from backcrossing complex interspecific hybrids. Maternal forms varied significantly in origin, and pollinators used varieties: Letana, Podolia, Tiras and Mezhirichka. The studies were performed according to the techniques adopted for use in potato studies. Seed germination was carried out under laboratory controlled conditions. Determined its viability (by number sprouted in the first four days) and laboratory similarity (on the ninth day after wetting). The seeds were treated with gamma rays, the source of which was ^{60}Co at the installation of "Theratron Elit-80". Dosing options for seed treatment: 100, 150 and 200 Gy. The control used untreated seeds.

One of the objectives of the experiment was to determine the overall effect on seed germination by γ -irradiation, regardless of the specificity of the heredity of the material under study. It was found that the germination energy with the greatest stimulating effect was the use of a dose of 200 Gy, which allowed to get 11.2 % more seed covered. Close control data were obtained with a 150 Gy dose. On the contrary, the viability of hybrid seeds decreased significantly by using a dose of 100 Gy – by 26.5 %. To a large extent, it concerned the proportion of all sprouted seeds.

The specificity of the reaction of offspring of combinations on γ -irradiation is proved. In terms of seed viability, it was the best in the combination of 10.6G38 x Tiras – 74.9 %. To a small extent, it was inferior in this respect to populations of 10.6G38 x Letana and 08.195/73 x Podolia. The opposite was true for the intersections of 08.195/73 x Podolia and 08.195/73 x Letana, considered because of the unsuccessful combination of hereditary back crosses 08.195 / 73 and Podolia and Letana varieties.

A specific relationship between heredity is revealed. hybrid seeds and the influence of radiation on its viability, field germination. With respect to the first indicator, a population of 08.195 / 73 x Letan was distinguished, in each of which there was an excess of control with a maximum difference of 74 % for irradiation doses of 150 Gy. With the exception of the 100 Gy variant, this statement referred to the offspring of 10.6G38 x Letane. Specificity of reciprocal influence of heredity of the offspring of the population 08.195/73 x Podolia in the absence of a stimulating effect on the viability of seeds of radiation exposure.

Positive influence on the laboratory germination of seeds using radiation irradiation with a dose of 150 and 200 Gy in combination with 10.6G38 x Letana. Only in populations 08.195/73 x Mezhirichka and 08.195 / 73 x Letana stimulating effect on seed viability had a small dose of 200 Gy. The same control results were obtained from the use of said dose in a population of 08.195/73 x Podolia. Only among the offspring with the origin of 10.6G38 x Tiras in all variants, compared with the control, there was a decrease in the viability of hybrid seeds.

Therefore, a specific reaction of dry irradiated seeds during germination was detected, which depended on both the heredity of the material under study and the doses of irradiation.

Keywords: potato, hybrid seeds, radiation doses, seed viability, laboratory similarity.

Подгаецкий А. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Кравченко Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Гнитецкий М. О., аспирант, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

ПРАСТАНИЕ ГИБРИДНЫХ СЕМЯН КАРТОФЕЛЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Статья посвящена определению реакции гибридных семян в процессе прорастания на обработку γ -излучением.

Отличительной особенностью ее результатов было исследование взаимного влияния двух методов: ионизированного облучения и межвидовой гибридизации на жизнеспособность и прорастание ботанических семян.

Исходным материалом были семена от беккроссирования сложных межвидовых гибридов. Материнские формы значительно отличались по происхождению, а в качестве опылителей были использованы сорта: Летана, Подолия, Тирас и Межиричка. Исследования выполняли согласно методик, принятых для использования в исследованиях с картофелем. Проращивание семян осуществляли в лабораторных контролируемых условиях. Определяли его жизнеспособность (по количеству семян, которые проросли в первые четверо суток) и лабораторную всхожесть (на девятый день после намачивания). Обработывали сухие семена гамма-лучами, источником которых был ^{60}Co на установке «Theratron Eliit-80». Варианты доз обработки семян: 100, 150 и 200 Гр. Контролем выступали необработанные семена.

Одним из заданий эксперимента было определение общего воздействия на прорастание семян γ -излучения независимо от специфичности наследственности исследуемого материала. Обнаружено, что наибольшим стимулирующим эффектом на энергию прорастания была доза 200 Гр, что позволило получить на 11,2 % больше наклюнувших семян. Близкие данные с контролем получены в варианте с дозой 150 Гр. Наоборот, жизнеспособность гибридных семян значительно снизилась при использовании дозы 100 Гр – на 26,5 %. В большей степени это касалось доли всех проросших семян.

Доказана специфичность реакции потомства комбинаций на γ -излучение. Относительно жизнеспособности семян лучшей она была в комбинации 10.6Г38 x Тирас – 74,9 %. Незначительно ей уступали в этом отношении популяции 10.6Г38 x Летана и 08.195/73 x Подолия. Противоположное касалось скрещиваний 08.195/73 x Подолия и 08.195/73 x Летана, из-за неудачной комбинации наследственности беккросса 08.195/73 и сортов Подолия и Летана.

Обнаружено специфическое соотношение между наследственностью гибридных семян и влиянием радиационного облучения на его жизнеспособность, полевую всхожесть. Относительно первого показателя выделилась популяция 08.195/73 x Летана, в которой в каждом из вариантов имело место превращение контроля с максимальной разницей 74 % при дозе облучения 150 Гр. За исключением варианта с облучением в 100 Гр выше изложенное касалось потомства 10.6Г38 x Летана. Специфичность взаимного влияния наследственности потомства популяции 08.195/73 x Подолия при отсутствии стимулирующего действия на жизнеспособность семян радиационного облучения.

Положительно повлияло на лабораторную всхожесть семян использование радиационного облучения с дозой 150 и 200 Гр в комбинации 10.6Г38 x Летана. Только в популяциях 08.195/73 x Межиричка и 08.195/73 x Летана стимулирующий эффект на жизнеспособность семян имела доза 200 Гр. Одинаковые результаты с контролем получены при использовании упомянутой дозы в популяции 08.195/73 x Подолия. Лишь среди потомства с происхождением 10.6Г38 x Тирас во всех вариантах, по сравнению с контролем, имело место снижение жизнеспособности гибридных семян.

Таким образом, выявлена специфическая реакция сухих облученных семян в процессе прорастания, что зависело как от наследственности исследуемого материала, так и доз облучения.

Ключевые слова: картофель, гибридные семена, дозы радиационного облучения, жизнеспособность семян, лабораторная всхожесть.

Дата надходження до редакції: 10.07.2019 р.

ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Радченко Микола Володимировичкандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-9376-8657
radchenkonikolay@ukr.net**Глупак Зоя Іванівна**кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-5330-1905
zoia_glupak@ukr.net**Данильченко Олесь Миколаївна**кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1251-4044
x-lesya-x@ukr.net

Наведені результати дослідження з ефективності використання різних доз мінеральних добрив на продуктивність міскантусу. За результатами досліджень було встановлено, що кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням мінеральних добрив в дозі N_{60} . Внесення мінеральних добрив в дозі N_{60} наприкінці вегетації міскантусу забезпечило отримання максимальної висоти 241,8 см, діаметру стебла 14,1 мм та кількості міжвузлів 7,1 шт./рослину. В результаті оцінених показників відмічено найбільшу кількість листків на рослині – 10,5 шт. з довжиною 95,0 см та шириною 2,5 см. При внесенні мінеральних добрив в дозі N_{60} відмічено максимальну вагу сухої рослини – 37,1 г з передзбиральною густрою 42,0 шт./м² та урожайністю 15,58 т/га.

Ключові слова: міскантус, мінеральні добрива, висота рослин, діаметр стебла, кількість міжвузлів, передзбиральна густина, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.6>

Вступ. Сучасний стан виробництва та використання біопалива в Україні знаходиться у стадії становлення, що складає лише 1 % від загального споживання енергоресурсів. Проблема використання альтернативних джерел енергії з відновлюваної сировини стає дедалі актуальнішою для сучасного суспільства у зв'язку з енергетичною кризою і екологічним станом, який погіршується [1, 2, 3].

Серед багатьох неузгоджених проблем у даній галузі є відсутність стандартів на сировину, недостатня кількість законодавчо-нормативних актів, а також виробники біопалива стикаються з проблемою недостачі сировини для забезпечення роботи протягом усього року. Для стабільного завантаження виробничих потужностей біопаливних заводів необхідна планова кількість органічної сировини та відповідна логістика. Дану проблему можливо вирішити завдяки створенню власних енергетичних плантацій високопродуктивних культур швидкої ротації з високою врожайністю біомаси із підвищеним вмістом целюлози та лігніну.

З поміж цілого ряду високопродуктивних культур перспективною для виробництва біопалива у вигляді паливних гранул є багаторічна злакова культура міскантус [4]. Міскантус давно відомий на трьох континентах – в Азії, Африці і Австралії, а в Європу потрапив на початку 1990 років. В Україні попит на енергію з відновлюваних джерел з кожним роком зростає. Збільшується інтерес до вирощування та впровадження високопродуктивних трав'янистих рослин, таких, як види роду *Miscanthus* Anderss. [3]. Його актуальність з'явилася, коли виникла проблема енергозалежності. Тоді міскантус визнали революційною культурою в якості сировини для

виробництва біопалива, а також для виробництва енергії шляхом його безпосереднього спалювання. Широке впровадження міскантусу у культуру землеробства сприятиме не лише отриманню відновлюваної енергії з біомаси, а й поліпшенню екологічного стану агроландшафтів України [5].

Під час вирощування фітоенергетичних культур важливим елементом технології є використання добрив з метою підвищення врожайності вегетативної маси. Тому необхідно дослідити ріст і розвиток та продуктивність рослин міскантусу залежно від фону живлення. Однією з важливих умов одержання високих урожаїв міскантусу за раціональних затрат на його вирощування є визначення оптимальних норм добрив. За даними професора В. Зінченка, з урожаєм 20 т сухої маси міскантусу з 1 га виноситься близько 60 кг N, 16 кг P₂O₅, 80 кг K₂O за невисокого рівня удобрення. Досить позитивно впливає на продукування біомаси внесення азотних добрив до 90 кг/га. Загальні потреби в поживних речовинах такі: азот (N) 2-5, фосфор (P) 0,3-1,1 кг/т сухої маси [6].

Проте Райнерд Шперр із Австрії вважає по іншому, що потреба міскантусу в добривах досить невелика, тому не потрібно удобрювати його в перший рік після садіння. Можливе і навіть бажане удобрення міскантусу його золою, але не рекомендується підживлювати рідким гноєм. Потреба в азоті або добривах є досить низькою через збереження потенціалу в кореневищах [7]. У зв'язку з цим виникає потреба у більш детальному визначенні норми добрив для вирощування міскантусу.

Аналіз літературних джерел свідчить, що у період вегетації потреба рослин міскантусу в мінеральних добривах є

Вісник Сумського національного аграрного університету

Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (37), 2019

низькою. Середня рекомендована доза поживних речовин на рік, що застосовується на практиці, складає: азоту 50 кг/га, фосфору – 5 кг/га та калію 30 кг/га. Завдяки відтоку поживних речовин (з осені до весни) із надземної частини у підземну та мульчі із опалих листків відбувається щорічно рециркуляція елементів живлення. Крім того, вони накопичуються у ризомах і використовуються повторно у новому вегетаційному періоді. Коренева система цієї культури проникає досить глибоко і може використовувати поживні речовини з глибших шарів ґрунту [8, 9, 10].

За дослідженнями Курило В. Л. встановлено особливості формування продуктивності міскантусу гігантського залежно від маси ризомів, густоти їх садіння та дози мінеральних добрив в умовах Центрального Лісостепу України. Досліджено, що кількість пагонів збільшувалась із збільшенням норми добрив від 14,0 до 20,8 шт. на одну рослину. У досліді спостерігали таку тенденцію: за збільшення дози добрив від $N_0P_0K_0$ до $N_{60}P_{25}K_{30}$ урожайність сухої біомаси зростала в середньому від 1,3 до 2,8 т/га [11].

Даними Скачок Л. М. і Квак В. М. показаний вплив різних систем удобрення на продуктивність при вирощуванні міскантусу. Для вирощування міскантусу доцільним є використання альтернативних джерел органічних добрив (солома, 10 т/га + сидерат – люпин вузьколистий) та зменшення норми мінеральних добрив за рахунок внесення рідкого полімінерального добрива Оазис. Максимальний розрахунковий вихід твердого палива та енергії отримано з біомаси міскантусу – 13,4 т/га та 214,4 ГДж на варіанті сидерат + солома, 10 т/га + $N_{20}P_{15}K_{55}$ + Оазис, що на 17–21 % відповідно більше, ніж на фоні (гній 40,0 т/га + $N_{40}P_{15}K_{60}$) [12].

Перспективним напрямком досліджень є подальше проведення досліджень щодо встановлення економічної доцільності та окупності різних доз добрив а також вивчення нових елементів технології за вирощування міскантусу.

Мета дослідження – вивчити продуктивність міскантусу за різних доз добрив як перспективної енергетичної культури для отримання біопалива в умовах північно-східної частини Лісостепу.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися на базі навчально-наукового виробничого центру Сумського НАУ за загальноприйнятими методиками [13] протягом 2017–2018 рр. Ґрунти дослідного поля чорнозем типовий потужний важко-суглинковий середньогумусний, який характеризується такими показниками: вміст гумусу в орному шарі (за І. В.Тюриним) – 4,0 %, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5), вміст легкогідролізованого азоту (за І. В. Тюриним) 9,0 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Ф. Чиріковим) відповідно 14 мг і 6,7 мг на 100 ґрунту.

Агротехніка в досліді відповідала рекомендованій на час їх проведення для зони північно-східної частини Лісостепу, за виключенням агрозаходу, який передбачавсь схемою досліді для вивчення, а саме дози мінеральних добрив.

Польові досліді були закладені рендомізованим способом у трьохкратному повторенні. Облікова площа елементарної ділянки становила – 50 м². Як матеріал для досліді був використаний сорт міскантусу Осінній зорецвіт.

Схема досліді:

- контроль (без добрив);
- N_{30} – внесення у фазу куціння;
- N_{60} – внесення у фазу куціння;

Результати та їх обговорення. Для розробки сучасних технологій вирощування рослин виникає необхідність вивчення закономірностей їх росту, розвитку і формування врожаю та його якості залежно від дії агротехнічних заходів, таких як доза мінеральних добрив.

Темпи росту і розвитку рослин міскантусу у процесі вегетації дають можливість своєчасно впливати на процес формування високої продуктивності культури. Куперман Ф. М. стверджує, що однією із головних ознак, що визначає ріст і розвиток рослин, є висота [14]. Формування надземної маси міскантусу, зокрема висоти, залежить від морфологічних особливостей сорту, гідротермічних і агротехнологічних заходів, у тому числі й від удобрення. Вимірюючи висоту основного пагона міскантусу в різні періоди проведення обліків (табл. 1), бачимо, що на варіанті без добрив висота основного пагона була найменшою впродовж всього періоду вегетації.

Таблиця 1

Висота, діаметр та кількість міжвузлів на стеблі рослин міскантусу залежно від фону живлення (середнє за 2017–2018 рр.)

Фон живлення	Висота рослин, см	Діаметр стебла, мм	Кількість міжвузлів на стеблі, шт.
У період вегетації (липень)			
Без добрив (контроль)	172,4±5,6	8,4±0,3	5,8±0,5
N_{30}	186,4±6,2	10,8±0,4	6,2±0,6
N_{60}	211,6±6,0	12,0±0,4	7,1±0,6
Наприкінці вегетації (кінець серпня початок вересня)			
Без добрив (контроль)	201,3±5,8	9,2±0,4	6,4±0,4
N_{30}	217,8±6,0	11,7±0,4	7,3±0,5
N_{60}	241,8±6,5	14,1±0,5	8,0±0,5

У другій декаді липня висота рослин на контролі становила 172,4 см, тоді як на удобрених варіантах вона була вищою на 14,0–39,2 см.

У серпні приріст висоти головного пагона міскантусу був у середньому на 29–31 см більший, ніж у липні. У серпні місяці висота головного пагона була в межах від 201,3 до 241,8 см залежно від досліджуваних варіантів. Максимальний показник висоти 241,8 см спостерігали на варіанті із внесенням добрив N_{60} , і найнижчий показник 201,3 см відмічено на

варіанті без внесення добрив (табл. 1). Приріст рослин у висоту – одне з найбільш яскравих відображень життєдіяльності рослинного організму, який, за даними В. О. Рубіна залежить від усієї сукупності процесів обміну, що відбуваються в рослинах [15].

Діаметр стебла у період вегетації коливався в межах 8,4–12,0 мм. Найбільший діаметр стебла становив на варіанті N_{60} – 12,0 мм, що більше ніж на контролі на 3,6 мм та на 1,2 мм на варіанті N_{30} . Наприкінці вегетації діаметр стебла коливався від 9,2 до 14,1 мм. Максимальний показник отримано

на варіанті N₆₀ – 14,1 мм, що більше на 4,9 та 2,4 мм, відповідно (табл.1).

Стебло у міскантусу, на відміну від інших злакових культур, частково або повністю заповнене білою м'якою серцевиною. Міжвузля біля основи стебла дуже короткі, а у верхній частині стебла досягають значної довжини за рахунок поділу інтеркалярної меристеми [16].

Так, у період вегетації найбільша кількість міжвузлів на стеблі спостерігалася на варіанті N₆₀ – 7,1 шт., що більше в порівнянні з контролем на 1,3 шт. та з N₃₀ на 0,9 шт. Наприкінці вегетації кількість міжвузлів збільшилася, але не суттєво, так на контролі кількість міжвузлів становила 6,4 шт., N₃₀

– 7,3 шт. та N₆₀ – 8,0 шт., що більше в порівнянні з періодом вегетації на 0,6-0,9 шт. на стеблі (табл. 1).

Після появи сходів у рослин міскантусу один за одним починають розвиватися листки, яких на рослині формується до 16-20 шт. Вони лінійної форми із зазубненням вздовж країв. Довжина листка становить від 0,5 до 1,0 м, ширина – від 1,0 до 2,5 см.

Листок один з основних органів рослини, що займає бокове місце на стеблі і виконує функції фотосинтезу, транспірації та газообміну. Кількість листків на головному пагоні дають можливість сформувати фотосинтезуючий апарат рослини, що сприяє накопиченню біомаси.

Таблиця 2

Кількість листків та їхній розмір на стеблі рослин міскантусу залежно від фону живлення (середнє за 2017–2018 рр.)

Фон живлення	Листок		
	кількість на стеблі, шт.	довжина, см	ширина, см
У період вегетації (липень)			
Без добрив (контроль)	7,8±0,3	75,4±1,8	1,6±0,2
N ₃₀	8,7±0,4	85,2±2,0	1,9±0,2
N ₆₀	9,5±0,4	93,2±1,8	2,4±0,3
Наприкінці вегетації (кінець серпня початок вересня)			
Без добрив (контроль)	8,5±0,4	77,5±1,9	1,7±0,2
N ₃₀	9,8±0,5	88,7±2,0	2,0±0,3
N ₆₀	10,5±0,4	95,0±2,1	2,5±0,3

В результаті оцінених показників таблиці 2 відмічено найбільшу кількість листків у період вегетації за варіанту N₆₀ – 9,5 шт./стеблі, а найменшу на контролі 7,8 шт./стеблі, на варіанті N₃₀ – 8,7 шт./стеблі.

Аналогічна тенденція спостерігалася наприкінці вегетації, так найбільша кількість листків на стеблі становила за варіанту N₆₀ – 10,5 шт., на контролі – 8,5 шт., N₃₀ – 9,8 шт. Різниця у кількості листків на стеблі між періодами вегетації коливалася від 0,7 до 1,0 шт.

Довжина листків у період вегетації становила від 75,4 до 93,2 см, наприкінці вегетації від 77,5 до 95,0 см. Різниця між періодами вегетації була несуттєвою і становила 1,7–2,1 см. Найбільша довжина листків сформувалася на варіанті N₆₀ у період вегетації 93,2 см, наприкінці вегетації 95,0 см, що

більше в порівнянні з контролем на 17,8, 17,5 см, на варіанті N₃₀ – 8,0, 6,3 см, відповідно.

Ширина листків на контролі у період вегетації становила 1,6 см, наприкінці вегетації 1,7 см, що більше в порівнянні з варіантом N₃₀ на 0,3, 0,3 см, варіантом N₆₀ – на 0,8, 0,8 см, відповідно. Так, найбільша ширина листків становила за варіанту N₆₀ у період вегетації 2,4 см, наприкінці вегетації 2,5 см.

У літній період з кінця липня нижні листки старіють, оскільки розвинений листовий потенціал культури запобігає достатньому освітленню рослин. Восени після першого морозу, старіння прискорюється і поживні речовини накопичуються у кореневищах. Листки відмирають, а згодом і стебла висихають впродовж зими до відносно низького вмісту вологи, відповідно вага рослини знижується.

Таблиця 3

Вага рослини міскантусу, г (середнє за 2017–2018 рр.)

Фон живлення	Вага рослини наприкінці вегетації (серпень-вересень)	Вага рослини сухої рослини (березень-квітень)
Без добрив (контроль)	48,5±4,2	25,1±2,3
N ₃₀	69,0±4,6	32,5±2,7
N ₆₀	77,0±5,0	37,1±2,8
НІР ₀₅	3,20	2,42

Наприкінці вегетації вага рослин коливалася в межах 48,5–77,0 г. Найменша вага рослин відмічена на контролі – 48,5 г, що більше на 20,5 г за варіанту N₃₀, та на 28,5 г варіанту N₆₀. Таким чином максимальна вага становила 77,0 г за варіанту N₆₀.

Вага сухої рослини на контролі становила 25,1 г, N₃₀ – 32,5 г, N₆₀ – 37,1 г. Максимальна вага сухої рослини відмічена за варіанту N₆₀ – 37,1 г, що більше на 4,6 г за варіанту N₃₀ та 12 г на контролі.

Важливим показником, що визначає величину асиміляційної поверхні на одиниці площі, є густина стеблостою, яка на відміну від густоти стояння рослин залежить від особливостей їх розвитку, зокрема від здатності в конкретних умовах утворювати додаткові пагони. Тобто здатність культур до куцїння повинна бути спрямована для створення значної надземної маси.

З рисунку 1 видно, що із збільшенням норми добрив кількість пагонів на 1 м² зростала, що є позитивною ознакою.

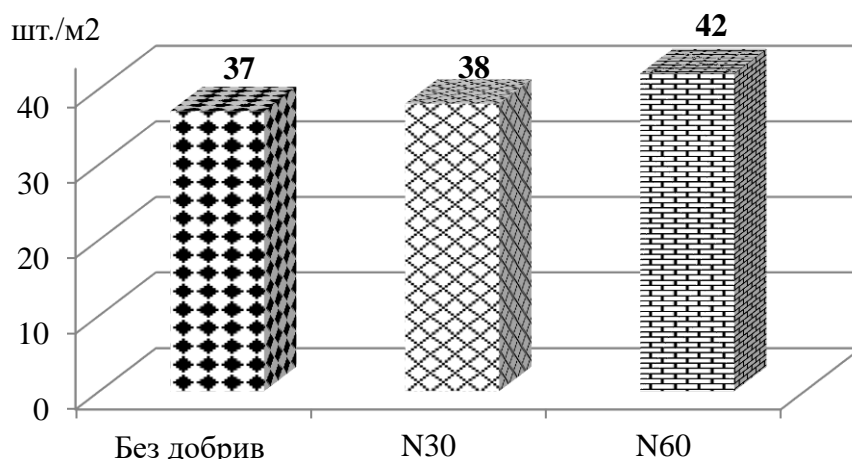


Рис. 1. Передзбиральна густина міскантусу залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2017-2018 рр.), шт.

Передзбиральна густина рослин міскантусу з внесенням різних доз добрив змінювалася. Так найбільша густина відмічена за варіанту N₆₀ і становила 42 шт./м², дещо меншу гулоту було отримано за варіанту N₃₀ – 38 шт./м² і найменша густина була сформована на контролі 37,0 шт./м².

Основним показником міскантусу гігантського за господарсько-цінними ознаками в якості біомаси є урожайність. Урожайність рослин міскантусу зростала за внесення мінеральних добрив (рис. 2).

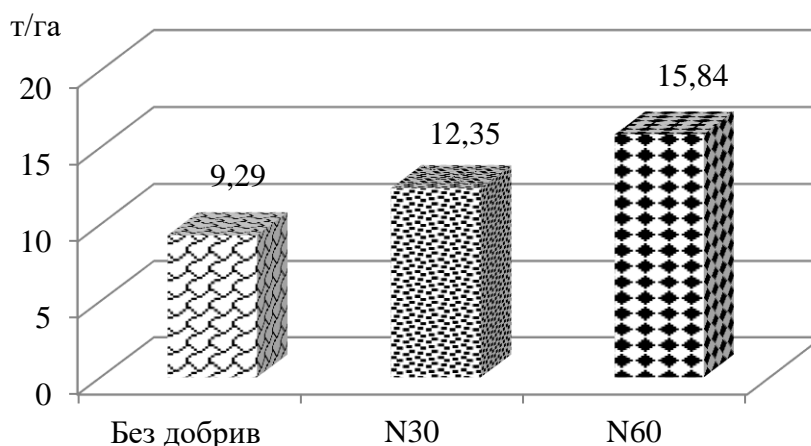


Рис. 2. Урожайність сухої біомаси рослин міскантусу залежно від дози мінеральних добрив (середнє за 2017-2018 рр.), т/га

За аналізом показників урожайності міскантусу гігантського за роки досліджень і відповідно варіантів відмічено, що максимальну урожайність за дозами добрив отримано на варіанті N₆₀ – 15,58 т/га, що більше на 20,7 % за варіанту N₃₀ (12,35 т/га) та на 40,4 % за контроль (9,29 т/га). Проведена математична обробка даних виявила статистично суттєву різницю між варіантами досліджу. Сила впливу фактора дози мінеральних добрив склала 99,5 %. НІР₀₅ = 0,46.

Висновки. За результатами досліджень було встано-

влено, що кращі умови для росту, розвитку і формування врожаю склалися на варіанті з внесенням мінеральних добрив в дозі N₆₀. Внесення мінеральних добрив в дозі N₆₀ наприкінці вегетації міскантусу забезпечило отримання максимальної висоти 241,8 см, діаметру стебла 14,1 мм та кількості міжвузлів 7,1 шт./рослину. При внесенні мінеральних добрив в дозі N₆₀ відмічено максимальну вагу сухої рослини – 37,1 г з передзбиральною гулотою 42,0 шт./м² та урожайністю 15,58 т/га.

Бібліографічні посилання:

1. Shpaar, D., Drager, D., Kalenskaja, S., & Rahmetov, D. (2006). Vozobnovljaemye rastitel'nye resursy [Renewable vegetable resources]. Uchebnoe posobie po Ispol'zovaniju vozobnovljaemogo rastitel'nogo syr'ja. Innovacyonij centr zashhity rastenija, Sankt-Peterburg (in Russian).
2. Rahmetov, D. B. (2011). Teoretychni ta prykladni aspekty introdukcii' roslin v Ukraїni [Theoretical and applied aspects of introduction of plants are in Ukraine]. Agrar Media Grup, Kyiv 2 (in Ukrainian).

3. Bljum, Ja. B., Grygorjuk, I. P., & Dmytruk, K. V. (2014). Systema vykorystannja bioresursiv u novitnih biotehnologijah otrymannja al'ternatyvnyh palyv [The system of the use of bioresources is in the newest biotechnologies of receipt of alternative fuels]. Agrar Media Grup, Kyiv (in Ukrainian).
4. Kvak, V. M. (2014). Optyimizacija elementiv tehnologii' vyroshhuvannja miskantusu dlja vyrobnyctva biopalyva v zahidnij chastyni Lisostepu Ukrai'ny [Optimization of elements of technology of growing of miskantusu is for the production of biopropellant in western part of Forest-steppe of Ukraine]. dys. kandydata s.-g. nauk, Kyiv (in Ukrainian).
5. Roi'k, M. V., Kurylo, V. L., Ganzhenko, O. M., & Ganzhenko, O. M. (2012). Perspektyvy rozvytku bioenergetyky v Ukrai'ni [Prospects of development of bioenergetics are in Ukraine]. Cukrovi burjaky, 2-3, 6–8 (in Ukrainian).
6. Zinchenko, V. O., & Kusajlo, V. P. (2006). Biogelioenergiya – nashe energetychnе majbutnje [Biogelioenergiya is our power future]. Propozycja, 8, 130-132 (in Ukrainian).
7. Rajnerd Shperr. Jenergeticheskoe rastenie – Miskantus [Power plant – Miskantus – [Electronic resource]. Access mode: <http://www.energiepflanzen.at>. (in Russian).
8. Tuomisto, H. L., Hodge, I. D., Riordan, P., & Macdonald, D. W. (2012). Comparing energy balances, greenhouse gas balances and biodiversity impacts of contrasting farming systems with alternative land uses. *Agricultural Systems*, 108, 42-49.
9. Zegada-Lizarazu, W., Cosentino, S. L., & Zatta, A. (2010). Agronomic aspects of future energy crops in Europe. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 4(6), 674–691.
10. Kharytonov, M., Martynova, N., & Opanasenko, V. (2016). Agricultural and Mechanical Engineering. comparative analysis of miscanthus productivity parameters under the Forest-Steppe and Steppe zones conditions of Ukraine. *ISB-INMA TEH'*, Bucharest, 55–58.
11. Kurylo, V. L., Gumentyk, M. Ja., Kvak, V. M., & Dubovyj, Ju. P. (2016). Udoshkonalennja elementiv tehnologii' vyroshhuvannja miskantusu v umovah Central'nogo Lisostepu Ukrai'ny dlja vyrobnyctva tverdogo biopalyva [An improvement of elements of technology of growing of miskantusu is in the conditions of Central Forest-steppe of Ukraine for the production of hard biopropellant]. *Naukovi praci instytutu bionergetychnyh kul'tur i cukrovych burjakiv*, Kyiv, 24, 77–85 (in Ukrainian).
12. Skachok, L. M., & Kvak, V. M. (2016). Kompleksna ocinka vyroshhuvannja bioenergetychnyh kul'tur zalezno vid riznyh system udobrennja [A complex estimation of growing of biopower cultures is depending on the different systems of fertilizer]. *Naukovi praci instytutu bionergetychnyh kul'tur i cukrovych burjakiv*. Kyiv 24, 86-92 (in Ukrainian).
13. Dospheov, B. A. (1985). *Metodyka polevogo opyta* [Method of the field experience]. Agropromy'zdat, Moskva (in Russian).
14. Kuperman, F. M. (1982). *Byologija razvytyja kul'turnyh rastenyj* [Biology of development of kul'turnikh plants]. Vyysshaja shkola, Moskva (in Russian).
15. Rubyn, B. A. (1961). *Kurs fyzyologyy rastenyj* [Course of phytophysiology]. Vyysshaja shkola, Moskva (in Russian).
16. Grygora, I. M., Shabarova, S. I., & Alejnikov, I. M. (2000). *Botanika* [Botany]. Fitocentr, Kyiv (in Ukrainian).

Radchenko M. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Hlupak Z. I., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Danylchenko O. M., PhD (Agricultural Sciences), Senior Lecturer, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

CULTIVATION OF MISCANTHUS UNDER CONDITIONS OF THE NORTHEASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The problem of using alternative energy sources from renewable feedstock is becoming more and more of great current interest for modern society due to energy crisis and ecological situation which is getting worse. Among many high-yielding plants, perennial cereal miscanthus is an appreciable one for producing biofuel in the form of fuel granules.

Cultivating phytoenergetic cultures it is important to apply fertilizers as an important component of the technology, which is aimed at raising yielding capacity of vegetative mass.

Unlike other cereals, culm of miscanthus is partially or fully filled with white soft pith. Joints at the bottom of the culm are quite short, and on the top part of the culm they can be of a large length due to the division of intercalary meristem.

Thus, during the growing season the largest amount of joints on the culm was in the variant N₆₀ – 7.1 pieces which is more comparing with the control on 1.3 pieces and with N₃₀ - on 0.9 pieces. At the end of the growing season the amount of joints raised slightly. Thus, in the control variant the amount of joints was 6.4 pieces, N₃₀ – 7.3 pieces and N₆₀ – 8.0 which is more comparing with the growing season on 0.6 – 0.9 pieces on the culm.

As the result of the estimated indices we defined the greatest amount of leaves in the growing season by the variant N₆₀ – 9.5 pieces per culm, and the least amount was on the control 7.8 pieces per culm, in the variant N₃₀ – 8.7 pieces per culm. The same tendency was at the end of the growing season. Thus, the largest amount of leaves on the culm was in the variant N₆₀ – 10.5 pieces, on the control – 8.5 pieces, N₃₀ – 9.8. The difference in leaves amount on the culm between growing seasons varied from 0.7 to 1.0 pieces.

At the end of vegetation the weight of plants was 48.5–77.0 g. The least weight of plants was on the control – 48.5 g which is more on 20.5 g than in the variant N₃₀, and on 28.5 g of the variant N₆₀. So the maximal weight was 77.0 gr in the variant N₆₀.

The weight of dry plant on the control was 25.1 g, N₃₀ – 32.5 g, N₆₀ – 37.1 g. The maximal weight of dry plant was in the variant N₆₀ – 37.1 g, that is more on 4.6 g in the variant N₃₀ and 12 g on the control.

Pre-harvest density of miscanthus plants by applying different doses of fertilizers varied. Thus, the greatest density was in the variant N₆₀ – 42 pieces per m². The less density was got in the variant N₃₀ – 38 pieces per m² and the least density was on the control – 37.0 pieces per m².

According to the analysis of yield capacity indices of miscanthus during the years of research and different variants we pointed out that the maximal yielding capacity as for fertilizer doses was in the variant N₆₀ – 15.58 tons per ha, that is more on 20.7 % than in

the variant N₃₀ (12.35 tons per ha) and on 40.4 % that in the control variant (9.29 tons per ha).

Key words: *Miscanthus*, mineral fertilizers, plant height, stem diameter, number of internodes, pre-harvesting density, yield.

Радченко Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Глупак З. И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

Данильченко А. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель, Сумской национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

ВЫРАЩИВАНИЕ МИСКАНТУСУ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Проблема использования альтернативных источников энергии из возобновляемого сырья становится все более актуальной для современного общества в связи с энергетическим кризисом и экологическим состоянием, которое ухудшается. С между целого ряда высокопроизводительных культур перспективной для производства биотоплива в виде топливных гранул является многолетняя злаковая культура мискантус.

Во время выращивания фитоэнергетичних культур важным элементом технологии является использование удобрений с целью повышения урожайности вегетативной массы. Стебель в мискантусу, в отличие от других злаковых культур, частично или полностью заполнено белой мягкой сердцевиной. Междоузлия около основы стебля очень короткие, а в верхней части стебля достигают значительной длины за счет разделения интеркалярной меристемы.

В период вегетации наибольшее количество междоузлий на стебле наблюдалось на варианте N₆₀ – 7,1 шт., что больше по сравнению с контролем на 1,3 шт. и N₃₀ на 0,9 шт. В конце вегетации количество междоузлий увеличилось, но не существенно, так на контроле количество междоузлий составляло 6,4 шт., N₃₀ – 7,3 шт. и N₆₀ – 8,0 шт., что больше по сравнению с периодом вегетации на 0,6–0,9 шт. на стебле.

В результате оцененных показателей отмечено наибольшее количество листьев в период вегетации при варианте N₆₀ – 9,5 шт./стебле, а наименьшую на контроле 7,8 шт./стебле, на варианте N₃₀ – 8,7 шт./стебле. Аналогичная тенденция наблюдалась в конце вегетации, так наибольшее количество листьев на стебле составляло при варианте N₆₀ – 10,5 шт., на контроле – 8,5 шт., N₃₀ – 9,8 шт. Разница в количестве листьев на стебле между периодами вегетации колебалась от 0,7 до 1,0 шт.

В конце вегетации вес растений колебался в пределах 48,5–77,0 г. Наименьший вес растений отмечен на контроле – 48,5 г, что больше на 20,5 г при варианте N₃₀, и на 28,5 г варианта N₆₀. Таким образом максимальный вес составлял 77,0 г при варианте N₆₀. Вес сухого растения на контроле составлял 25,1 г, N₃₀ – 32,5 г, N₆₀ – 37,1 г. Максимальный вес сухого растения отмечен при варианте N₆₀ – 37,1 г, что больше на 4,6 г при варианте N₃₀ и 12 г на контроле.

Предуборочная плотность растений мискантусу с внесением разных доз удобрений изменялась. Так наибольшая плотность отмечена при варианте N₆₀ и составляла 42 шт./м², несколько меньшую плотность было получено при варианте N₃₀ – 38 шт./м² и наименьшая плотность была сформирована на контроле 37,0 шт./м².

За анализом показателей урожайности мискантусу за годы исследований и соответственно вариантов отмечено, что максимальная урожайность за дозами удобрений получена на варианте N₆₀ – 15,58 т/га, что больше на 20,7 % при варианте N₃₀ (12,35 т/га) и на 40,4 % за контроль (9,29 т/га).

Ключевые слова: мискантус, минеральные удобрения, высота растений, диаметр стебля, количество междоузлий, предуборочная плотность, урожайность.

Дата надходження до редакції: 04.07.2019 р.

SCREENING OF VARIETY COLLECTIONS OF SUNFLOWER AND WINTER WHEAT FOR CADMIUM LOW ACCUMULATION

Fu Yuanzhi

Postgraduate Student
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Wu Liuliu

Postgraduate Student
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Trotsenko Volodymyr Ivanovych

Doctor (Agricultural Sciences), Professor
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: 0000-0001-8101-084
vtrosenko@ukr.net

Zhatova Halyna Oleksiivna

PhD (Agricultural Sciences), Professor
Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: 0000-0002-8606-6750
gzhatova@ukr.net

Cadmium pollution in soil is a long-term and urgent problem, which directly affects the edible value of sunflower and winter wheat and may cause harm to human health. Breeding new varieties with low cadmium accumulation can effectively reduce the content of this element in seeds and fundamentally solve the risk of cadmium entering the human body through seeds and oil. In this paper, the method and significance of breeding sunflower and winter wheat with low cadmium accumulation were discussed.

Keywords: collection, samples, sunflower, winter wheat, Cd accumulation, breeding

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.7>

Introduction. Cadmium (Cd) is a heavy metal widely known to be the most toxic in nature, and is listed as the primary heavy metal pollution source by the US Environmental Protection Agency (EPA). As an essential element for plants and animals, cadmium (Cd) naturally exists in the soil during the development of the parent material of soil, and usually does not harm the soil ecological environment [1, 2, 3, 4]. With the continuous development of industry, agriculture and human activities, soil cadmium pollution may become more and more serious. The problem of soil Cd pollution caused by the unreasonable use of pesticides and fertilizers is increasingly serious. Crops absorb cadmium from the soil and accumulate in plants, affecting the yield or quality of crops, and further enter into the human's body through the food chains, affecting human health [5, 6, 7]. This has become a very serious environmental problem.

In order to prevent the accumulation of heavy metals in the soil, many countries in the world have formulated limit standards of heavy metals in some fertilizers. The EU countries do not have uniform heavy metal limits in chemical fertilizers, and they manage the fertilizers by their own laws and regulations. [9]. It is of great significance to study the mechanism of Cd tolerance of crops and select breeding of low Cd materials.

At present, various crops such as rice, maize, wheat, and cotton have been studied for their Cd tolerance mechanism and low-Cd material screening [10, 11, 12]. Compared with other cereals, wheat mainly accumulates Cd through the root system, and migrates to the above-ground part, and finally accumulates in the wheat grain [13]. It was reported that Cd is more toxic to wheat than other toxic metals. Cd toxicity reduces the absorption and transport of essential elements in wheat. The root growth and

morphology of wheat is seriously affected, resulting in the decrease of plant growth, biomass and grain yield [13]

Previous studies have shown that phosphate fertilizers often contain high amounts of heavy metals such as Cd, and long-term application of phosphate fertilizers will inevitably lead to excessive Cd content in soil. But for conditions of Ukraine with average dose of phosphorus fertilizers 60 kg in the soil it is introduced annually 30–35 g/hectare of cadmium. This is the factor that determines a rather high average concentration of Cd in the arable lands of Ukraine – about 0.15 mg/kg of soil.

Sunflower and winter wheat are of important economic crops in Ukraine. According to EU standards, sunflower cadmium accumulation should not be more than 0,05 mg/kg. However, Cd can be accumulated to a relatively high level with no disadvantage to its ontogenesis [14].

The problem must be confronted with reducing Cd-contaminated to be solved urgently. The fact that genetic variability exists with a species in the tendency to accumulate Cd provides an opportunity to utilize plant breeding to select for genetically low-Cd concentration.

Breeding of new sunflower and winter wheat varieties with low cadmium accumulation genotypes that can grow under different soil environmental conditions is a very effective solution. Although the breeding of new varieties resistant to cadmium is the fundamental method to solve the problem of low cadmium intake, the breeding process is long and complicated. The breeding process probably includes: 1) finding materials with low cadmium genes; 2) finding materials with high yield capacity, wide adaptability and other high quality materials besides low cadmium characteristics [15].

Вісник Сумського національного аграрного університету

Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (37), 2019

It is a practical and feasible way to select new varieties with low accumulation of Cd to reduce the absorption and accumulation of Cd in crops and thus reduce the content of Cd in agricultural products.

Aim of research: to study collection of winter wheat and sunflower and carried out the screening of samples with low cadmium accumulation.

Materials and methods. The research was carried out on the basis of educational research and production complex of Sumy National Agrarian University, located in the northeastern part of Forest-Steppe of Ukraine.

Plant sample collection includes 104 genotypes of sunflower (varieties, lines, hybrids) and 42 varieties of winter wheat. In green-house they were grown in plastic pots (for sunflower – 2 liter, for wheat – 1 liter) filled with special substrate. Mixture soil content was: peat-substrate (80 %) and sand (20 %), source of Cd – CdSO₄, added to the substrate by spraying. Concentration of Cd in the substrate was 0,88 mg/kg. In order to improve contact seeds coat with Cd we will add another part of Cd during sowing (with watering the pots). Finishing concentration of Cd in substrate was 1 mg/kg. Cd content in root and shoot (winter wheat) and in stem and leaves (sunflower) was determined at stages of shooting (wheat) and flowering (sunflower). Subsamples were dried and then Cd concentration in them were determined by a spectrometer (CAS-120).

Results and discussion. The variety collection of 104 sunflower samples was formed. The largest part was the group of samples from Ukraine, the Russian Federation, the USA, Cuba, Bulgaria, Kazakhstan, Moldova provided by the National Centres of Genetic Resources. The collection were supplemented by samples provided by the Institute of Oil Crops, the Institute of Agriculture of North-East of Ukraine and Sumy National Agrarian University.

It was established that the final phase of growth of vegetative mass of sunflower plants (more than 90 %) from the final values of the index (termination of vegetation) in the conditions of vegetation experiment was the beginning of flowering phase. The range of plant mass indices in the experiment ranged from 1,3 to 2.9 g/plant. The duration of the period of "seedlings-flowering" varied from 55 to 73 days. The values range of the cadmium content indicator in the above-ground part varied from 0,66 to 2.62 mg/kg. The average content of cadmium in the above-ground part of the plants was 1.42.

Within the collection, 4 groups with different level of cadmium accumulation in the above-ground part of plants were identified: "low" (less than 0.99 mg/kg); "middle" (1.0 – 1.5 mg/kg); "satisfactory" (1.6 – 2.0 mg/kg); "high" (greater than 2.1 mg/kg). Frequency of each groups in the collection was 14.5; 44.2; 32.7 and 8.7 % respectively.

An additional parameter characterizing the overall ability of genotypes to absorb heavy metals (phyto-ameliorative selection direction) was the proportion of cadmium absorbed by the plants from the substrate. The average for this high-resistance group was 0.34 %; groups with good, satisfactory and low resistance respectively 0.49; 0.6 and 0.83 %.

The variety collection of winter wheat, which included 41 varieties, was formed on the basis of crop regional distribution and its yield in the demonstration grounds. The collection includes varieties: 17 – (originator - Selection-Genetic Institute – National Center for Seed Research and Variety Studies), 6 – (originator - Institute of Crop Science named after Yuriev), 5 –

Bila Tserkva experimental- breeding station, 5 – Institute of Agriculture, 5 – Institute of Irrigated Agriculture, 2 – Myronivskiy Institute of Wheat named after Remeslo, 2 - Ivanivska experimental breeding station. The working collection was analyzed for the ability of plants to accumulate cadmium under the conditions of an analyzing background. The range of values of the cadmium content in plants varied from 0.94 to 2.02 mg/kg, with an average of 1.42 mg/kg for the experiment. The average values of the cadmium content depending on the origin of the varieties were: 1.42; 1.47; 1.27; 1.58; 1.16 and 1.24 mg/kg, respectively (tabl.1).

Table 1

The average values of the cadmium content depending on the origin of the varieties

Variety	Cd content, mg/kg
<i>Institute of Crop Science named after Yuriev</i>	
Alliance	1.41 ± 0.16
Rozkishna	1.4 ± 0.02
Pryvitna	1.61 ± 0.13
Vidrada	1.34 ± 0.08
Zdobna	1.47 ± 0.06
Pryvablyva	1.64 ± 0.12
<i>Ivanivska experimental - breeding station</i>	
Fortova	1.32 ± 0.11
Okhtyrchanka Juvileina	1.16 ± 0.03
<i>Bila Tserkva experimental- breeding station</i>	
Zorepad bilotserkivskiyi	1.14 ± 0.05
Romantyka	1.61 ± 0.16
Shchedra Nyva	1.02 ± 0.01
Tsarivna	1.37 ± 0.12
Lybid	1.24 ± 0.15
<i>Myronivskiy Institute of Wheat named after Remeslo</i>	
Oberig myronivskiyi	1.39 ± 0.12
Svitanok myronivskiyi	0.94 ± 0.01
<i>Institute of Agriculture</i>	
Kraevyd	1.61 ± 0.03
Rusyava	1.66 ± 0.05
Osyaina	1.29 ± 0.03
Zaotar	1.57 ± 0.15
Polisyanka	1.51 ± 0.07
<i>Institute of Irrigated Agriculture</i>	
Rosinka	1.57 ± 0.10
Konka	1.54 ± 0.02
Ovidiy	1.11 ± 0.09
Maria	1.21 ± 0.08
<i>Selection-Genetic Institute – National Center for Seed Research and Variety Studies</i>	
Kantata odesska	1.83 ± 0.04
Conata odesska	1.53 ± 0.02
Duma odesska	2.02 ± 0.07
Liga odesska	1.29 ± 0.02
Oktava odesska	0.91 ± 0.01
Optima odesska	1.43 ± 0.01
Rodzinka odesska	1.4 ± 0.04
Melody odesska	0.95 ± 0.10
Pylypivka odesska	1.43 ± 0.12
Hurt	1.3 ± 0.11
Rozkvit	1.69 ± 0.02
Sich	1.76 ± 0.11
Khvala	1.42 ± 0.01
Slaven	1.05 ± 0.01
Klad	1.59 ± 0.09
Krugozir	1.62 ± 0.03

The largest variation in cadmium content was observed in varieties of Selection-Genetic Institute. This group included three (among four) varieties with a minimum cadmium content (<1.00 mg/kg), namely the Kubok – 0.96; Melody odeska – 0.95

and Octava odeska – 0.95 mg/kg. However, in this group there were varieties with maximum cadmium accumulation rates (> 1.75 mg/kg): the Duma odeska – 2.02; Cantata odeska – 1.83 and Sich – 1.76 mg/kg.

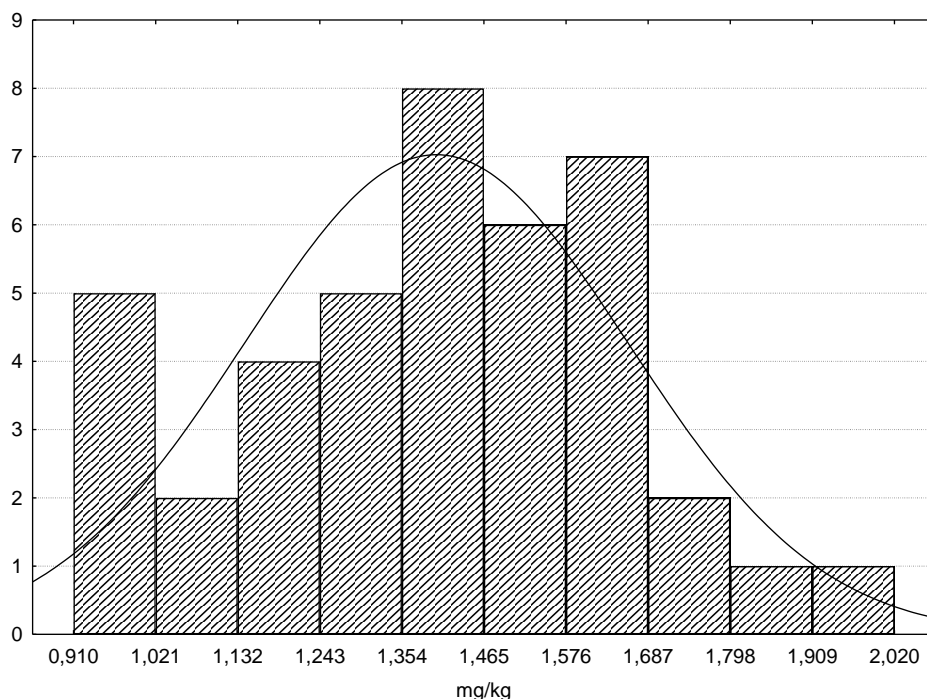


Fig. 1. Frequency distribution of the working collection of winter wheat varieties according to the indicator of cadmium content under conditions of anilizing background, 2019

Among the varieties of other establishments, the low rate of cadmium content with the minimum level of error was characterized by the Svitanok mironivsky – 0.94 ± 0.01 mg/kg. The general distribution of frequencies of the working collection of winter wheat varieties in terms of cadmium content is presented in Fig. 1.

Conclusions. As a result of the screening, the range of cadmium content in the samples of winter and sunflower varieties was determined which enables the formation of working collections and the introduction of breeding programs for varietal provision of technologies for obtaining environmentally safe products and phytomeliorative technologies.

References:

- Adrees, M., Ali, S., Rizwan, M., Ibrahim, M., Abbas, F., Farid, M., & Bharwana, S. A. (2015). The effect of excess copper on growth and physiology of important food crops. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(11), 8148–8162.
- Ali, S., Bharwana, S. A., Rizwan, M., Farid, M., Kanwal, S., Ali, Q., & Khan, M. D. (2015). Fulvic acid mediates chromium (Cr) tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) through lowering of Cr uptake and improved antioxidant defense system. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), 10601–10609.
- Habiba, U., Ali, S., Farid, M., Shakoor, M. B., Rizwan, M., Ibrahim, M., & Ali, B. (2014). EDTA enhanced plant growth, antioxidant defense system, and phytoextraction of copper by *Brassica napus* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(2), 1534–1544.
- Rizwan, M., Ali, S., Adrees, M., Rizvi, H., Zia-ur-Rehman, M., Hannan, F., & Ok, Y. S. (2016). Cadmium stress in rice: toxic effects, tolerance mechanisms, and management: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(18), 17859–17879.
- Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Krantev, A. P., Szalai, G., & Janda, T. (2009). Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47(3), 224–231.
- Huang, M., Zhou, S., Sun B., & Zhao, Q. (2008). Heavy metals in wheat grain: Assessment of potential health risk for inhabitants in Kunshan, China. *Science of The Total Environment*, 405(1-3), 54–61.
- EFSA (2009) EFSA (European Food Safety Authority) (2009) Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. *EFSA J* 980, 1–139.
- Surabhi, Rana. (2015). Plant Response towards Cadmium Toxicity: An Overview. *Annals of Plant Sciences*, 4(07), 1162–1172.
- Zhang, G., Fukami, M., & Sekimoto, H. (2002). Difference between two wheat cultivars in cd and mineral nutrient uptake under different Cd levels. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 13(4), 454–458.
- Chen, C.H., Zhou, Q.X., Cai, Z., & Wang, Y. Y. (2010). Effects of soil polycyclic musk and cadmium on pollutant uptake and biochemical responses of wheat (*Triticum aestivum*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 59, 564–573.

12. Greger, M., & Löfstedt, M. (2004). Comparison of Uptake and Distribution of Cadmium in Different Cultivars of Bread and Durum Wheat. *Crop Science*, 44(2), 501-507.
13. De Maria, S., Puschenreiter, M., & Rivelli, A.R. (2013). Cadmium accumulation and physiological response of sunflower plants to Cd during the vegetative growing cycle. *Plant Soil Environ.*, 59(6), 254–261.
14. Granta, C. A., Clarke, J. M., Duguid, S., & Chaney, R. L. (2008). Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation. *Science of the total environment*, 301–310.

Фу Юанджі, аспірант, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Ву Люлю, аспірант, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Троценко В. І., доктор сільськогосподарських наук, професор, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Жатова Г. О., кандидат сільськогосподарських наук, професор, Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

СКРИНІНГ СОРТОВИХ КОЛЕКЦІЙ СОНЯШНИКУ ТА ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЩОДО НИЗЬКОЇ АКУМУЛЯЦІЇ КАДМІЮ

Кадмій (Cd) – важкий метал, який є одним з найбільш токсичних природних елементів. З розвитком промисловості та сільського господарства забруднення ґрунту кадмієм, спричиненого необґрунтованим використанням пестицидів та добрив, стає все більш загрозливим. Рослини поглинають кадмій з ґрунту і накопичують у вегетативних та генеративних органах, що впливає на врожайність та якість продукції. В подальшому кадмій надходить в організм людини через харчові ланцюги, впливаючи на стан здоров'я.

Соняшник та озима пшениця є важливими економічними культурами в Україні. Забруднення кадмієм ґрунту є довгостроковою та нагальною проблемою, яка безпосередньо впливає на істивну цінність соняшнику та озимої пшениці та може завдати шкоди здоров'ю людини. Відповідно до стандартів ЄС, накопичення кадмію в насінні соняшнику не повинно бути більше 0,05 мг/кг. Однак Cd може накопичуватися до відносно високого рівня. Проблема, пов'язана з забрудненням сільськогосподарської продукції кадмієм потребує термінового вирішення.

Високий рівень генетичної мінливості видів, схильних до накопичення Cd, дає можливість використовувати методи селекції рослин для відбору форм та зразків, що мають генетично обумовлену здатність до низької акумуляції цього елемента.

Отримання нових сортів соняшнику та озимої пшениці з генотипами, що мають низьку здатність до накопичення кадмію і які можуть рости у різних умовах ґрунтового середовища, є дуже ефективним рішенням. Хоча виведення нових сортів, стійких до акумуляції кадмію, є основним шляхом вирішення – тривалим і складним. Процес селекції, ймовірно, включає: 1) пошук вихідного матеріалу з вмістом генів, що відповідають за низьку акумуляцію кадмію; 2) пошук вихідного матеріалу з високою врожайністю, технологічними якостями та іншими характеристиками, крім здатності до низької акумуляції кадмію.

Це практичний спосіб створення нових сортів з низьким нагромадженням Cd для зменшення поглинання та накопичення Cd в культурах забезпечить зниження вмісту Cd у сільськогосподарській продукції.

Створення нових сортів із низькою акумуляцією кадмію може ефективно знизити вміст цього елемента в насінні та принципово вирішити ризик потрапляння кадмію в організм людини через насіння та олію.

У цій роботі розглянуто спосіб та значення створення вихідного матеріалу соняшнику та озимої пшениці з низьким накопиченням кадмію.

Ключові слова: колекція, зразки, соняшник, озима пшениця, накопичення кадмію, селекція.

Фу Юанджі, аспірант, Сумської національний аграрний університет, г. Сумы, Украина

Ву Люлю, аспірант, Сумської національний аграрний університет, г. Сумы, Украина

Троценко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина

Жатова Г. А., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина

СКРИНІНГ СОРТОВОЙ КОЛЛЕКЦИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТНОСИТЕЛЬНО НИЗКОЙ АККУМУЛЯЦИИ КАДМИЯ

Кадмий (Cd) – тяжелый металл, который является одним из наиболее токсичных природных элементов. С развитием промышленности и сельского хозяйства загрязнение почвы кадмием, вызванное необоснованным использованием пестицидов и удобрений становится все более угрожающим. Растения поглощают кадмий из почвы и накапливают в вегетативных и генеративных органах, что влияет на урожайность и качество продукции. В дальнейшем кадмий поступает в организм человека через пищевые цепи, влияя на состояние его здоровья.

Подсолнечник и озимая пшеница являются важными экономическими культурами в Украине. Загрязнение кадмием почвы является долгосрочной и насущной проблемой, которая непосредственно влияет на пищевую ценность подсолнечника и озимой пшеницы и может нанести вред здоровью человека. В соответствии со стандартами ЕС, накопление кадмия в семенах подсолнечника не должно превышать 0,05 мг/кг. Однако Cd может накапливаться до относительно высокого уровня. Проблема, связанная с загрязнением сельскохозяйственной продукции кадмием, требует срочного решения.

Высокий уровень генетической изменчивости видов, склонных к накоплению Cd, дает возможность использовать

методы селекции растений для отбора форм и образцов, имеющих генетически обусловленную способность к низкой аккумуляции этого элемента.

Получение новых сортов подсолнечника и озимой пшеницы с генотипами, имеющими низкую способность к накоплению кадмия и произрастанию в различных условиях, является очень эффективным путем решения. Выведение новых сортов, устойчивых к аккумуляции кадмия, является основным путем решения – долгим и сложным. Процесс селекции, вероятно, включает: 1) поиск исходного материала с содержанием генов, отвечающих за низкую аккумуляцию кадмия; 2) поиск исходного материала с высокой урожайностью, необходимыми технологическими качествами и другими характеристиками, за исключением способности к низкой аккумуляции кадмия.

Этот практический способ создания новых сортов с низким накоплением Cd для уменьшения поглощения и накопления этого металла в культурах обеспечит снижение содержания элемента в сельскохозяйственной продукции. Создание новых сортов с низкой аккумуляцией кадмия может эффективно снизить содержание этого элемента в семенах и принципиально решить риск попадания кадмия в организм человека через семена и масло.

В этой работе рассмотрены способ и значение создания исходного материала подсолнечника и озимой пшеницы с низким накоплением кадмия.

Ключевые слова: коллекция, образцы, подсолнечник, озимая пшеница, накопление кадмия, селекция.

Дата надходження до редакції: 15.08.2019 р.

**РОЗМІРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОСЛИН ТА ПОПУЛЯЦІЙ *LEONURUS VILLOSUS* DESF. EX SPRENG.
НА ЗАПЛАВНИХ ЛУКАХ КРОЛЕВЕЦЬКО-ГЛУХІВСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ**

Зубцова Інна Володимирівна

асистент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-6339-931X

i_zubtsova@ukr.net

Скляр Вікторія Григорівна

доктор біологічних наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-1301-7384

skvig@ukr.net

*Представлено результати дослідження розмірних ознак та структури ценопопуляцій *Leonurus villosus*, сформованих у різних місцезростаннях заплавної луки Кролевецько-Глухівського геоботанічного району. Досліджено сім ценопопуляцій *L. villosus*, які входять до складу різних угруповань. У процесі роботи використано морфометричний аналіз та комплекс методів статистично-математичного опрацювання даних. Результати оцінки розмірних величин рослин *L. villosus* засвідчують, що у кожному із місцезростань формуються особини зі специфічним комплексом значень провідних морфопараметрів. Для абсолютної більшості розмірних величин зареєстровані відмінності у величинах морфопараметрів у рослин із різних угруповань є статистично достовірними. За результатами морфометричного аналізу визначено характерні розмірні ознаки рослин *L. villosus* у кожному із місцезростань та визначено ідентифікаційні ознаки їх модельних особин. За результатами проведених досліджень виявлено ценопопуляції, які можуть розглядатися як потенційні осередки регламентованої заготівлі лікарської сировини.*

Ключові слова: лікарські рослини, ценопопуляція, морфометричний аналіз, розмірна структура, Кролевецько-Глухівський геоботанічний район, *Leonurus villosus*.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.8>

Вступ. Розмір рослин є їх важливою базовою характеристикою. Від нього залежить тривалість їх онтогенезу, рівень конкурентної стійкості, обсяг запилення квіток, величина репродуктивного зусилля та багато інших важливих властивостей [1, 2]. В процесі росту та розвитку рослин відбувається їхня диференціація за розмірними величинами [3, 4, 5, 6]. У підсумку кожна популяція набуває певної розмірної структури, яка відображає співвідношення у складі популяції рослин різної величини [2, 7, 8]. На сучасному етапі вивчення розмірних ознак рослин як структурних елементів популяцій та власне розмірної структури популяцій є одним із важливих напрямків наукових досліджень, що досить активно розвивається. Доцільним є його застосування і до лікарських рослин, стосовно яких зараз особливо гостро стоїть питання сталого та невиснажливого використання їхніх ресурсів [9, 10]. У свою чергу, оцінка розмірних характеристик лікарських рослин у різних місцезростаннях є невід'ємною складовою комплексних популяційних досліджень як базової основи визначення науково-обґрунтованих засад раціонального природокористування.

Встановлення розмірних ознак рослин та популяцій безпосередньо пов'язано із застосуванням морфометричного аналізу [11, 12, 13, 14, 15]. На тлі наявності досить значної кількості робіт, в яких надається інформація про розмір об'єктів вивчення, частка розробок з даними власне про розмірну структуру тих чи інших сукупностей рослин є відносно незначною. Хоча доцільність аналізу співвідношення в фітоценозах рослин різних розмірних груп, а також інформативність даного показника ще декілька десятиріч назад була доведена в класичних ботанічних роботах [16, 17, 18]. Останнім часом дані про розмірну структуру ценопопуляцій рослин

найчастіше наводяться в роботах, присвячених вивченню конкурентних взаємовідносин [19, 20, 21, 22], стану лісових фітоценозів та їх природного відновлення [23, 24, 25, 26].

Собача кропива п'ятилопатева *Leonurus villosus* (Desf. ex Spreng.) також належить до числа видів, які ще недостатньо охоплені розмірно-популяційними дослідженнями. Загалом, *L. villosus* це – багаторічна трав'яниста рослина (25–100 см заввишки). Стебло пряmostояче, розгалужене, чотиригранне, опушене короткими або довгими волосками. Листки супротивні, черешкові, округло-яйцеподібні, яйцеподібні або ланцетні. Квітки неправильні, зрослопелюсткові у пазушних кільцях; зібрані на верхівках пагонів. Плід – чотиригорішок. Горішки тригранні, зверху плоскі. У науковій медицині використовують верхівки квітучої рослини – *Herba Leonuri* [27].

Проведення оцінки стану популяцій *L. villosus* є доцільним і для території Кролевецько-Глухівського геоботанічного району. Цей регіон, що здебільшого охоплює центральну частину Сумської області, вирізняється значним фіторізноманіттям. Однак, він ще недостатньо охоплений дослідженнями, спрямованими на оцінку стану популяцій та запасів лікарських рослин.

Мета дослідження – оцінити розмірні характеристики рослин та розмірну структуру ценопопуляцій *L. villosus*, які зростають у різних фітоценотичних умовах заплавної луки Кролевецько-Глухівського геоботанічного району.

Матеріали і методи досліджень. В основу даної публікації покладено результати досліджень, які здійснювалися в умовах заплавної луки Кролевецько-Глухівського геоботанічного району у 2015–2019 рр. Вивченням було охоп-

лено сім ценопопуляцій *L. villosus*, які сформувалися в угрупованнях із домінуванням та співдомінуванням таких видів як *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Festuca pratensis* Huds., *Elytrigia repens* L., *Dactylis glomerata* L., *Lamium album* L.

Досліджувані ценопопуляції репрезентовані у складі таких рослинних угруповань як:

1. *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*

2. *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum*

3. *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)*

4. *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)*

5. *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)*

6. *Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)*

7. *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)*.

Для оцінки стану цих угруповань було застосовано загальноприйняті геоботанічні методи досліджень [28].

З метою визначення розмірних параметрів рослин досліджуваного виду, нами був застосований морфометричний аналіз. Для цього в обраних фітоценозах за випадковою схемою відбирали 25–50 рослин *L. villosus*. У них визначали 14 статичних метричних та 7 статичних алометричних показників [1, 2] (табл. 1, 2). Для оцінки статистичної достовірності отриманих кількісних даних та їх узагальнення застосовували

точкове оцінювання й дисперсійний аналіз [29]. Це супроводжувалось використанням статистичних комп'ютерних пакетів STATISTICA та PAST.

Розмірна структура була встановлена з опорою на два морфопараметри (загальну площу листової поверхні (A) та висоту (h)) на основі використання оригінальної методики, яка передбачала реалізацію наступного алгоритму дій:

1. Для всієї сукупності особин визначено мінімальні та максимальні значення A та h;

2. З урахуванням мінімальних та максимальних величин обраних морфопараметрів, для кожного із них визначено класи розмірності;

3. Складена матриця класів розмірності;

4. У ценопопуляції визначено положення кожної рослини у полі матриці;

5. Для ценопопуляції оцінено відсоток особин, котрі репрезентують різні класи розмірності;

6. Для ценопопуляції визначено величину індексу IDSS за В. Г. Скляр [7, 8], який визначається за формулою:

$$IDSS = (Nf / Nt) * 100 \%, \quad (1)$$

де *Nf* – кількість сполучень різних розмірних класів A та h, що виявлені між рослинами певної ценопопуляції; *Nt* – теоретично розрахована кількості можливих сполучень між рослинами розмірних класів A та h.

Таблиця 1

Перелік статичних метричних морфопараметрів, які були використані для оцінки стану рослин *L. villosus*

Назва морфопараметра	Умовні позначення ¹	Одиниці виміру
Загальна маса рослини	W	г
Загальна маса вегетативних органів	Wveg	г
Загальна фітомаса листків	WL	г
Фітомаса стебла	Wst	г
Фітомаса одного листка	WL1	г
Загальна площа поверхні листків	A	см ²
Довжина суцвіття	l sus	см
Площа одного листка	a	см ²
Загальна кількість листків	NL	шт.
Висота рослини	h	см
Діаметр стебла	D	см
Загальна маса репродуктивних органів	Wgen	г
Маса одного репродуктивного органу	Wgen1	г
Загальна кількість генеративних органів	Ngen	шт.

В табл. 1 і 2 умовні позначення та розрахункові формули подані за І. В. Кармановою [11], Р. Хантом [12] й

Ю. А. Злобіним [1].

Таблиця 2

Перелік статичних алометричних морфопараметрів, які були використані для оцінки стану рослин *L. villosus*

Назва морфопараметра	Умовні позначення та розрахункові формули морфопараметрів	Одиниці виміру
Площа листків на одиницю фітомаси	LAR = A / W	см ² /г
Фотосинтетичне зусилля	LWR = WL / W	г/г
Відносний приріст	HWR = H / W	см/г
Відношення загальної площі листків до діаметра стебла	ADR = A / D	см ² /мм
Співвідношення між висотою рослини та діаметром стебла	HDR = H / D	см/см
Репродуктивне зусилля	RE1 = (Wgen / W) × 100	%
	RE2 = (Wgen / A) × 100	%

Результати та їх обговорення. Результати оцінки розмірних величин рослин *L. villosus* наведено у таблиці 3. Вони свідчать, що у кожному із місцезростань формуються

особини зі специфічним комплексом значень провідних морфопараметрів. Для абсолютної більшості розмірних величин зареєстровані відмінності у величинах морфопараметрів у

рослин із різних угруповань є статистично достовірними. Винятком є лише показники площі одного листка, маси однієї генеративної структури та співвідношення між площею листової поверхні та діаметром. Окрім того, усі морфопараметри демонструють свої особливості щодо змін величин за дослі-

джуваними фітоценозами (рис. 1, 2). Це вказує на те, що кожен із розмірних показників проявляє індивідуальні особливості і відіграє специфічну роль при формуванні комплексу морфологічних адаптацій у рослин *L. villosus* до конкретних умов місцезростань.

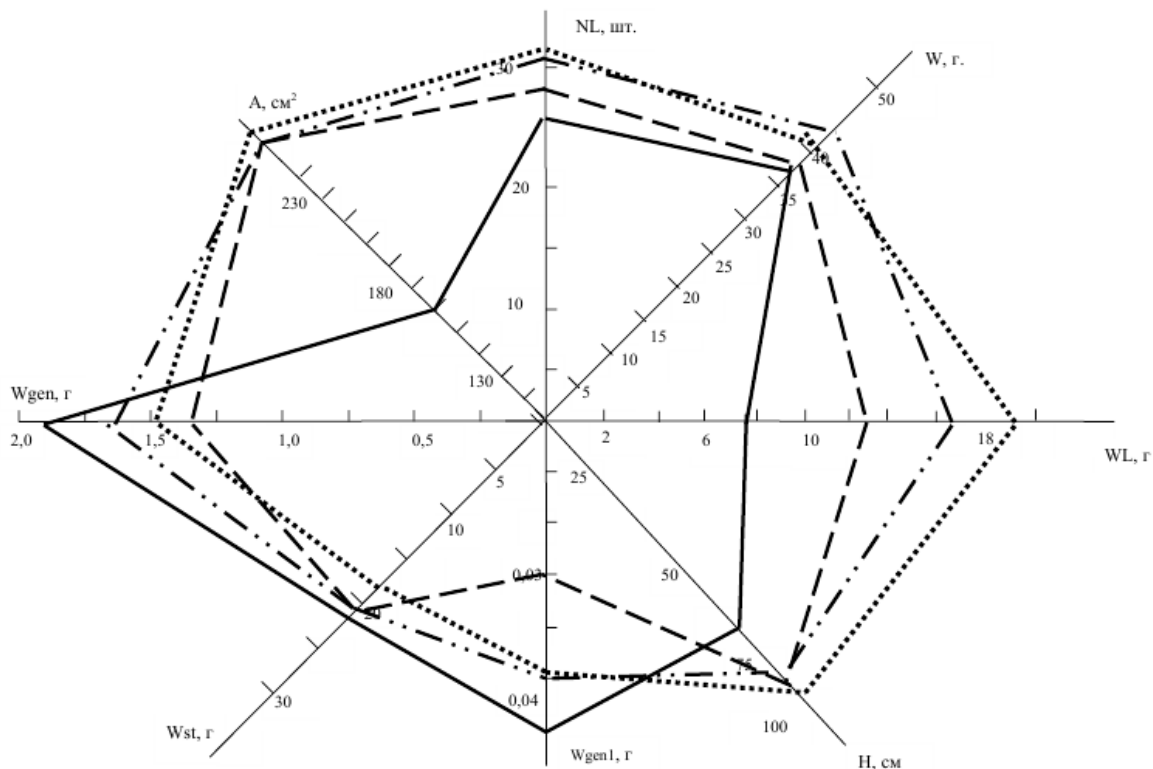


Рис. 1. Морфограми рослин *L. villosus* із чотирьох різних ценопопуляцій. Морфограми побудовані на основі результатів оцінки величин статичних метричних морфопараметрів (їх умовні позначення відповідають наведеному у таблицях 1 та 2).

На рисунку зображено популяції із угруповань:

- *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*;
- . - . - . *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum*;
- • • • • *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)*;
- — — — — *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)*.

Разом з тим їм притаманний і прояв певних загальних тенденцій. У *L. villosus* із 21 показника, охоплених вивченням, найменші значення (11) (W, WL, WL1, A, NL, a, H, D, LAR,

LWR, HWR) припадають на популяцію із угруповання *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*.

Середні значення морфометричних параметрів рослин в ценопопуляціях *L. villosus*

Морфопараметри	Угрупування						
	<i>Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)</i>	<i>Bromopsidetum (inermis) variaherbosum</i>	<i>Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)</i>	<i>Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)</i>	<i>Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)</i>	<i>Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)</i>	<i>Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)</i>
	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$	$\bar{X} \pm S_x^-$
Статичні метричні морфопараметри							
W	36,27±1,206	43,54 ±1,570	41,67±1,394	39,77±1,075	37,40±1,405	43,44±2,221	37,61±1,278
W veg	32,77±1,079	39,63±1,475	37,89±1,253	36,05±1,022	32,36±1,340	38,99±2,136	32,98±1,274
WL	7,94±0,622	16,70±0,836	18,88±1,277	13,26±0,771	13,10±0,939	16,34±1,676	14,72±1,193
W st	22,92±0,576	21,22±0,818	17,52±0,580	21,39±0,637	18,04±0,733	21,71±0,937	16,88±0,825
WL1	0,33±0,025	0,54±0,027	0,57±0,033	0,45±0,029	0,43±0,030	0,48±0,035	0,51±0,036
A	175,52±10,559	250,54±7,320	253,89±8,919	247,72±8,664	229,92±12,265	246,24±6,764	225,46±11,394
<i>l sus</i>	14,98±0,702	17,94±0,296	16,07±0,959	20,82±0,406	16,22±1,096	20,83±0,934	13,05±0,733
NL	23,93±0,938	30,73±0,886	33,13±1,460	29,80±1,219	30,53±1,294	33,46±1,290	28,46±0,955
a	7,30±0,311	8,18±0,215	7,76±0,284	8,36±0,181	7,54±0,274	7,48±0,298	7,90±0,255
H	71,86±1,706	83,40±1,337	92,13±1,022	89,20±0,769	87,60±1,891	93,80±0,906	82,33±1,237
D	0,40±0,030	0,55±0,025	0,58±0,026	0,60±0,018	0,53±0,027	0,59±0,020	0,44±0,023
W gen	1,91±0,137	1,70±0,129	1,49±0,126	1,39±0,131	1,21±0,070	0,93±0,083	1,37±0,138
W gen1	0,05±0,004	0,04±0,002	0,04±0,002	0,03±0,002	0,03±0,002	0,04±0,018	0,04±0,003
N gen	38,06±1,135	38,60±1,198	37,93±1,127	37,26±1,325	30,80±0,648	33,26±1,747	33,66±1,459
Статичні алометричні морфопараметри							
LAR	4,80±0,210	5,81±0,202	6,20±0,325	6,26±0,238	6,21±0,362	5,85±0,312	6,03±0,292
LWR	0,21±0,012	0,38±0,010	0,44±0,019	0,38±0,027	0,34±0,015	0,36±0,021	0,38±0,026
HWR	1,93±0,062	1,93±0,051	2,25±0,075	2,25±0,044	2,37±0,071	2,23±0,112	2,22±0,073
ADR	458,25±30,432	465,56±24,042	456,18±33,949	413,54±19,118	453,75±35,662	421,48±18,047	529,31±35,649
HDR	191,76±11,896	154,30±5,912	163,34±7,290	148,76±4,300	168,50±6,702	160,63±5,390	194,07±10,049
RE1	5,24±0,287	3,89±0,219	3,56±0,286	3,51±0,310	3,31±0,231	2,17±0,186	3,58±0,280
RE2	1,12±0,083	0,67±0,043	0,61±0,067	0,57±0,060	0,55±0,051	0,38±0,038	0,64±0,064

Факт формування у кожному із місцезростань рослин *L. villosus* із певними особливостями морфоструктури наочно доводять графіки-морфограми (рис. 1, 2). Рослини із угруповання *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)* порівняно із рослинами із інших угруповань є одними із найбільших за розміром. У цій популяції зареєстровано максимальні середні значення чотирьох морфопараметрів: маси листків ($18,88 \pm 1,277$ г), маси одного листка ($0,57 \pm 0,033$ г), площі листової поверхні ($253,89 \pm 8,919$ см²) та фотосинтетичного зусилля ($0,44 \pm 0,019$ г/г).

Досить значними за розміром є і рослини із угруповання *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum*. Вони вирізняються найбільшими значеннями загальної фітомаси ($43,54 \pm 1,570$ г), маси вегетативних органів ($39,63 \pm 1,475$ г) та кількості генеративних структур ($38,60 \pm 1,198$ шт.). Разом з тим, у них зареєстровано мінімальні величини співвідношення між висотою та фітомасою ($HWR = 1,93 \pm 0,051$ см/г).

Високі значення значної частки морфопараметрів притаманні рослинам із угруповання *Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)*. У цьому фітоценозі особини досягають максимальних величин за значеннями довжини суцвіття ($20,83 \pm 0,934$ см), кількості листків ($33,46 \pm 1,290$ шт.) та висоти ($93,80 \pm 0,906$ см). Однак, вони є найменшими за показниками маси генеративних структур ($0,93 \pm 0,083$ г) та репродуктивного зусилля ($RE1 = 2,17 \pm 0,186$ %, $RE2 = 0,38 \pm 0,038$ %).

Відмінною особливістю рослин із угруповання *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)* є те, що вони мають найбільшу площу одного листка ($8,36 \pm 0,181$ см²) та діаметр стовбура ($0,60 \pm 0,018$ см) при найменших значеннях маси однієї генеративної структури ($0,03 \pm 0,002$ г), співвідношення між площею листків та діаметром ($ADR = 413,54 \pm 19,118$ см²/г), а також співвідношення між висотою та діаметром ($HDR = 148,76 \pm 4,300$ см/см).

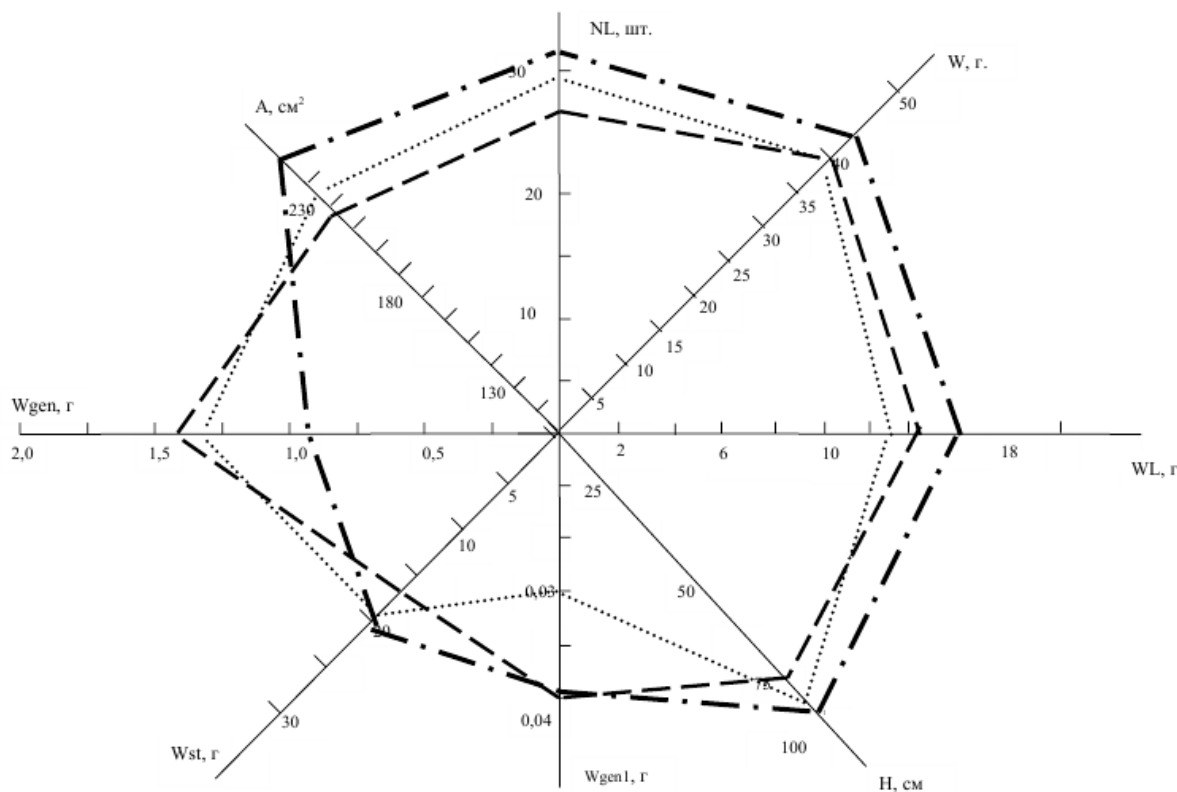


Рис. 2. Морфограми рослин *L. villosus* трьох різних ценопопуляцій. Морфограми побудовані на основі результатів оцінки величин статичних метричних морфопараметрів (їх умовні позначення відповідають наведеному у таблицях 1 та 2).

На рисунку зображено популяції із угруповань:

- *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)*;
- — — — — *Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)*;
- — — — — *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)*.

В угрупованні *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)* у рослин *L. villosus*, навпаки, зареєстровано найбільші показники співвідношення між площею листків та діаметром ($ADR = 529,31 \pm 35,649 \text{ cm}^2/\text{r}$) і співвідношення між висотою та діаметром ($HDR = 194,07 \pm 10,049 \text{ cm/cm}$) при мінімальних величинах маси стебла ($16,88 \pm 0,825 \text{ г}$) та довжини суцвіття ($13,05 \pm 0,733 \text{ см}$). Рослини із угруповання *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)* вирізняються найменшими показниками маси вегетативних органів ($32,36 \pm 1,340 \text{ г}$), маси однієї генеративної структури ($0,03 \pm 0,002 \text{ г}$), кількості генеративних утворень ($30,80 \pm 0,648 \text{ шт.}$) при найбільших значеннях співвідношення між висотою та фітомасою ($HWR = 2,37 \pm 0,071 \text{ cm/g}$).

Відмінною особливістю рослин із угруповання *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)* є те, що вони є найменшими за значеннями абсолютної більшості морфопараметрів. Разом з тим їм приманні найбільші показники маси стебла ($22,92 \pm 0,576 \text{ г}$), маси генеративних структур ($W_{gen} = 1,91 \pm 0,137 \text{ г}$, $W_{gen1} = 0,05 \pm 0,004 \text{ г}$) та репродуктивного зусилля ($RE1 = 5,24 \pm 0,287 \%$, $RE2 = 1,12 \pm 0,083 \%$).

Угруповання, у яких репрезентовано досліджувані популяції *L. villosus* відрізняються між собою за домінантами. У двох з них домінантом є *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, в одному – *Dactylis glomerata* L. та у чотирьох – *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Проведений аналіз засвідчив, що зазначена відмінність у домінантах проявила статистично достовірний

вплив (при силі впливу 9,1–27,2 %) на величини 14 морфопараметрів *L. villosus*. При цьому у більшості морфопараметрів проявляється тенденція до збільшення величин в угрупованнях відповідно до наступної послідовності домінантів *Bromopsis inermis* → *Elytrigia repens* → *Dactylis glomerata*. У морфопараметрів, які характеризують генеративні структури (W_{gen} , RE1, RE2) відбувається зменшення величин в угрупованнях відповідно до наступної послідовності домінантів *Bromopsis inermis* → *Dactylis glomerata* → *Elytrigia repens*.

Угруповання, де зростає *L. villosus* відрізняються між собою за показниками проективного покриття *Elytrigia repens* як домінанту фітоценозу. Відмінності у проективному покритті *Elytrigia repens* проявили статистично достовірний вплив (при силі впливу 13,1–41,4 %) на значення 12 морфопараметрів із 21 досліджених. Зростання проективного покриття цього виду здебільшого супроводжується зменшенням величин більшості статичних метричних показників, хоча показники окремих статичних алометричних показників, наприклад, репродуктивного зусилля при цьому зростають.

Оцінка розмірної структури популяцій *L. villosus* була здійснена з опорою на такі морфопараметри як висота та площа листової поверхні. Дані про фактичну представленість рослин різних розмірних класів у складі кожної із досліджуваних ценопопуляцій представлена у таблиці 4. У популяції *L. villosus* показники IDSS варіюють у діапазоні 20,0–40,0 %. Тобто у складі ценопопуляцій репрезентовано рослини розмірні величини яких відповідають 6–10 варіантам

сполучення розмірних класів висоти та площі листової поверхні.

Найвищим рівнем IDSS (40 % – 10 варіантів сполучення розмірних класів) вирізняється популяція із угруповання *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)*. Вона сформована із рослин, розмір яких за висотою відповідає I–III класам, а за площею листової поверхні I–IV класам. Найбільшу частку (по 13,33 %) у цій популяції складають рослини наступних сполучень класів висоти та площі: II–II, II–III, III–II.

Досить значні показники IDSS (32,0 % – 8 варіантів сполучення розмірних класів) притаманні популяціям із угруповань *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum* та *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)*. Популяція із першого угруповання сформована із рослин, розмір яких за висотою відповідає II–IV класам, а за площею листової поверхні I–V класам, із другого – із рослин I–III класів як за висотою, так і за площею, із третього – із рослин I–II класів за висотою та I–V за площею. У популяції із угруповання *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)* найбільшою є частка (20,0 %) рослин, розмір яких відповідає III класу як висоти, так і площі листової поверхні. В угрупованні *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum* переважають, рослини I класу висоти

(33,3 %) та II за площею листової поверхні. В угрупованні *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)* найбільше (по 20,0 %) рослин таких сполучень класів висоти та площі: I–II та II–I.

У популяції із угруповання *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)* показники IDSS становлять 24,0 %, що відповідає п'яти варіантам сполучення розмірних класів висоти та площі. Вона сформована із рослин, розмір яких за висотою відповідає I–II класам, а за площею листової поверхні I–IV класам. У ній переважають рослини (66,7 %), у яких перший клас висоти сполучається із першим та другим класом площі листової поверхні.

Найменш різноманітну (при IDSS на рівні 20,0 % та п'яти сполучень розмірних класів) розмірну структуру мають популяції із угруповань *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)* та *Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)*. Обидві вони сформовані із рослин, розмір яких за висотою відповідає I–II класам, а за площею листової поверхні I–III класам. У першій з них переважають рослини (26,7 %) I класу висоти та I класу площі листової поверхні. У другій – рослини I класу за висотою та II–III класів за площею, сумарна частка яких досягає 53,3 %.

Таблиця 4

Представленість рослин *L. villosus* різних класів розмірності за досліджуваними угрупованнями

Морфометричні параметри				Частка особин різного розміру за угрупованнями (нумерація угруповань відповідає наведеній у тексті)						
висота		площа листової поверхні		1	2	3	4	5	6	7
клас	ампл. абсол. значень, см	клас	ампл. абсол. значень, см							
I	90,0 – 100,0	I	258,0 – 300,0		13,33	33,33	26,67	13,33	33,32	
I	90,0 – 100,0	II	216,0 – 258,0		6,67	33,33	13,33	20,0	26,67	6,67
I	90,0 – 100,0	III	174,0 – 216,0			6,67	6,67		26,67	6,67
I	90,0 – 100,0	IV	132,0 – 174,0			6,67		6,67		
I	90,0 – 100,0	V	90,0 – 132,0							
II	80,0 – 90,0	I	258,0 – 300,0		33,33	20,0	20,0	20,0	6,67	20,0
II	80,0 – 90,0	II	216,0 – 258,0	13,33	13,33		13,33	13,33	6,67	13,33
II	80,0 – 90,0	III	174,0 – 216,0		6,67		20,0	13,33		13,33
II	80,0 – 90,0	IV	132,0 – 174,0					6,67		6,67
II	80,0 – 90,0	V	90,0 – 132,0					6,67		
III	70,0 – 80,0	I	258,0 – 300,0		6,67					6,67
III	70,0 – 80,0	II	216,0 – 258,0	13,33	13,33					13,33
III	70,0 – 80,0	III	174,0 – 216,0	20,0	6,67					6,67
III	70,0 – 80,0	IV	132,0 – 174,0	13,34						6,66
III	70,0 – 80,0	V	90,0 – 132,0							
IV	60,0 – 70,0	I	258,0 – 300,0							
IV	60,0 – 70,0	II	216,0 – 258,0							
IV	60,0 – 70,0	III	174,0 – 216,0	13,33						
IV	60,0 – 70,0	IV	132,0 – 174,0	13,33						
IV	60,0 – 70,0	V	90,0 – 132,0	6,67						
V	50,0 – 60,0	I	258,0 – 300,0							
V	50,0 – 60,0	II	216,0 – 258,0							
V	50,0 – 60,0	III	174,0 – 216,0							
V	50,0 – 60,0	IV	132,0 – 174,0							
V	50,0 – 60,0	V	90,0 – 132,0	6,67						
Індекс різноманітності розмірної структури (IDSS), %				32,0	32,0	24,0	20,0	32,0	20,0	40,0

Висновки. Результати дослідження розмірних ознак рослин та популяцій *L. villosus* засвідчили, що у них залежно від умов місцезростань мають місце закономірні зміни абсолютного розміру, архітектоники рослин та розмірної структури популяцій. Встановлено, що розмірні ознаки рослин *L. villosus* суттєво залежать від характеру та ознак фітоценотичного оточення та від проективного покриття *Elytrigia repens* як домінанту фітоценозу.

Різноманітність розмірної структури ценопопуляцій *L. villosus* зростає у наступній послідовності угруповань: *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)*, *Elytrigietum (repentis) dactylo (glomeratae)-festucosum (pratensis)* (20,0 %) → *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)* (24,0 %) → *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum*, *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)* (32,0 %), *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)* (40,0 %). Угруповання,

де домінує *E. repens*, вирізняються досить значним варіюванням значень IDSS (у межах 20,0–40,0 %), тоді як в угрупованнях із домінуванням *Bromopsis inermis* чи *Dactylis glomerata* величини цього індексу знаходяться у межах 24,0–32,0 %. У зміні величин IDSS за градієнтом проективного покриття *E. repens* чіткої закономірності не проявилось (значення коефіцієнту кореляції між показниками IDSS та проективного покриття цього виду дорівнюють 0,29 та не є статистично достовірними).

Ураховуючи все вище зазначене, як потенційні осередки регламентованої заготівлі лікарської сировини можуть розглядатися популяції із угруповань *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)*, *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum* та *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)*. Рослини, представлені в їхньому складі, є одними з найбільших за розміром та продукують значний обсяг фітомаси.

Бібліографічні посилання:

1. Zlobin, Yu. A. (1989). Principy i metody izuchenija cenopopuljacij rastenij [Principles and methods for studying plant coenopopulations]. Kazan University Press, Kazan (in Russian)
2. Zlobin, Yu. A. (2009). Populiatyonnaia jekologija rastenyi: sovremennoe sostoianye, tochky rosta [Population ecology of plants: the current state, in terms of growth]. Universytetska knyha, Sumy (in Ukrainian).
3. Skliar, Yu. L. (2002). Rozmirno-vitalitetna riznomanitnist' populjacij Potamogeton natans L. basejnu Desni. [Size-population diversity vitality Potamogeton natans L. basin of the Desna]. Visnik derzhavnogo agroekologichnogo universitetu, 1, 67–70 (in Ukrainian).
4. Skliar, Yu. L. (2017). Rostovi oznaky Potamogeton natans L. u riznykh ekoloho-tsenotychnykh umovakh vodoim baseinu Desny [Growth traits of Potamogeton natans L. in different ecological-cenotic actions of the reservoir of the Desna basin]. Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky, 7, 47–55. (in Ukrainian).
5. Skliar, Yu. L., & Skliar, V. G. (2017). Rostovi oznaky Trapa natans L. u riznykh ekoloho-tsenotychnykh umovakh vodoim baseinu Desny [Growth traits of Trapa natans L. in different ecological-cenotic actions of the reservoir of the Desna basin]. Ukrainian Journal of Ecology, 7(3), 239–245. (in Ukrainian).
6. Klimenko G. O., & Skliar V. G. (2015). Osoblivosti rostu roslin rikisnih vidiv. [Features of plant growth of rare species]. Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Serija «Agronomija ta biologija», 9, 77–82 (in Ukrainian).
7. Skliar, V. G. (2011). Rozmirma struktura derevostaniv sosny zvyčajnoi v lisakh Novhorod-Siverskoho Polissia [Morphological signs of oak seedlings common in various ecological-cenotic conditions of Novgorod-Seversky Polissya]. Uchenye zapysky Tavrycheskoho natsjonalnogo unyversyteta ym. V. Y. Vernadskoho. Seryia «Byolohyia, khymyia», 4, 292–302. (in Ukrainian).
8. Skliar, V. G. (2015). Rozmirma struktura pidrostu Acer platanoides L. v lisovykh fitotsenozakh Livoberezhnogo Polissia Ukrainy [Dimensional structure of Acer platanoides L. growth in forest phytocenoses of the Left Bank Polissya of Ukraine]. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna; 70, 138–143. (in Ukrainian).
9. Zubtsova, I. V., & Skliar, V. G. (2019). Ocinka stanu populjacij Leonurus villosus Desf. ex Spreng v umovah zaplavnih luk Krolevec'ko-Gluhivs'kogo geobotanichnogo rajonu. [Estimation of the population of Leonurus villosus Desf. ex Spreng in the floodplains of the Krolevets-Gluhiv geobotanical area]. Internation scientific and practical conference «Natural sciences history, the present time, the future, EU experience» Wloclawek, Republic of Poland, September 27–28, 2019. Wloclawek: Izdavneciba «Baltija Publishing», 39–43 (in Ukrainian).
10. Zubtsova, I. V. (2019). Rozmirni oznaki cenopopuljacij Polygonum aviculare L. v umovah zaplavnih luk Krolevec'ko-Gluhivs'kogo geobotanichnogo rajonu [Dimensional Features of Polygonum Aviculare L. Cenopopulations Under the Conditions of Floodplain Meadows of Krolevets-Gluhiv Geobotanical Region]. Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences, 387(3), 45–51 (in Ukrainian).
11. Karmanova. I. V. (1976). Matematicheskiye metody izucheniya rosta i produktivnosti rasteniy [Mathematical methods for studying plant growth and productivity]. Nauka, Moskva, (in Russian).
12. Hunt, R. (1978). Plant growth analysis. Arnold. London.
13. Zlobin, Yu. A.; Skliar, V. H.; Bondarieva, L. M., & Kyrylchuk, K. S. (2009). Kontseptsiiia morfometrii u suchasni botanitsi [Concept of morphometry in modern botany]. Chornomorskyi botanichniy zhurnal, 1, 5–22 (in Ukrainian).
14. Kyrylchuk, K. S. (2014). Populjacija struktura Medicago falcata L. na zaplavnih lukah Lisostepovoi zony v umovah pasovishhnih ta sinokisnih navantazhen' [Populations of Medicago falcata L. on flood plains in the forest-steppe zone in conditions of pasture and hay grazing]; Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo universitetu imeni V. N. Karazina. Serija «Biologija», 20(1100), 305–314. (in Ukrainian).
15. Bondareva, L. M., Kyrylchuk, K. S., & Korovjakova, T. O. (2012). Reproduktyvne zusillja osnovnih gospodars'kih grup luchnih roslyn na zaplavnih lukah Pivnichnogo Shodu Ukrainy v umovah paskval'nogo ta fenisicial'nogo navantazhennja [Reproductive efforts of main economic groups of meadow plants on the flood plains of the North-East of Ukraine in conditions of catch and fensicial

- load]. Visnik Sums'kogo NAU. Serija «Agronomija i biologija», 9(24), 3–6. (in Ukrainian).
16. Ipatov, V. S. (1970). Differenciacija drevostoja. III. Razlozhenie krivyh raspredelenija derev'ev po tolshhine na sostavljajushhie [Differentiation of the stand. III. Decomposition of distribution curves of trees by thickness into components]. Vestnik Leningradskogo universiteta. Biologija, 1(3), 66–77. (in Russian).
 17. Dyrenkov, S. A. (1977). Statisticheskij podhod k modelirovaniju struktury i dinamiki drevostoev. [A statistical approach to modeling the structure and dynamics of stands]. Optimiz. ispol'z. i vosproizvodstva lesov SSSR, Moskva (in Russian).
 18. Weiner, J. (1985). Size hierarchies in experimental populations of annual plants. Ecology, 66(3), 743–752.
 19. Gordon, B. Bonan (1988). The size structure of theoretical plant populations: spatial patterns and neighborhood effects. Ecology, 69(6), 1721–1730.
 20. Hara, T., J. van Der Toorn & Mook, J. H. (1993). Growth dynamics and size structure of shoots of phragmites australis, a Clonal plant. Journal of Ecology, 81(1), 47–60.
 21. Schwinning, S., & Weiner J. (1998). Mechanisms determining the degree of size asymmetry in competition among plants. Oecologia, 113(1), 447–455.
 22. Kotov, S. F. (2001). Konkurencija i razmernaja struktura cenopopulacij Salicornia europaea L. (Chenopodiaceae Vent.). [Competition and size structure of coenopopulations of Salicornia europaea L. (Chenopodiaceae Vent.)]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Serija «Biologija», 14 (53), 43–49. (in Russian).
 23. Buzun, V.O., Dmitrenko, O.G., Shkudor, V.D. (2004). Struktura sosnovih nasadzen', shho nadjhat' u lisovidnovni rubki. [The structure of pine trees, which should be found at the felling]. Lisivnictvo i agrolisomelioracija. 107, 126–130 (in Ukrainian).
 24. Lebkov, V. F., & Kaplina, N. F. (2008). Zakonomernosti i ocenki struktury drevostoev sosny. [Patterns and evaluation of the structure of pine stands]. Lesnoe hozjajstvo, 3, 39–41 (in Russian).
 25. Skliar, V. G. (2015). Rozmirna struktura pidrostu duba zvichajnego v lisovih fitocenzah Livoberezhnogo Polissja Ukraïni. [Size structure of common oak undergrowth in forest phytocenoses of the Left Bank Polesie of Ukraine]. Naukovyi visnyk Shkhidnoevropeiskoho natsionalnogo universytetu imeni Lesi Ukrainky, 313 (12), 54–61 (in Ukrainian).
 26. Skliar, V., Sherstuk, M. (2016). Size structure of phytopopulations and its quantitative evaluation. Eureka: Life Sciences, 1, 9–16.
 27. Chopik, V. I., Dudchenko, L. G., Krasnova, A. N. (1983). Spravochnik. Dikorastushhie poleznye rastenija Ukrainy. [Wild useful plants of Ukraine]. Naukova dumka. Kiev (in Russian).
 28. Metody polevogo izuchenija lekarstvennyh rastenij. (2007). [Methods of field study of medicinal plants]. Izdatel'skij centr «Nauka», Saratov (in Russian).
 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 (in Ukrainian).

Zubtsova I. V., Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

SIZE CHARACTERISTICS OF PLANTS AND POPULATIONS LEONURUS VILLOSUS DESF. EX SPRENG. ON THE FLOODPLAIN MEADOWS OF KROLEVETS-HLUKHIV GEOBOTANICAL REGION

The results of the study of size characteristics and structure of populations *Leonurus villosus* are presented, which formed in various location on the flood meadows of Krolevets-Hlukhiv geobotanical region. Seven populations *L. villosus* have been researched, which are part of different groups. In the process, morphometric analysis and complex methods of statistical and mathematical data processing are used.

There search results of size characteristics of plants and populations *L. villosus* of their place of occurrence have shown that they have depending on the conditions, the regular changes of absolute size, architectonics of plants and size structure of populations. Found that the size characteristics of *L. villosus* essentially depend on the characteristics of the environment and phytocoenotic nature and with projective cover *Elytrigia repens* as dominant phytocoenotic.

Size structure variety of populations *L. villosus* increases in the following sequence groups: *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)*, *Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)* (20.0 %) → *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)* (24.0 %) → *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum*, *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)* (32.0 %), *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)* (40.0 %). Groups, dominated by *Elytrigia repens*, include a very significant variation values IDSS (within 20.0–40.0 %), while in groups with dominance *Bromopsis inermis* or *Dactylis glomerata* values of this index are within 24.0–32.0 %. By changing the IDSS values with gradient projective cover *Elytrigia repens* clear pattern is not evident (correlation coefficient between parameters IDSS and projective cover of this species are equal to 0.29 and is not statistically significant).

Considering all the above, as potential centers of regulated procurement of medicinal raw materials can be considered a population of groups *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)*, *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum* and *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)*. Plants are in their composition are among the largest in the size and produce a significant amount of biomass.

Key words: medicinal plants, coenopopulations, morphometric analysis, size structure, Krolevets-Hlukhiv geobotanical region, *Leonurus villosus*

Зубцова И. В., ассистент, Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина

Вісник Сумського національного аграрного університету

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

РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТЕНИЙ И ПОПУЛЯЦИЙ *LEONURUS VILLOSUS* DESF. EX SPRENG. НА ПОЙМЕННЫХ ЛУГАХ КРОЛЕВЕЦКО-ГЛУХОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА

Представлены результаты исследования размерных признаков и структуры ценопопуляций *Leonurus villosus*, произрастающих в разных местообитаниях пойменных лугов Кролевецко-Глуховского геоботанического района. Исследовано семь ценопопуляций *Leonurus villosus*, которые входят в состав различных сообществ. В процессе работы был использован морфометрический анализ и комплекс методов статистико-математической обработки данных. Результаты оценки размерных величин растений *L. villosus* свидетельствуют о том, что в каждом из местообитаний формируются особи со специфическим комплексом значений ведущих морфопараметров. Установлено, что размерные характеристики *L. villosus* существенно зависят от характеристик окружающей среды и фитоценологического окружения, а также проективного покрытия *Elytrigia repens* как доминанта фитоценоза.

Размерная структура популяций *L. villosus* увеличивается в следующей последовательности: *Elytrigietum (repentis) bromopsosum (inermis)*, *Elytrigietum (repentis) dactyleto (glomeratae)-festucosum (pratensis)* (20,0 %) → *Dactyletum (glomeratae) festucosum (pratensis)* (24,0 %) → *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum*, *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)* (32,0 %), *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)* (40,0 %). Сообщества, в которых преобладает *Elytrigia repens*, отличаются значительной вариацией значений IDSS (в пределах 20,0–40,0 %), в то время как в сообществах с преобладанием *Bromopsis inermis* или *Dactylis glomerata* этот показатель находится в пределах 24,0–32,0 %. В изменениях значений IDSS за градиентом проективного покрытия *Elytrigia repens* четкой закономерности не наблюдалось (коэффициент корреляции между параметрами IDSS и проективным покрытием этого вида равен 0,29, что не является статистически значимым).

Исходя из этого, были выявлены ценопопуляции, которые могут рассматриваться как потенциальные очаги регламентированной заготовки лекарственного сырья. Среди них: *Elytrigietum (repentis) lamiosum (albae)*, *Bromopsidetum (inermis) calamagrostidosum (epigeioris)*, *Bromopsidetum (inermis) variaherbosum* та *Elytrigietum (repentis) festucosum (pratensis)*. Растения, представленные в их составе, являются одними из самых крупных по размеру и биомассе.

Ключевые слова: лекарственные растения, ценопопуляции, морфометрический анализ, размерная структура, Кролевецко-Глуховский геоботанический район, *Leonurus villosus*.

Дата надходження до редакції: 08.08.2019 р.

ОСОБЛИВОСТІ ОНТОГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ *HELICHRYSUM ARENARIUM* L. (ASTERACEAE) У РІЗНИХ ФІТОЦЕНОЗАХ ШОСТКИНСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ (УКРАЇНА)

Пеньковська Лариса Вікторівна
аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-5800-355X
lara_penkovskaya@ukr.net

У статті наведена характеристика рослин *Helichrysum arenarium* L. різних онтогенетичних станів. Проведена комплексна оцінка особливостей онтогенетичної структури в шести досліджуваних популяціях з використанням спеціалізованих програмних комплексів та загальноприйнятих методичних підходів. Виявлено, що жодна з досліджуваних ценопопуляцій не характеризується повнотою онтогенетичних спектрів. Усі провідні ознаки онтогенетичної структури популяцій *Helichrysum arenarium* L. вказують на те, що загалом вони мають потенціал до самопідтримання в умовах Шосткинського геоботанічного району Сумської області.

Ключові слова: онтогенез, онтогенетична структура, ценопопуляція, *Helichrysum arenarium* L.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.9>

Вступ. Зі збільшенням антропогенного впливу відбуваються зміни в еколого-фітоценотичних умовах місцезростань, що найчастіше призводить до незворотних змін популяцій [1]. Тому, з кожним роком, виникає необхідність аналізу їхнього стану за груповими ознаками. Але іноді за змінами, які відбуваються в популяціях, маскуються природні закономірності динаміки популяцій [2, 3, 4].

Онтогенетичний аналіз, відображає рівень адаптованості популяцій до навколишнього середовища [5, 6]. Дослідження онтогенетичних спектрів, перш за все, необхідне для виявлення закономірностей динаміки ценопопуляцій, що дає змогу оцінити їх стійкість у фітоценозі як до антропогенного впливу, так і до зовнішніх екологічних факторів. У свою чергу, співвідношення у ценопопуляції особин різних генеративних станів є важливою характеристикою, яка оцінює ступінь життєздатності популяції у конкретних умовах існування [7, 8, 9, 10, 11].

Helichrysum arenarium L. – багаторічна трав'яниста рослина родини Asteraceae. Росте *H. arenarium* у соснових і мішаних лісах, на галявинах. Це світлолюбна рослина. Квітує з липня по вересень. Зустрічається майже по всій території України. Має лікарські, фітонцидні та інсектицидні властивості. У науковій медицині суцвіття *H. arenarium* використовуються як жовчогінний засіб при хворобах печінки і жовчного міхура. З тією ж метою застосовують препарат фламін, що виготовляється із *H. arenarium* [12].

Відносно *H. arenarium* було проведено комплексні хомологічні, біоморфологічні, еколого-ценотичні дослідження. Дослідження компонентного складу суцвіть *H. arenarium*, описані в роботі А. В. Куркіної [13]. Еколого-ценотичні особливості цього виду описані у роботах Н. В. Ілющечкіна [14]. Стан ресурсного потенціалу та перспективи використання *H. arenarium* в умовах Лівобережного Полісся висвітлено в роботі О. В. Турубари [15].

Разом з тим, до цього часу популяції *H. arenarium* є

ще мало охоплені популяційними дослідженнями. Не проводилися вони і на території Шосткинського геоботанічного району Сумської області. Такі дослідження є важливими для визначення сучасного стану та динаміки ресурсів *H. arenarium*, а також для розробки наукових основ для їх раціонального використання і збереження на території досліджуваного регіону.

Мета досліджень – з'ясувати характерні ознаки та особливості онтогенетичної структури популяцій *H. arenarium* у фітоценозах, що є типовими для Шосткинського геоботанічного району Сумської області.

Матеріали і методи досліджень. Протягом 2016–2019 рр. було досліджено шість ценопопуляцій *H. arenarium*, які сформувалися у наступних фітоценозах:

П1 – *Pineto (sylvestris)–Aceretum (platanoiditis) helichryosum (arenarium)*;

П2 – *Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)– helichryosum (arenarium)*;

П3 – *Elytrigetum (repenae) helichryosum (arenarium)*;

П4 – *Helichrysetum (arenarium) phleosum (pratense)*;

П5 – *Helichrysetum (arenarium) alopecurosum (pratensis)*;

П6 – *Achilletum (millefolium) helichryosum (arenarium)*.

Визначення ознак фітоценозів, у яких сформувалися ценопопуляції *H. arenarium* проводилося в другій декаді липня. У кожному з них на ділянках розміром 10 м² здійснювали геоботанічні описи з дотриманням загальноприйнятих методик та підходів [16]. Для з'ясування онтогенетичної структури ценопопуляцій досліджуваного виду у межах кожного угруповання за випадковою системою розташовували 20–30 облікових ділянок розміром 0,5 м². На них підраховували кількість рослин досліджуваних видів різних онтогенетичних станів. Періодизація онтогенезу *H. arenarium* здійснювалася з врахуванням підходів, запропонованих Л. А. Жуковою [17]. В періодизації повного онтогенезу *H. arenarium* виділено дев'ять онтогенетичних станів (рис. 1):

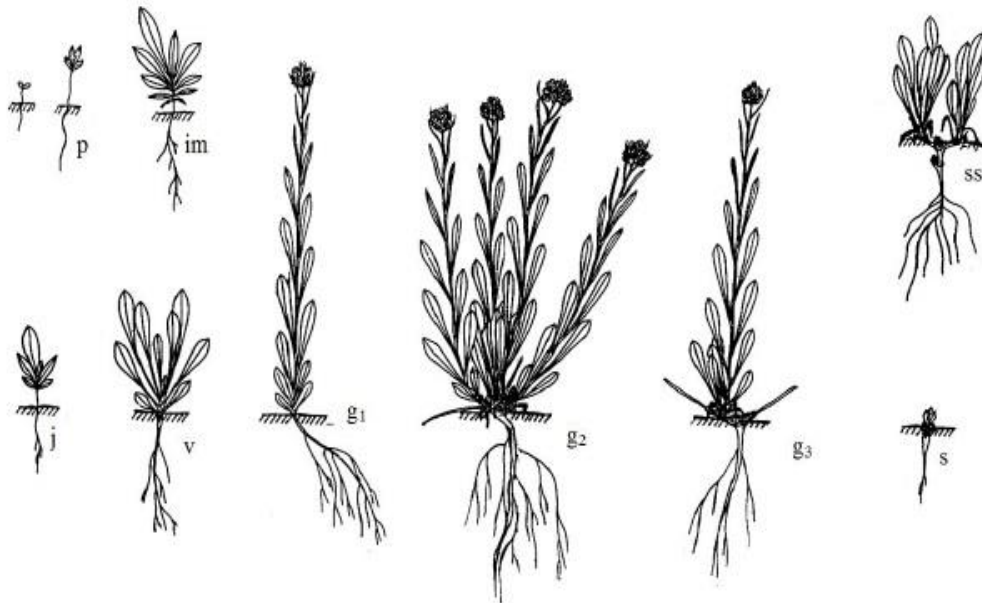


Рис. 1. Онтогенетичні стани *Helichrysum arenarium* L.
(за Л. А. Жуковою, 2000)

1. Проростки (р) – маленькі рослини з головним розетковим пагоном, висотою від 0,7 до 1,5 см. З верхівкової бруньки розвиваються перші прості супротивні листки.

2. Ювенільні рослини (j) – рослини висотою 1,5–2,0 см. Формують один головний розетковий пагін з 4–6 листками. Перші сім'ядоліні листки зберігаються до появи 5–6 листка, а потім відмирають. Форма перших справжніх листків оберненояцеподібна із загостреною верхівкою. З'являється рідке опушення. Колір листя, як правило, світло-зелений.

3. Іматурні рослини (im) – рослини мають один головний розетковий пагін висотою 3–5 см. Кількість листків збільшується до 5–10, вони збільшуються в розмірах, але зберігають форму листків ювенільного типу. Основною відмінною особливістю іматурних рослин є густе опушення листків і сіро-зелений колір.

4. Віргінільні рослини (v) – в природних умовах, як правило, це однопагонові рослини висотою 7–10 см. Починають утворюватися розеткові пагони. Верхівка листової пластинки загострена, а основа листка поступово звужується в черешок.

5. Молоді генеративні (g₁) – рослини формують 1–2 ортотропних генеративних пагона заввишки 15–30 см й іноді від 1 до 3 розеткових вегетативних пагона. Незначна кількість листків відмирає.

6. Середньовікові генеративні рослини (g₂) – рослини мають 2–5 напіврозеткових генеративних пагонів й 1–3 вегетативних пагонів II порядку. Висота рослини від 25 до 35 см. Головний корінь і кореневище починають дерев'яніти. У основи генеративних пагонів зберігаються залишки опалого листя й генеративних пагонів минулих років. Коренева система має максимальні розміри.

7. Старі генеративні рослини (g₃) – рослини формують 1–2 напіврозеткових генеративних пагонів висотою до 35 см

й 1–2 розеткових вегетативних пагонів II порядку. Колір кореневища змінюється і стає темно-коричневим. На ньому можуть бути залишки опалого листя й генеративних пагонів.

8. Субсенільні рослини (ss) – рослини висотою 5–8 см. Кореневище темно-коричневого кольору з численними залишками опалого листя й генеративних пагонів. Коренева система стриженева. Головний корінь добре виражений.

9. Сенільні рослини (s) – рослини мають один розетковий пагін висотою 0,7–1,5 см. Кореневище руйнується і зменшується у розмірі.

Визначення онтогенетичних параметрів ценопопуляцій досліджуваних видів здійснювали за загальноприйнятими методиками Л. А. Жукової [17], Л. А. Животовського [16], Ю. А. Злобіна [7]. У складі кожної ценопопуляції визначалася частка рослин різних онтогенетичних станів, а потім, на основі використання програмного комплексу ANONS, розробленого Ю. А. Злобіним, розраховувалися узагальнюючі онтогенетичні індекси (О. О. Уранова, Л. А. Животовського, І. М. Коваленка) та визначалася належність ценопопуляції до тієї чи іншої категорії [9].

Результати та їх обговорення. Відмічено, що за онтогенетичною структурою ценопопуляції *H. arenarium* характеризуються як нормальні, та різною мірою неповночленні. У деяких із них відзначено неповночленність онтогенетичного спектра через відсутність низки онтогенетичних станів (проростків ювенільних, іматурних та у деяких угрупованнях сенільних або субсенільних особин). Найбільш повний онтогенетичний спектр притаманний ценопопуляціям угруповань *Pinetum (sylvestris)–Aceretum (platanoiditis) helichrysum (arenarium)* та *Helichrysetum (arenarium) phleosum (pratense)*, а також *Achilleetum (millefolium) helichrysum (arenarium)* (табл. 1).

Онтогенетична структура ценопопуляцій *H. arenarium*

Умовне позначення ценопопуляції	Частка (%) особин різних онтогенетичних станів								
	p	j	im	v	g ₁	g ₂	g ₃	ss	s
П1	0,00	0,00	0,00	4,11	17,81	30,14	41,10	2,74	4,10
П2	0,00	0,00	0,00	1,06	14,89	45,75	38,30	0,00	0,00
П3	0,00	0,00	0,00	8,51	8,51	40,43	40,42	2,13	0,00
П4	0,00	0,00	0,00	1,75	8,77	26,32	54,39	5,26	3,51
П5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,57	57,14	14,29	0,00
П6	0,00	0,00	0,00	0,00	3,95	32,89	47,37	10,53	5,26

Аналіз генеративних спектрів виявив, що в складі досліджуваних ценопопуляцій переважають генеративні рослини різного віку від молодих генеративних (g₁) до старих генеративних рослин (g₃), але співвідношення рослин вікових станів g₁, g₂, g₃ істотно відрізняється. Найбільший відсоток старих генеративних особин характерний для ценопопуляції *Helichrysetum (arenarium) alopecurosum (pratensis)*, де він складає 57,14 %. Невелика участь в онтогенетичному спектрі молодих генеративних особин (0–17,81 %) свідчить про те, що досліджені популяції відносяться до зрілих з поступовим переходом у зрілі, тому що середньовікові генеративні рослини переважають над молодими генеративними.

В усіх популяціях відсутні онтогенетичні стани проростків, ювенільних й іматурних рослин, що можна пояснити несприятливими умовами для проростання насіння.

Представленість рослин найстарших станів (субсенільних та сенільних) є найбільшою в ценопопуляції *Achilleum*

(*millefolium helichryosum (arenarium)*) угруповання, де вона становить 5,26 %. Ще в двох ценопопуляціях (угруповання *Pineto (sylvestris)–Aceretum (platanoiditis) helichryosum (arenarium)* та *Helichrysetum (arenarium) phleosum (pratense)*) частка цих рослин варіює у межах 3,51–4,10 %, а в усіх інших дорівнює 0. Відсутність сенільних або субсенільних особин як, наприклад, у ценопопуляції – *Elytrigetum (repense)–helichryosum (arenarium)*; *Helichrysetum (arenarium) alopecurosum (pratensis)* та *Pinetum (sylvestris) coryloso (avellanae)–helichryosum (arenarium)*, ймовірно пов'язано з погіршенням умов існування, що згодом може призвести до переходу популяцій з нормального стану у регресивний.

За результатами використання комплексу узагальнюючих індексів І. М. Коваленка (табл. 2) встановлено, що більшість досліджуваних ценопопуляцій мають низькі значення індексу відновлюваності, що коливаються від 0,00 до 8,51 %.

Таблиця 2

Значення онтогенетичних індексів Коваленка І.М. для досліджуваних ценопопуляцій *H. arenarium*

Умовне позначення ценопопуляції	Онтогенетичні індекси І.М. Коваленка			
	відновлюваності, %	старіння, %	генеративності, %	віковості
П1	4,11	47,95	89,04	11,67
П2	1,06	38,30	98,94	36,0
П3	8,51	42,55	89,36	5,00
П4	1,75	63,16	89,47	36,0
П5	0,00	71,43	85,71	7,14
П6	0,00	63,16	84,21	6,31

У цих популяцій показники індексу старіння знаходяться у межах 38,30–71,43 %, а генеративності – у діапазоні 84,21–98,94 %.

Висновки. Таким чином, за результатами досліджень встановлено, що ценопопуляціям *H. arenarium* властиві непо-

вночленні вікові спектри, хоча, можна відмітити, що ценопопуляції *H. arenarium* проявляють здатність до самопідтримання (за незначного антропогенного впливу). Виявлені певні особливості в онтогенетичній структурі популяцій засвідчують про необхідність розширення досліджень цього виду в регіоні дослідження.

Бібліографічні посилання:

1. Dombrovskij, Ju. A. (1985). Prostranstvennaja strukturirovannost' i zhiznesposobnost' populacij [Spatial structure and population viability]. Zhurnal obshhej biologii, 2, 278–284 (in Russian).
2. Zaogol'nova, L. B. (1977). Analiz cenopopuljacij kak metod izuchenija antropogennyh vozdeystvij na fitocenozy [Analysis of coenopopulations as a method of studying anthropogenic effects on phytocenosis]. Botanicheskij zhurnal, 12, 1767–1779 (in Russian).
3. Zlobin, Ju. A. (1989). Principy i metody izuchenija cenoticheskikh populjacij rastenij [Principles and methods of the coenotic populations studying]. KZU, Kazan' (in Russian).
4. Zlobin, Ju. A. (1996). Konceptija kontinuumu i gradientnyj analiz na urovne osobej i populjacij rastenij [The concept of continuum and gradient analysis at the level of individuals and populations of plants]. Zhurnal obshhej biologii, 6, 684–694 (in Russian).
5. Zlobin, Ju. A. (1989). Teorija i praktika ocenki vitalitetnogo sostava cenopopuljacij rastenij [Theory and practice of assessing the vitality composition of plant coenopopulations]. Botanicheskij zhurnal, 6, 769–780 (in Russian).
6. Skljjar, V. G. (2013). Vikova struktura dribnogo pidrostu sosny zvyčajnoi' v lisah Novgorod-Siverskogo Polissja. [Age structure of small undergrowth of pine in the forests of Novgorod-Sivers'k Polissja]. Agrarnyj visnyk Prychornomor'ja. Sil's'kogospodars'ki nauky, 66, 83–88 (in Ukrainian).
7. Zlobin, Ju. A. (2013). Populjacija redkih vidov rastenij: teoreticheskie osnovy i metodika izuchenija [Populations of rare plant species: theoretical foundations and methods of study]. Universitetskaja kniga, Sumy (in Russian).

8. Zlobin, Ju. A. (2009). Populacionnaja jekologija rastenij: sovremennoe sostojanie, tochki rosta [Population ecology of plants: current status, growth points]. Universitetskaja kniga, Sumy (in Russian).
9. Kovalenko, I. M. (2005). Struktura populacij dominantiv trav'jano-chagarnychkovogo jarusu v lisovyh fitocenozach Desnjans'ko-Staroguts'kogo nacional'nogo pryrodnogo parku. Ontogenetychna struktura. [Population structure of grassland shrub dominant populations of woody phytocoenosis of the Desniansko-Starogutsky National Nature Park. Ontogenetic structure]. Ukraïns'kyj botanichnyj zhurnal, 62, 707–714 (in Ukrainian).
10. Skljjar, V. G. (2012). Osoblyvosti ontogenetychnogo rozvytku sosny zvyčajnoi' (Pinus sylvestris) v riznyh lisovyh ekosystemah Novgorod-Sivers'kogo Polissja. [The peculiarities of the ontogenetic development of the scotch pine (Pinus sylvestris) in various forest ecosystems of Novgorod-Sivers'k Polissja. Ekosystemy, yh optymizacija i ohrana, 25, 129–135 (in Ukrainian).
11. Skljjar, V. G. (2012). Ontogenetychna struktura populacij cenozotvorjujučykh derevnyh porid v mishanyh ta shyrokolystjanyh lisah Novgorod-Sivers'kogo Polissja. [Ontogenetic structure population of tree species in mixed and deciduous forests of the Novgorod-Sivers'k Polissja]. Učenyje zapysky Tavryčeskogo nacyonal'nogo un-ta ym. V.Y. Vernadskogo (Seryja «Byologija, hymja»), 4, 179–185 (in Ukrainian).
12. Ivashin, D. S. (2011). Lekarstvennye rastenija Ukrainy [Medicinal plants of Ukraine]. Urozhaj, Kiev (in Russian).
13. Kurkina, A. V. (2011). Issledovanie komponentnogo sostava cvetkov Helichrysum arenarium (L.) Moench [Component composition research of the of Helichrysum arenarium (L.) Moench flowers]. Himija rastitel'nogo syr'ja, 2, 113–116 (in Russian).
14. Iljuschekina, N. V. (2009). Harakteristika cenopopulacij Helichrysum arenarium Moench. na territorii gosudarstvennogo pryrodnogo zapovednika «Prisurskij» [Characteristic of Helichrysum arenarium Moench coenopopulations in the territory of the "Prisursky" state nature reserve]. Vestnik OGU, 10, 92–95 (in Russian).
15. Turubara, O. V. (2010). Likars'ki roslyny Livoberezhnogo Polissja: stan resursiv, perspektyvy vykorystannja ta ohorona. [Medicinal herbs of Leftbank Polissya: the state of resources, prospects of use and protection]. Dysertacija na zdobuttja naukovogo stupenja kandydata biologichnyh nauk za special'nistju 03.00.05 – botanika. Nacional'nyj botanichnyj sad im. M. M.Gryshka NAN Ukraïny, Kyi'v (in Ukrainian).
16. Zhyvotovskij, L. A. (2001). Ontogenetyčeskye sostojanja, efektyvnaja plotnost' y klasyfikacija populacij rastenij [Ontogenetic states, effective density and classification of plant populations]. Ekologija, 1, 3–7 (in Russian).
17. Zhukova, L. A. (2000). Ontogenetyčeskij atlas lekarstvennyh rastenij [Ontogenetic Atlas of Medicinal Plants]. Učebnoe posobyje. Mar. gos. un-t, Joshkar-Ola (in Russian).

Penkovska L. V., Postgraduate Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

FEATURES OF THE ONTOGENETIC STRUCTURE OF HELICHRYSUM ARENARIUM L. (ASTERACEAE) COENOPOPULATIONS IN THE DIFFERENT PHYTOCOENOSIS UNDER THE CONDITIONS OF THE SHOSTKA DISTRICT, SUMY REGION (UKRAINE)

The paper contains the characteristics of *Helichrysum arenarium* L. plants of various ontogenic stages and their percentage in six cenopopulations. On the ground of obtained results, conclusions are made regarding considering the ontogenic structure of *H. arenarium* cenopopulations in the conditions of Shostka geobotanical district, Sumy region (Ukraine). Complex assessment of the ontogenic structure of populations using a specialized software and conventional methodologies, showed that the majority of populations are represented by plants of 4–8 ontogenic stages. Most constant are the generative and old individuals present in all investigated cenopopulations. Based on the ratio of the age index and the efficiency index (values of Δ / ω), it was determined that majority cenopopulations are ageing. The value of the age index (by the method of Kovalenko I. M. [9]) is bigger than 1 in all investigated cenopopulations, suggesting the prevalence of degradation processes. According to the classification of T. O. Rabotnov, all investigated populations belong to the category of "normal". All main characteristics of populations indicate their potential for sustainable existence in the study region. However, their viability appears to be different, with the most evident imitations being faced by the populations under the pine forest canopy (populations are incomplete as to the presence of various ontogenetic states). In contrast the populations growing in *Pineto (sylvestris)*–*Aceretum (platanoiditis) helichryosum (arenarium)* and *Helichrysetum (arenarium) phleosum (pratense)*, as well as *Achilletum (millefolium) helichryosum (arenarium)* is community distinguished by the most complete ontogenic structure. As a result of radical changes in natural ecosystems, there is a decrease in the populations of many species, which prompts us to find directions and ways of regulating the mechanisms of development of natural phytocenoses. As a promising scientific direction, the application of the morphometric and vital analyzes to the investigated cenopopulations for evaluation of sustainability parameters of the *H. arenarium* individuals in the studied area.

Key words: ontogenesis, ontogenetic structure, cenopopulation, *Helichrysum arenarium* L.

Пеньковская Л. В., аспирант, Сумской национальной аграрный университет, г. Сумы, Украина

ОСОБЕННОСТИ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ HELICHRYSUM ARENARIUM L. (ASTERACEAE) В РАЗНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ШОСТКИНСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА СУМСКОЙ ОБЛАСТИ (УКРАИНА)

В статье приведены характеристики растений *Helichrysum arenarium* L. различных онтогенетических состояний и их процентное соотношение в шести ценопопуляциях. На основании полученных результатов сделаны выводы относительно онтогенетической структуры ценопопуляций *H. arenarium* в условиях Шосткинского геоботанического района Сумской области (Украина). Комплексная оценка онтогенетической структуры популяций с использованием специализированного программного обеспечения и общепринятых методик показала, что большинство популяций представлено

растениями 4–8 онтогенетических состояний. Наиболее постоянными являются генеративные и старые особи, присутствующие во всех исследованных ценопопуляциях. На основании соотношения индекса возрастности и индекса эффективности (значения Δ/w) было определено, что большинство ценопопуляций стареющие. Значение индекса возрастности (по И. Н. Коваленко [9]) больше 1 во всех исследованных ценопопуляциях, что свидетельствует о преобладании деградационных процессов. Согласно классификации Т. А. Работнова, все исследованные популяции относятся к категории «нормальных». Все основные характеристики популяций указывают на их потенциал для устойчивого существования в исследуемом регионе. Однако, их жизнеспособность существенно зависит от общего проективного покрытия травяного яруса и сомкнутости древостоя. Под пологом соснового леса популяции отличаются неполными онтогенетическими спектрами. В противоположность этому, популяции, растущие в *Pineto (sylvestris)–Aceretum (platanoiditis) helichrysum (arenarium)* и *Helichrysetum (arenarium) phleosum (pratense)*, отличаются наиболее полным онтогенетическим спектром. В результате радикальных изменений в природных экосистемах происходит сокращение популяций многих видов, что побуждает нас находить направления и способы регулирования механизмов развития природных фитоценозов. Дальнейшая перспектива нашей работы состоит в использовании морфометрического и виталитетного анализов при изучении этих шести ценопопуляций для оценки показателей устойчивости особей *H. arenarium* в регионе исследования.

Ключевые слова: онтогенез, онтогенетическая структура, ценопопуляция, *Helichrysum arenarium* L.

Дата надходження до редакції: 27.06.2019 р.

КОМПЛЕКСНИЙ ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЯК НАПРЯМОК СУЧАСНИХ БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Шерстюк Марина Юріївна

кандидат біологічних наук, асистент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4983-6453
maryna_skliar@ukr.net

Скляр Вікторія Григорівна

доктор біологічних наук, професор
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-1301-7384
skvig@ukr.net

Скляр Юрій Леонідович

кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-5790-1331
sul_bio@ukr.net

Хе Сонгтао

аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
а. а 121558423@qq.com

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

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

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.10>

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

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

внутрішньо- та міжпопуляційних взаємодій, стійкості та динаміки популяцій [1].

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

Розвиток комплексного підходу до вивчення фітопопуляцій, зокрема, пов'язано із становленням, існуванням та розвитком Сумської наукової школи популяційної екології ро-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

З метою визначення розмірних параметрів рослин досліджуваних видів, а також встановлення деяких інших видів структури популяцій, був здійснений морфометричний аналіз. Для цього в досліджуваних фітоценозах за випадковою схемою відбирали 25–50 особин рослин *O. palustris*. У них відповідно оцінювали 20 статичних метричних та статичних алометричних параметрів [5, 6, 37]. Результати морфометричного аналізу використовувалися для розробки морфоструктурних моделей рослин, а також для визначення розмірної та віталітетної структури популяції.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Комплексна характеристика стану популяцій *O. palustris*

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

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

Популяції з угруповань *Betuleto (pubescentis)–Pinetum (sylvestris) vaccinioso (myrtilli)–sphagnosum (cuspidati)* та *Pinetum (sylvestris) vaccinioso (vitis-idaeeae)–sphagnosum (cuspidati)*, хоча за віталітетною структурою належать до «депресивних», однак за онтогенетичною структурою є «молодими» та вирізняються високими (226,0–247,6 рослин/м²) показниками популяційної щільності. Тобто за сукупністю популяційних характеристик вони можуть розглядатися як такі, що мають досить значний потенціал для тривалого існування. Загалом, незважаючи на наявність суттєвих відмінностей за окремими популяційними ознаками, для досліджуваного регіону та угруповань типовим є формування популяцій *O. palustris* із комплексом популяційних характеристик, сприятливих щодо забезпечення їхнього стійкого функціонування у складі болотних та лісоболотних фітоценозів.

З урахуванням результатів проведених досліджень та з'ясуванням ознак популяцій *O. palustris*, вважаємо за мож-

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

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

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

Бібліографічні посилання:

1. Zlobin, Yu. A. (2012). *Struktura znanij v populyacionnoj botanike Populyacijna ekologiya roslin: suchasnij stan, tochki rostu* [The structure of knowledge in population botany. Population ecology roslin: current camp, growth points]. *Zbirnik naukovih prac za materialami mizhnarodnogo internet-simpoziumu (2–4 kvitnya 2012 roku)*. SNAU, Sumi, 5–15 (in Russian).
2. Diduh, Ya. P. (1998). *Populyacijna biologiya* [Population biology]. Fitosociocentr, Kiyiv (in Ukrainian).

3. Zhilyaev, G. G. (2005). Zhiznesposobnost populyacij rastenij [Plant Population Viability]. NAN Ukrainy, Lvov (in Russian).
4. Zhukova, L. A. (1995). Populyacionnaya zhizn lugovyh rastenij [Population life of meadow plants]. Lanar, Joshkar-Ola (in Russian).
5. Zlobin, Yu. A. (1989). Principy i metody izucheniya cenopopulyacij rastenij [Principles and methods for studying plant coenopopulations]. Kazanskij gosudarstvennyj universitet, Kazan (in Russian).
6. Zlobin, Yu. A. (2009). Populyacionnaya ekologiya rastenij: sovremennoe sostoyanie, tochki rosta [Population ecology of plants: current status, growth points]. Universitetskaya kniga, Sumy (in Russian).
7. Rabotnov, T. A. (1950). Zhiznennyj cikl mnogoletnih travyanistyh rastenij v lugovyh cenozah [The life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses]. Tr. botan. inst. AN SSSR, Ser. 3. Geobotanika, 7 (in Russian).
8. Begon, M., Townsend, C.R., & Harper, J. L. (2006). Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publ., N.Y.
9. Harper, J. L. (1977). Population biology of plants. Acad. Press, London.
10. Silvertown, J. W. (1982). Introduction to plant population ecology. Longman, London.
11. Silvertown, J. W., & Charlesworth, D. (2001). Introduction to plant population ecology. Blackwell Publ., 4th ed., USA.
12. Bondaryeva, L. M. (2004). Struktura populyacij kormovyh zlakiv na zaplavnih lukah r. Sula za umov pasovishnoyi digresiyi [Population structure of fodder cereals in the floodplain meadows of the river Sula under pasture digression]. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 61(4), 21–29 (in Ukrainian).
13. Bondaryeva, L. M., & Byelan, S. S. (2010). Porivnyalniy analiz vitalitetnoyi strukturi populyacij cenozoutvoryuyuchih zlakiv na teritoriyah zakaznikiv zaplavi richki Suli ta na dilyankah iz antropogennim vikoristannyam [Comparative analysis of the vital structure of populations of prairie cereals in the territories of the reserves of the Sula River floodplain and in areas with anthropogenic use]. Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya», 4(19), 15–21 (in Ukrainian).
14. Kyrylchuk, K. S. (2014). Populyacijna struktura *Medicago falcata* L. na zaplavnih lukah Lisostepovoyi zoni v umovah pasovishnih ta sinokisnih navantazhen [Population structure of *Medicago falcata* L. in the floodplain meadows of the forest-steppe zone under pasture and hay conditions]. Visnik Harkivskogo nacionalnogo universitetu imeni V. N. Karazina. Seriya: Biologiya, 1100(20), 305–314 (in Ukrainian).
15. Bondaryeva, L. M., Kyrylchuk, K. S., & Korovyakova, T. O. (2012). Reproduktyvne zusillya osnovnih gospodarskih grup luchnih roslin na zaplavnih lukah pivnichnogo shodu Ukrayini v umovah paskvalnogo ta fenisialnogo navantazhennya [Reproductive Efforts of Main Economic Groups of Meadow Plants on the Flood Meadows of the North-East of Ukraine]. Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya», 9, 3–6 (in Ukrainian).
16. Kovalenko, I. M. (2006). Struktura populyacij dominantiv trav'vano-chagarnichkovogo yarusu v lisovih fitocenoza Desnyansko-Starogutskogo nacionalnogo prirodnoho parku [Population structure of grassland shrub dominants in the forest phytocenoses of the Desniansko-Starogut National Nature Park. Welcome structure]. Vitalitetna struktura. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 63(3), 376–383 (in Ukrainian).
17. Sklyar, V. G., & Zlobin, Yu. A. (2013). Vnutrishnopolulyacijna struktura ta metodika yiyi vivchennya u derevnyh lisoutvoryuyuchih vidiv [Intra-population structure and methods of its study in tree species]. Chornomorsk. botan. zhurn., 9(3), 316–329 (in Ukrainian).
18. Klimenko, A. A., & Zlobin, Yu. A. (2014). Ustojchivost i dinamika populyacij redkih vidov rastenij na ohranyaemyh prirodnyh teritoriyah [Stability and dynamics of populations of rare plant species in protected areas]. Uspehi sovremennoj biologii, 134(2), 181–191 (in Russian).
19. Klimenko, G. O., & Sklyar, V. G. (2015). Osoblivosti rostu roslin ridkisyh vidiv [Features of plant growth of rare species]. Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya», 9, 77–82 (in Ukrainian).
20. Bashtovij, M. G., & Sherstyuk, M. Yu. (2016). Monitoring vidovogo riznomanittya ta bioproduktivnist cenopopulyacij nemo-ralnih trav v shirokolistyanih lisah rekreacijnih zon [Species diversity monitoring and bioproductiveness of non-moral grassland populations in deciduous forests of recreational areas]. Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya «Agronomiya ta biologiya». 2, 29–33 (in Ukrainian).
21. Sklyar, Yu. L. (2002). Rozmirno-vitalitetna riznomanitnist populyacij Potamogeton natans L. basejnu Desni [Dimensional and vital diversity of populations of Potamogeton natans L. of the Desna Basin]. Visnik derzhavnogo agroekologichnogo universitetu, 1, 67–70 (in Ukrainian).
22. Sklyar, Yu. L. (2003). Populyacijna struktura Nuphar lutea L. (Nymphaeaceae) basejnu r. Desni [Population structure of Nuphar lutea L. (Nymphaeaceae) of the Desna River basin]. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 60(2), 175–181 (in Ukrainian).
23. Sklyar, Yu. L. (2012). Vitalitetna struktura cenopopulyacij Nymphoides peltata (S.G.Gmel.) Kuntze (Menyanthaceae) u nacionalnomu prirodnomu parku "Desnyansko-Starogutskij [Vital structure of coenopopulations of Nymphoides peltata (S.G.Gmel.) Kuntze (Menyanthaceae) in the Desniansko-Starogutsky National Nature Park]. Ukrayinskij botanichnij zhurnal, 69(2), 203–210 (in Ukrainian).
24. Korovyakova, T. O., & Tihonova, O. M. (2013). Cenopopulyaciyi invazijnogo vidu Stenactis (Phalacrologa) annua (L.) Cass. na zaplavnih lukah richki Psel (Sumyska oblast) [Pricing populations of the invasive species Stenactis (Phalacrologa) annua (L.) Cass. in the floodplains of the Psel River (Sumy region)]. Chornomorskij botanichnij zhurnal, 9(4), 515–525 (in Ukrainian).
25. Tihonova, O. M. (2011). Vitalitetna struktura populyacij deyakih vidiv bur'yanyv u posivah zernovyh kultur [Vital structure of populations of some weeds in cereal crops]. Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Biologiya. Ekologiya, 19(1), 123–129 (in Ukrainian).
26. Zlobin, Yu. A., Sklyar, V. G., & Melnik, T. I. (1996). Koncepciya kontinuumu i gradientnyj analiz na urovne osobej i populyacij rastenij [The concept of continuum and gradient analysis at the level of individuals and populations of plants]. Zhurnal obshej biologii,

57(6), 684–694 (in Russian).

27. Zlobin, Yu. A., Kirilchuk, K. S., Tihonova, O. M., & Melnik, T. I. (2007). Vzayemozumovlenist formuvannya vegetativnoyi ta generativnoyi sfer roslin: metod kanonichnih korelyacij [Interdependence of formation of vegetative and generative spheres of plants: method of canonical correlations]. *Ukrayinskij botanichnij zhurnal*, 64(2), 206–218 (in Ukrainian).

28. Sklyar, V. G. (2013). Prirodne ponovlennya duba zvizhajnogo na teritoriyi Novgorod-Siverskogo Polissya: poshirenist u fitocenoazah ta diferenciaciya yih umov za stupenem spriyatlivosti dlya cogo procesu [Natural regeneration of common oak in the territory of Novgorod-Seversky Polissia: prevalence in phytocenoses and differentiation of their conditions by the degree of favorableness for this process]. *Pitannya bioindikaciyi ta ekologiyi*, 18(2), 56–70 (in Ukrainian).

29. Sklyar, V. G., & Degtyarov, V. M. (2013). Osoblivosti prirodnoho ponovlennya providnih cenozoutvoryuyuchih vidiv v urochishi «Reticka dacha» [Peculiarities of natural renewal of leading pricing species in the tract "Retitskaya dacha"]. *Visnik Sumського національного аграрного університету. Серія «Агроніомія та біологія»*, 3 (25), 11–14 (in Ukrainian).

30. Sklyar, V. G. (2014). Prirodne ponovlennya providnih lisoutvoryvalnih vidiv Novgorod-Siverskogo Polissya: realizovani ekologichni nishi ta yihnya dinamika [Natural renewal of leading forest-forming species of Novgorod-Siversky Polissya: implemented ecological niches and their dynamics]. *Ukrayinskij botanichnij zhurnal*, 71(1), 8–16 (in Ukrainian).

31. Popovich, S. Yu., Savoskina, A. M., Ustimenko, P. M., Sherstyuk, M. Yu., & Dziba, A. A. (2017). Dendrosozologichnij katalog prirodno-zapovidnogo fondu Ukrayinskogo Polissya: [monografiya / za red. S. Yu. Popovicha] [Dendrosozological catalog of the Nature Reserve Fund of the Ukrainian Polesie]. CP «Komprint», Kiyiv (in Ukrainian).

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

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

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

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

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

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

38. Sklyar, V. G. (2011). Rozmirna struktura derevostaniv sosni zvizhajnoyi v lisah Novgorod-Siverskogo Polissya [Dimensional structure of stands of common pine in the forests of Novgorod-Siversky Polissya]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo національного університету імені В. І. Вернадського (Серія «Біологія, хімія»)*. 24(63), 4, 292–302 (in Ukrainian).

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

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

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

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

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

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

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

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

swamp, forest-swamp phytocoenoses were less favorable for the formation and existence of coenopopulations of *O. palustris*, although they also revealed coenopopulations with a complex of high population characteristics. Based on the results of studies and elucidation of the characteristics of populations, the original coenopopulation principle of constructing phytocenocompositions from species of natural flora was also proposed and tested.

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

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

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

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

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

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

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОПУЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК НАПРАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описаны некоторые исторические аспекты становления популяционной экологии и биологии как отдельного научного направления. Отмечено, что отличительной особенностью современности является использование при изучении популяций комплексного анализа. Дается информация об основных составляющих комплексных популяционных исследований, которые реализуются в научной школе популяционной экологии растений, созданной в Сумском национальном аграрном университете профессором Ю. А. Злобиньим. Показаны основные наработки представителей этой школы, а также отмечено, что на базе результатов их научной работы происходит постепенное расширение круга исследуемых объектов. Примером этого является использование комплексного популяционного анализа для изучения заповедных автотонных дедрозофитов Украинского Полесья, представителем которого, в частности, является *Oxycoccus palustris* Pers. На примере этого вида детализированы базовые аспекты применения комплексного популяционного анализа, который включает определение размера популяционного поля, значений популяционной плотности, размерных и морфологических признаков особей, которые формируют популяции, а также онтогенетической, размерной и виталитетной структур популяций. Благодаря отмеченному подходу исследуемые болотные и лесоболотные фитоценозы были дифференцированы в зависимости от того, насколько они благоприятны для существования и функционирования популяций *O. palustris*. Доказано, что условия олиготрофного болота и сообщества *Sphagnetum (cuspidati) eriorphorosum (vaginati)* более благоприятны для формирования ценопопуляций *O. palustris*, которые имеют высокую популяционную плотность, жизнеспособность, разнообразие размерной структуры и сбалансированную онтогенетическую структуру. Популяции этого сообщества могут рассматриваться как центры регламентированной заготовки растительной продукции, сырья исследуемого вида. По сравнению с болотными, лесоболотные фитоценозы оказались менее благоприятными для формирования и существования ценопопуляций *O. palustris*, хотя и в них обнаружены ценопопуляции, которые имеют комплекс высоких популяционных характеристик. На основе результатов проведенных исследований также предложен и апробирован оригинальный ценопопуляционный принцип построения фитоценокомпозиций из видов природной флоры. Его суть состоит в том, что при подборе определенных видов как элементов фитоценокомпозиций необходимо учитывать показатели фитоценозов, в которых его популяции имеют признаки возможности относительно устойчивого и длительного существования в составе растительных сообществ. В числе этих признаков определяющими являются показатели площади популяционного поля, популяционной плотности и характеристик популяционных структур, в первую очередь, онтогенетической и виталитетной. В первом случае необходимо, чтобы ценопопуляции относились к группе молодых, переходных или созревающих и не были стареющими, во втором – представляли категорию цветущих.

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

Дата надходження до редакції: 02.06.2019 р.