

УДК 631.53.01:633.31/
37:631.5 (477.7)
© 2024

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ФОРМУВАННЯ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ БУРКУНУ БІЛОГО

А.М. Влащук¹, О.С. Дробіт²,
Н.О. Валентюк³, О.А. Влащук⁴, Г.М. Іванов⁵

^{1, 2, 4} кандидати сільськогосподарських наук
³ кандидат технічних наук

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24, смт Хлібодарське Одеського р-ну Одеської обл., 67667, Україна

e-mail: ¹icsanaas@ukr.net, ²KolpakovaLesya80@gmail.com,

³naval100@ukr.net, ⁴decagro_kherson@ukr.net, ⁵meridian72@ukr.net

ORCID: ¹ 0000-0002-2818-8127, ² 0000-0002-3633-5828,

³ 0000-0003-4763-3019, ⁴ 0000-0002-5677-0026, ⁵ 0009-0003-3229-1690

Надійшла 18.04.2024

Мета. Визначити вплив застосування елементів технології вирощування на процеси формування насінневої продуктивності буркуну білого залежно від сортового складу, ширини міжрядь і доз азотного добрива в незрошуваних умовах півдня України. **Методи.** Польовий — для вивчення взаємодії об'єкта досліджень із біотичними та абіотичними факторами південної степової зони; візуальний — виявлення фенологічних змін рослин культури; математико-статистичний — проведення дисперсійного аналізу і статистичної обробки даних з метою оцінки достовірності отриманих результатів досліджень; порівняльно-розрахунковий — для проведення економічної та енергетичної оцінки вирощування буркуну. **Результати.** Обґрунтовано й узагальнено експериментальні та польові дослідження щодо вдосконалення технології вирощування буркуну білого в незрошуваних умовах півдня України. Раціонально поєднано такі чинники, як сортовий склад, ширину міжрядь і дози азотних добрив. Доведено, що за роки досліджень (2019–2021 рр.) у середньому найкращих структурних показників культури досягли за сівби сорту Південний із шириною міжрядь 45 см та дозою азотного добрива N_{60} , коли рослини культури сформували найбільшу кількість гілочок — 25,3 шт. У цьому варіанті досліду також отримали найвищий вихід кондиційного насіння та врожайність буркуну білого. **Висновки.** Дослідженнями встановлено, що максимальну насінневу продуктивність буркуну білого на темно-каштанових ґрунтах в незрошуваних умовах півдня України можна отримати за сівби сорту Південний і з шириною міжрядь 45 см і дозою азотного добрива N_{60} . Використання оптимальних параметрів технології забезпечило найбільший вихід кондиційного насіння культури — 86,9% і максимальну середню насінневу продуктивність — 556 кг/га.

Ключові слова: кондиційне насіння, сорт, ширина міжрядь, доза азотного добрива, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-02>

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми десятиліттями внаслідок діяльності людини процеси зміни клімату з кожним роком стають інтенсивнішими. На всіх континентах планети почастишали лісові пожежі, довготривала спека, руйнівні зливи, посухи, паводки та інші екстремальні погодні явища. Їх кількість зростає пропорційно підвищенню температур. Те, що раніше вважалося «паводком» чи «посухою» століття, через 80 років може стати щорічним явищем. Наша планета нагрівається набагато швидше, ніж прогнозували. Однак людство ще може запобігти зміні клімату та адаптуватися до неї [1–3].

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН розташований на півдні України, який вважається зоною ризикованого землеробства. Тому особливого значення набуває вибір посухостійких рослин, здатних формувати в екстремальних умовах стабільні врожаї насіння високої якості. Цим вимогам повністю відповідає буркун білий — високопродуктивна кормова бобова культура універсального використання, невибаглива до ґрунтів, технологічна, посухо- та жаростійка, а також стійка до стресових чинників, що досить актуально для посушливого південного регіону країни [4–6].

Вирощування буркуну білого сприяє розв'язанню проблеми дефіциту рослинного білка в раціоні свійських тварин. За якісними показниками білка та вмістом незамінних амінокислот він має значну перевагу серед інших кормових рослин [7, 8].

Буркун завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями здатний фіксувати біологічний азот з атмосферного повітря. Унаслідок цього спостерігається істотне збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті, поліпшення його водно-фізичних та агрохімічних властивостей [9, 10].

Для сучасних товаровиробників недостатньо рекомендацій щодо агротехніки вирощування буркуну білого. Потрібно вивчати питання вдосконалення технологічних елементів вирощування для підвищення насіннєвої продуктивності та пришвидшеного впровадження культури

у виробництво. Тому дослідження, спрямовані на визначення оптимальних параметрів основних елементів технології вирощування сортів буркуну Південний і Донецький однорічний у незрошуваних умовах, є актуальними.

Мета досліджень — вивчити особливості формування структурних показників та вихід кондиційного насіння буркуну білого сортів Південний і Донецький однорічний залежно від ширини міжрядь і доз азотного добрива в незрошуваних умовах півдня України.

Матеріали та методи досліджень. Польові та лабораторні дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в умовах дослідного поля відділу первинного та елітного насінництва інституту. Ґрунт дослідної ділянки — темно-каштановий середньосуглинковий слабосолонцюватий на карбонатному лесі, типовий для зрошуваної зони півдня України. В орному шарі ґрунту містилося 2,2–2,5% гумусу, кількість якого з глибиною поступово зменшувалася. У 3-факторному польовому досліді вивчали структурні показники та насіннєву продуктивність сортів буркуну білого вітчизняної селекції залежно від ширини міжрядь і доз азотного добрива в богарних умовах. Фактор А — сорти буркуну білого Південний і Донецький однорічний (репродукція — супереліта), фактор В — ширина міжрядь 15 см, 30; 45 та 60 см, фактор С — дози внесення азотного добрива — без добрив, N_{30} , N_{60} , N_{90} .

Дослідження поєднували теоретичні та експериментальні випробування на основі системного підходу. Планування та їх проведення виконували згідно з методиками та методичними рекомендаціями [11, 12].

Дослід, закладений методом розщеплених ділянок, проводили в 4-разовій повторності з рендомізованим розміщенням ділянок. Облікова їх площа — 25 м². Агротехніка вирощування буркуну білого — загальноприйнята для зони Степу України, за винятком досліджуваних факторів.

Попередником культури була пшениця озима, після збирання якої проводили лущення післяжнивних решток у 2 сліди. Основний обробіток ґрунту, — глибину

оранку на глибину 25–27 см (Т–150 + + ПЛН–5–35), виконували в листопаді. Рано навесні проводили боронування агрегатом БГ–3 із зчіпкою СП–16. Перед сівбою здійснили передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння 3–4 см

і внесли азотні добрива — аміачну селітру вручну згідно зі схемою досліді. Буркун висівали щороку в I декаді квітня сівалкою СН–16 за настання фізичної стиглості ґрунту з нормою висіву 2,5 млн шт./м² схожих насінин. Перед сівбою і після неї провели

1. Кількість гілочок на рослинах буркуну білого залежно від факторів досліді (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор А, сорт	Фактор В, ширина міжрядь, см	Фактор С, доза азотного добрива, кг/га	Кількість гілочок на 1 рослині, шт.	У середньому за фактором		
				А	В	С
Південний	15	Без добрив	17,3	21,6	17,7	18,7
		N ₃₀	18,1			21,0
		N ₆₀	18,9			22,8
		N ₉₀	17,8			21,8
	30	Без добрив	19,5	21,6	17,7	21,4
		N ₃₀	21,5			
		N ₆₀	24,3			
		N ₉₀	22,6			
	45	Без добрив	20,0	21,6	17,7	22,7
		N ₃₀	24,0			
		N ₆₀	25,3			
		N ₉₀	24,5			
60	Без добрив	20,2	21,6	17,7	22,5	
	N ₃₀	23,5				
	N ₆₀	24,7				
	N ₉₀	23,9				
Донецький однорічний	15	Без добрив	16,3	20,5	17,7	20,5
		N ₃₀	17,0			
		N ₆₀	18,2			
		N ₉₀	17,8			
	30	Без добрив	18,1	20,5	17,7	20,5
		N ₃₀	19,9			
		N ₆₀	23,3			
		N ₉₀	21,7			
	45	Без добрив	19,1	20,5	17,7	20,5
		N ₃₀	22,3			
		N ₆₀	23,8			
		N ₉₀	22,7			
60	Без добрив	19,3	20,5	17,7	20,5	
	N ₃₀	21,5				
	N ₆₀	23,9				
	N ₉₀	23,2				

Оцінка істотності часткових відмінностей
 НІР₀₅, т/га: А = 0,08; В = 0,06; С = 0,09

Оцінка істотності середніх (головних) ефектів
 НІР₀₅, т/га: А = 0,09; В = 0,04; С = 0,08

прикочування агрегатом (Т–25 + ЗККШ–2) із шириною міжряддя 15 см; 30; 45 та 60 см. Сівбу здійснювали згідно зі схемою дослідіу — звичайну рядкову з шириною міжряддя 15 см і широкорядну з шириною міжряддя 30; 45 та 60 см. Після появи сходів посіви обробили проти бур'янів гербіцидом Пульсар 40 із розрахунку 1 л/га.

Результати досліджень. Вивчали вплив основного обробітку ґрунту та способів збирання на процеси формування структурних елементів буркуну білого. Установлено, що чисельність гілочок на рослинах буркуну залежала від сортового складу, ширини міжрядь і доз азотного добрива (табл. 1). За фактором А (сорт) цей показник у середньому за 2019–2021 рр. проведення досліджень був вищим у сорту Південний — 21,6 шт., що на 5,1% більше за аналогічний показник сорту Донецький однорічний.

Ширина міжрядь (фактор В) істотно впливала на кількість гілочок на рослинах культури. Цей показник у варіантах ширини міжрядь був у межах 17,7–22,7 шт. Формуванню максимальної кількості гілочок на рослині — 22,7 шт. сприяла ширина міжрядь 45 см. Мінімальну чисельність гілочок на рослині, у середньому 17,7 шт., мали посіви буркуну за ширини міжрядь 15 см. У цьому варіанті сівби було значне загушення посівів, і бічні гілочки рослин (особливо нижні яруси) майже не розвивалися.

Зі збільшенням ширини міжрядь спостерігалася більша чисельність гілочок на рослинах культури. Застосування різних доз азотного добрива (фактор С) також позначилося на формуванні чисельності гілочок на рослинах буркуну білого. Максимальну середню кількість гілочок на рослині — 22,8 шт. мали рослини, які висівали за ширини міжрядь 45 см. Загалом використання різних доз азотного добрива позитивно позначилося на формуванні чисельності гілочок на рослинах буркуну білого. Їх кількість у середньому за 3 роки проведення досліджень становила 21,0–22,8 шт. У контрольних варіантах цей показник був найменшим — 18,7 шт., що в подальшому

негативно позначилося на показниках насінневої продуктивності культури.

За допомогою статистичного аналізу побудовано кореляційно-регресійну модель залежності між урожайністю кондиційного насіння та кількістю гілочок на рослині. Моделюванням доведено, що кількість гілочок на рослині істотно впливала на врожайність кондиційного насіння. Якісна міра кореляції згідно зі шкалою Чеддока була «високою» і становила 0,852 (рис. 1).

На основі аналізу отриманої моделі доведено, що кількість гілочок є одним з основних критеріїв у селекції на врожайність. Тому особливе значення для підвищення ефективності насінництва буркуну білого

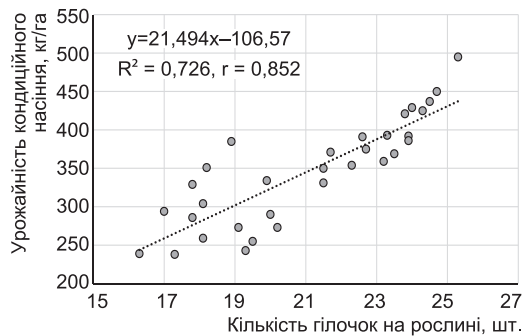


Рис. 1. Урожайність кондиційного насіння буркуну білого залежно від кількості гілочок на рослині (середнє за 2019–2021 рр.): y — урожайність насіння; x — кількість гілочок на рослині; R^2 — коефіцієнт регресії; r — коефіцієнт регресії (для рис. 1–3)

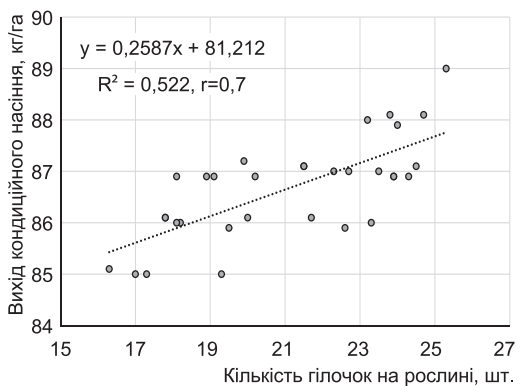


Рис. 2. Вихід кондиційного насіння залежно від кількості гілочок на рослині (середнє за 2019–2021 рр.)

мають елементи технології, що збільшують їх кількість на рослині. Ознака «кількість гілочок на рослині» має безпосередній вплив на врожайність кондиційного насіння.

Важливим аспектом досліджу є визначення рівня впливу кількості гілочок на рослині на вихід кондиційного насіння.

Установлено, що між кількістю гілочок і виходом кондиційного насіння є тісний прямий кореляційний зв'язок (рис. 2). Так, у фазі фізіологічної стиглості коефіцієнт кореляції між масою 1000 насінин і виходом кондиційного насіння був високим (0,7). Тому потрібно визначити

2. Вплив факторів досліджу на вихід кондиційного насіння буркуну білого однорічного (середнє за 2019 – 2021 рр.)

Фактор А, сорт	Фактор В, ширина міжрядь, см	Фактор С, доза азотного добрива, кг/га	Вихід кондиційного насіння, %	У середньому за фактором			
				А	В	С	
Південний	15	Без добрив	85,0	86,9	85,9	85,9	
		N ₃₀	86,9			86,9	
		N ₆₀	86,9			87,2	
		N ₉₀	86,1			86,7	
	30	Без добрив	85,9		86,9	86,4	
		N ₃₀	87,1				
		N ₆₀	86,9				
		N ₉₀	85,9				
	45	Без добрив	86,1		86,9	87,4	
		N ₃₀	87,9				
		N ₆₀	89,0				
		N ₉₀	87,1				
60	Без добрив	86,9	86,9	87,0			
	N ₃₀	87,0					
	N ₆₀	88,1					
	N ₉₀	86,9					
Донецький однорічний	15	Без добрив	85,1	86,5	86,5		
		N ₃₀	85,0				
		N ₆₀	86,0				
		N ₉₀	86,1				
	30	Без добрив	86,0		86,0		
		N ₃₀	87,2				
		N ₆₀	86,0				
		N ₉₀	86,1				
	45	Без добрив	86,9		86,9		
		N ₃₀	87,0				
		N ₆₀	88,1				
		N ₉₀	87,0				
60	Без добрив	85,0	85,0				
	N ₃₀	87,1					
	N ₆₀	86,9					
	N ₉₀	88,0					

Оцінка істотності часткових відмінностей
 НІР₀₅, т/га: А = 0,08; В = 0,32; С = 0,76

Оцінка істотності середніх (головних) ефектів
 НІР₀₅, т/га: А = 0,79; В = 0,53; С = 0,41

найбільш дієві елементи технології і проводити селекцію в напрямі збільшення кількості гілочок на рослині, що впливає на вихід кондиційного насінневого матеріалу із загальної врожайності насіння.

Оптимальні параметри технології вирощування культури значною мірою впливають на вихід кондиційного насіння та його якість. Упродовж проведених досліджень спостерігали різницю в кількості виходу кондиційного насіння залежно від усіх зазначених факторів (табл. 2). У варіантах досліду відсоток некондиційного насіння в середньому становив 85,0–89,0%. Визначено вплив сортового складу (фактор А) на вихід кондиційного насіння буркуну. Сорт Південний у середньому за 3 роки сформував найбільший вихід кондиційного насіння — 86,9%, що на 0,4% перевищувало аналогічний показник сорту Донецький однорічний.

За фактором В (ширина міжрядь) максимальний середній вихід кондиційного насіння культури (87,4%) отримали за ширини міжрядь 45 см. За інших способів сівби спостерігалось зниження середніх значень показника на 0,4–1,5%. Найменший вихід кондиційного насіння буркуну білого (85,9%) встановлено за сівби з шириною міжрядь 15 см. Це пояснюється зменшенням площі живлення рослин через високу густоту посіву на одиницю площі. Бічні пагони не розвивалися, унаслідок чого насіння формувалося лише на центральних пагонах.

Залежно від застосування різних доз азотного добрива кількість кондиційного насіння збільшилася на 86,7–87,2%. Загалом за фактором С (доза азотного добрива) максимальні середні значення (87,2%) посіви культури мали за використання азотного добрива дозою N_{60} , мінімальні — 85,9% у варіантах досліду без унесення добрив.

Установлено, що в середньому за 2019–2021 рр. досліджень за вирощування буркуну сорту Південний (фактор А) отримали найбільший показник насінневої продуктивності — 418 кг/га і врожайність кондиційного насіння — 363 кг/га, максимальний вихід кондиційного насіння буркуну білого

становив 86,9%. За фактором В (ширина міжрядь) максимальний показник встановлено за ширини міжрядь 45 см — відповідно 439 кг/га, 384 кг/га та 87,4%. У середньому за фактором С (доза азотного добрива) живлення дозою N_{60} забезпечило найбільшу насінневу продуктивність — 473 кг/га, максимальну врожайність кондиційного насіння — 413,0 кг/га і найбільший вихід кондиційного насіння з 1 га — 87,2%.

У сучасному насінництві важливого значення набувають технологічні заходи, завдяки яким підвищується частка кондиційного насіння в загальній врожайності. Маса 1000 насінин є важливою ознакою, що впливає на вихід кондиційного насіння, який збільшується зі збільшенням маси 1000 насінин (рис. 3). Коефіцієнт кореляції становить 0,70, тобто якісна міра кореляції є «високою». Тому потрібно визначити найбільш дієві елементи технології, що підвищують масу 1000 насінин й опосередковано впливають на вихід кондиційного насінневого матеріалу із загальної врожайності насіння.

Установлено, що залежно від факторів досліду рослини перебувають у різних агрометеорологічних умовах, по-різному ростуть і розвиваються, тому й формують різну врожайність насіння (табл. 3).

Максимальну середню врожайність насіння буркуну білого — 418 кг/га (за фактором А) отримано в сорту Південний. Зміна ширини міжрядь також істотно вплинула на величину врожайності насіння куль-

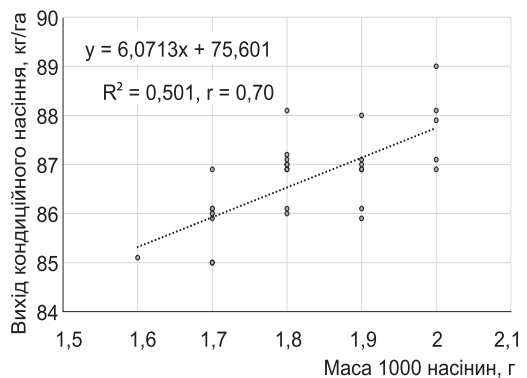


Рис. 3. Вихід кондиційного насіння залежно від маси 1000 насінин (середнє за 2019–2021 рр.)

3. Урожайність насіння буркуну білого однорічного різних сортів залежно від ширини міжрядь і доз азотного добрива (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор А, сорт	Фактор В, ширина міжрядь, см	Фактор С, доза азотного добрива	Урожайність насіння, кг/га	У середньому за фактором		
				А	В	С
Південний	15	Без добрив	280	418	353	301
		N ₃₀	350			398
		N ₆₀	443			473
		N ₉₀	382			424
	30	Без добрив	297	418	402	402
		N ₃₀	402			
		N ₆₀	489			
		N ₉₀	455			
	45	Без добрив	337	418	439	402
		N ₃₀	488			
		N ₆₀	556			
		N ₉₀	502			
60	Без добрив	314	418	402	402	
	N ₃₀	424				
	N ₆₀	511				
	N ₉₀	451				
Донецький однорічний	15	Без добрив	281	380	380	380
		N ₃₀	346			
		N ₆₀	408			
		N ₉₀	332			
	30	Без добрив	301	380	380	380
		N ₃₀	383			
		N ₆₀	457			
		N ₉₀	431			
	45	Без добрив	314	380	380	380
		N ₃₀	407			
		N ₆₀	478			
		N ₉₀	431			
60	Без добрив	286	380	380	380	
	N ₃₀	380				
	N ₆₀	444				
	N ₉₀	408				

Оцінка істотності часткових відмінностей
 НІР₀₅, кг/га: А = 7,34; В = 7,50; С = 6,12.

Оцінка істотності середніх (головних) ефектів
 НІР₀₅, кг/га: А = 1,83; В = 2,65; С = 2,16.

тури. За міжрядь 45 см (у середньому за фактором В) одержали найвищу врожайність насіння — 439 кг/га. За фактором С (доза азотного добрива) максимальною врожайність насіння буркуну білого була за норми внесення азотних добрив N₆₀.

У середньому за роки досліджень максимальну врожайність насіння — 556 кг/га отримано за сівби буркуну білого сорту Південний за ширини міжрядь 45 см та дози азотного добрива N₆₀ (НІР₀₅ А — 1,83 кг/га, В — 2,65, С — 2,16 кг/га).

Висновки

За результатами досліджень, проведених упродовж 2019–2021 рр., визначено оптимальну ширину міжрядь і дозу азотного добрива для сортів культури, які гарантовано забезпечать максимальні показники структурних елементів, найвищий вихід кондиційного насіння та насінневу продуктивність буркуну білого в незрошуваних умовах півдня України. Сорт Південний (фактор А) формував максимальний вихід кондиційного насіння культури 86,9%, найвищий вихід якого залежно від фактора В (87,4%) отримано за ширини міжрядь 45 см. Залежно від застосування дози азотного добрива (фактор С)

найкращий показник виходу кондиційного насіння — 87,2% отримали у варіантах досліду з підживленням N₆₀.

За вирощування буркуну білого сорту Південний на темно-каштанових ґрунтах у незрошуваних умовах півдня України максимальну насінневу продуктивність можна отримати за ширини міжрядь 45 см і дози азотного добрива N₆₀. Використання оптимальних параметрів технології забезпечило формування найбільшого виходу кондиційного насіння культури — 86,9% та максимальної середньої насінневої продуктивності — 556 кг/га.

**Vlashchuk A.¹, Drobit A.², Valentiuk N.³,
Vlashchuk O.⁴, Ivanov H.⁵**

*Institute of climate-oriented agriculture of NAAS,
24 Maiatska doroha Str., vil. Khlybodarske,
Odesa district, Odesa oblast, 67667, Ukraine;
e-mail: ¹icsanaas@ukr.net, ²KolpakovaLesya80@
gmail.com, ³naval100@ukr.net, ⁴decagro_kher-
son@ukr.net, ⁵meridian72@ukr.net; ORCID:
¹0000-0002-2818-8127, ²0000-0002-3633-5828,
³0000-0003-4763-3019, ⁴0000-0002-5677-0026,
⁵0009-0003-3229-1690*

The influence of technological elements on the formation of the seed productivity of the white sweet clover

Goal. To determine the influence of the application of the elements of growing technology on the processes of seed productivity formation of white sweet clover depending on the variety composition, the width of the rows, and doses of nitrogen fertilizer in non-irrigated conditions of the South of Ukraine. **Methods.** Field — to study the interaction of the research object with biotic and abiotic factors of the Southern Steppe zone; visual — to fix phenological changes in crop plants; mathematical and statistical — to conduct dispersion analysis and statistical processing of data to assess the reliability of the obtained research results; comparative calculation — to carry out economic

and energy assessment of the cultivation of sweet clover. **Results.** Experimental and field studies on the improvement of the technology of growing white sweet clover in non-irrigated conditions in the South of Ukraine were substantiated and summarized. Factors such as variety composition, row width, and doses of nitrogen fertilizers were rationally combined. It was proven that during the years of research (2019–2021), on average, the best structural indicators of the culture were achieved by sowing the Pivdennyi variety with a row width of 45 cm and a dose of nitrogen fertilizer N₆₀, when the culture plants formed the largest number of branches — 25.3 pcs. In this variant of the experiment, the highest yield of conditioned seeds and the yield of the white sweet clover were also obtained. **Conclusions.** The research established that the maximum seed productivity of white sweet clover on dark chestnut soils in non-irrigated conditions in the South of Ukraine can be obtained by sowing the Pivdennyi variety with a row width of 45 cm and a dose of nitrogen fertilizer N₆₀. The use of optimal technology parameters provided the highest yield of conditioned seed of the crop — 86.9% and the maximum average seed productivity — 556 kg/ha.

Key words: conditioned seed, variety, row width, dose of nitrogen fertilizer, productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-02>

Бібліографія

1. Asfaw S., Maggio G. Gender integration into climate smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.*

Rome, 2016. 20 p.

2. Gathala M. K., Timsina J., Islam Md. S. Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields

and increase profits in South Asia's rice-maize systems. Evidence from Bangladesh. *Field Crops Research*. 2014. P. 85–98.

3. *Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В.* Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., випр., доп. Львів: Українські технології, 2019. 806 с.

4. *McCarthy N.* Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

5. *Кірілеску О.Л., Мовчан К.І.* Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 127–132.

6. *Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф.* Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., випр., доп. Львів: Українські технології, 2012. 324 с.

7. *Кохан А.В., Кавалір Л.В., Самойленко О.А.*

Селекція та насінництво однорічних і багаторічних кормових трав: теоретичні та практичні аспекти. Полтава: Астроя, 2018. 196 с.

8. *Каленська С.М., Журавльова Н.В., Максименко О.І.* та ін. Рослинництво: навч. посіб. Київ, 2005. 502 с.

9. *Коваленко Н.П.* Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина XIX — початок XXI ст.). Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 490 с.

10. *Min W., Hofen O., Tompson R.* A global perspective on agroecosystem nitrogen cycles after returning crop residue. *Agriculture, Ecosystems, Environment*. 2018. V. 266. P. 49–54.

11. *Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П.* Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 286 с.

12. *Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В.* Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.