

## ВПЛИВ БІОЛОГІЗОВАНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**ГАДЗАЛО Я.М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік Національної академії аграрних наук України  
*orcid.org/0000-0002-5028-2048*

Національна академія аграрних наук України

**ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік Національної академії аграрних наук України  
*orcid.org/0000-0002-3895-5633*

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії  
аграрних наук України

**ЛІКАР Я.О.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
*orcid.org/0000-0003-1241-8634*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Постановка проблеми.** В Південному Степу, як і на всій території України, впродовж останніх років спостерігається погіршення родючості ґрунту і, в першу чергу, забезпечення вмісту елементів живлення. Це пов'язано зі значним скороченням внесення органічних і мінеральних добрив, що призвело до гальмування процесів відновлення саморегуляції ґрунту. В існуючих сучасних системах землеробства біологічна суть формування родючості ґрунтів практично не береться до уваги. Це призвело до появи деградованих агроценозів, які навіть за достатнього внесення мінеральних добрив під агрокультури не забезпечують формування повноцінного урожаю та якісну продукцію [1].

Україна є європейським лідером із виробництва насіння соняшнику та продуктів його переробки, проте це тягне за собою і комплекс пов'язаних з цим фактом проблем розбалансування систем сівозмін, прогресуюче зниження бонітету ґрунтів, фітосанітарні негаразди тощо [2].

Намагання біологізації процесу вирощування соняшнику в Україні (фрагментарна, часткова чи навіть повна відмова від речовин синтетичної природи) слід сприймати як важливі вектори приведення процесу виробництва цієї високомаржинальної культури до екологічних рамок без шкоди для комплексу економічних критеріїв, особливої ж актуальності набуває вирощування культури за органічною технологією, адже на світовому ринку щороку спостерігається істотний дефіцит сировини, отриманої без застосування пестицидів та мінеральних макродобрив [3].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Соняшник належить до найпоширеніших сільськогосподарських культур України та інших країн світу, оскільки має вагомні переваги: висока економічна ефективність, сталий попит на насіння культури всередині держави й на світових ринках, менш складна й витратна технологія вирощування, порівняно з іншими культурами тощо. Насіння соняшнику має збалансований склад високоцінних жирних кислот, підвищений вміст олієрозчинних вітамінів, а також містить низькоокиснювані й стабільні до окислювання жири, що забезпечують тривале зберігання соняшникової олії та її високі кулі-

нарні властивості [4]. Більшість природних факторів зони Степу (за винятком низької вологозабезпеченості) сприяють отриманню на всій території високих урожаїв соняшнику, що є ще однією умовою поширення культури в цьому регіоні [5].

Насіння соняшнику містить 50–52% олії. На соняшникову олію припадає 98% загального виробництва олії в Україні. До її складу входять дуже цінні для організму компоненти: фосфатиди, стеарини, вітаміни (А, D, Е, К). Харчова цінність олії зумовлена високим вмістом ненасиченої жирної ліноленової кислоти (55–60%), яка має значну біологічну активність і прискорює метаболізм ефірів холестерину в організмі, що позитивно впливає на стан здоров'я. Соняшникову олію використовують в кулінарії, хлібопеченні, для вироблення кондитерських виробів і консервів [6–8].

Білок соняшнику має не тільки кормове, а й харчове значення. В останні роки він знаходить все більше застосування в харчовій промисловості. Побічні продукти переробки насіння соняшнику – макуха і шрот (близько 35% від маси насіння) є цінним конвентованим кормом для худоби. За поживністю 100 кг макухи відповідають 109 кормовим одиницям. Лузга (вихід 16–22% від маси насіння) є сировиною для виробництва гексозного і пентозного цукрів. Кошки соняшнику (вихід 50–60% від маси насіння) є цінним кормом для тварин. У них міститься 6,2–9,9% протеїну, 3,5–6,9% жиру, 43,9–54,7% БЕР, 13,0–17,7% клітковини [9].

В існуючих світових інтенсивних системах землеробства біологічна суть формування родючості ґрунтів практично не бралась до уваги. Це призвело до появи деградованих агроценозів. Навіть за достатнього внесення мінеральних добрив сільськогосподарські культури не забезпечують повноцінного урожаю та якісну продукцію [10]. У зв'язку з цим виникла необхідність у застосуванні агрозаходів, що спрямовані на збільшення чисельності та активності агрономічно цінних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин. Відомо, що мікроорганізми відіграють важливу роль у розвитку рослин, сприяючи підвищенню їх стійкості до стресів і збільшенню продуктивності. Потужним фактором підвищення продуктивності агроєкосистем є активізація

мікробно-рослинних взаємодій [11]. З цією метою розробляються і вводяться в систему необхідних агротехнічних заходів екологічно безпечні комплексні мікробні препарати, а також регулятори росту рослин природного і синтетичного походження. Ці препарати сприяють інтенсифікації фізіолого-біохімічних процесів у рослин, підвищують їх стійкість до хвороб, а також позитивно впливають на мікроорганізми ґрунту [12, 13]. Практична зацікавленість біологічними препаратами зумовлена не тільки їх ефективністю, а й тим, що вони створюються на основі мікроорганізмів, виділених з природних біоценозів, що не забруднюють навколишнє середовище. В Україні сьогодні зареєстровано кілька вітчизняних мікробних препаратів. Крім того, в стадії завершення розробки знаходяться ще нові мікробні препарати для багатьох сільськогосподарських культур. Їх застосування на 20-30% підвищує використання рослинами сполук азоту та фосфору з добрив і ґрунту [14]. Всі мікробні препарати мають комплексний вплив на ріст і розвиток сільськогосподарських культур та стан агроценозів. Перш за все, це ферментативне зв'язування азоту з повітря [15]. Другим напрямом дії мікробних препаратів є вплив бактерій на доступність важкорозчинних фосфатів ґрунту. Фосфатомобілізуючі мікроорганізми ферментним шляхом гідролізують органічні форми фосфатів і дещо покращують фосфорне живлення рослин [16]. Досить важливим також є продукування мікроорганізмами біологічно активних сполук, які забезпечують рістстимулювальний ефект для рослин.

**Мета** – визначити вплив біологізованого захисту рослин на продуктивність гібридів соняшнику в умовах зрощення півдня України.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2016–2018 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України, що знаходиться в південно-західній частині Херсонської області у 12 км від м. Херсона на землях Інгулецької зрошувальної системи.

Двофакторний дослід (фактор А – гібрид, В – біопрепарат) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова.

У дослідженнях використано наступні гібриди та біопрепарати.

Гібрид соняшнику Ясон. Оригінація Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Тип гібриду – простий. Соняшник Ясон – ранньостиглий гібрид, лінолевого типу, олійного напрямку використання.

Гібрид соняшнику PR64E71. Оригінація – Pioneer (США). Середньостиглий простий гібрид лінолевого типу з високим вмістом олії.

Гібрид соняшнику Рімі. Оригінація – NS SEME – Інститут рільництва м. Нови Сад, Сербія. Тип гібриду – простий. Середньоранній, олійного напрямку використання.

Біопрепарат Агат-25К. Виробники, заявники препарату: Біозахист, ТОВ (заявник), Інститут ґрунтознавства і агрохімії НААН, Поліський ф-л (заявник), Біо-Біз, ТОВ (виробник), Біо Агат груп, ЗАТ (виробник). Призначення препарату: біопрепарати, фунгіциди. Хімічний клас препарату: 4. Основна діюча речовина:

ТУ 9291-003-17459725-97, *Pseudomonas aureofaciens*, ТУ 9291-003-17459725-97, речовини біологічно активні культуральної рідини, штамп 16. Концентрація діючої речовини: інактивовані бактерії *Pseudomonas aureofaciens* штаму Н16, 2% + біологічно активні речовини культуральної рідини, 38% + ТУ 9291-003-17459725-97. Препаративна форма: текуча паста.

Біопрепарат Гаупсин. Біологічний інсекто-фунгіцидний препарат для захисту рослин від грибкових захворювань і шкідників. водна суспензія штамів бактерії *Pseudomonas aureofaciens* В-111 (ІВМ В-7096) і *Pseudomonas aureofaciens* В-306 (ІВМ В-7097) та продукти їх метаболізму, стартові дози макроелементів (N, P, K). Нетоксичний для людини і тварин, не накопичується в рослинах і ґрунті, не впливає на смак і запах вирощуваної продукції. Екологічно безпечний.

Біопрепарат Триходермін. Мікробіологічний препарат на основі гриба-антогоніста *Trichoderma viride* (lignorum). Виробляється відповідно до ТУ 20.2-22469022-016:2017 з титром не нижче  $2,5 \times 10^9$  Коо/мл. Триходермін-М сертифікований для використання в органічному виробництві. Препаративна форма: рідина яка містить спори та міцелії гриба *Trichoderma viride* (lignorum), а також біологічно активні речовини, та токсини які продукуються грибом в процесі виробництва препарату. Гриб *Trichoderma viride* – гіперпаразит, який пригнічує розвиток фітопатогенів шляхом прямого паразитування, конкуренції за субстрат, виділення ферментів (хітинази, целюлази, глюконази та ін.). При своїй життєдіяльності виділяє антибіотики: аламетинин, глітоксин і віридин, які також стримують розвиток фітопатогенних грибів. Препарат посилює процеси амоніфікації та нітрифікації, мобілізації фосфору та калію, збагачує ґрунт рухливими формами поживних речовин, стимулює ріст і розвиток рослин, підвищує їх стійкість до хвороб.

Використовували методичні рекомендації з проведення польових дослідів [17, 18].

**Результати досліджень.** В наших польових дослідах спостереження за рослинами соняшнику дозволили встановити відмінності настання фенологічних фаз розвитку, а також різницю та тривалість міжфазних періодів у окремих гібридів залежно від застосування біопрепаратів для захисту рослин від збудників хвороб (табл. 1).

У початковий період від сівби до сходів різниця між досліджуваними гібридами та варіантами обробки насіння біопрепаратами не проявилась, а цей показник склав 12 діб.

У міжфазний період від сходів до цвітіння спостерігали його зростання у гібриду Рімі за використання біопрепарату Агат-25К – 52 доби. Мінімальні значення тривалості міжфазних періодів в усіх гібридів були у контрольному варіантах (з обробкою насіння чистою водою) – 40–46 діб.

У міжфазний період від цвітіння до фізіологічної стиглості насіння різниця між досліджуваними варіантами суттєво підвищилась. Так, у гібридів PR64E71 та Рімі цей показник перевищив 60 діб, а найменшим виявився у гібриду Ясон у контрольному варіанті фактору В – 49 діб.

Таблиця 1

Тривалість міжфазних періодів гібридів соняшнику залежно від біопрепаратів для захисту рослин, діб (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Біопрепарат (фактор В)	Міжфазні періоди			
		сівба-сходи	сходи-цвітіння	цвітіння-фізіологічна стиглість насіння	сходи-фізіологічна стиглість насіння
Ясон	Контроль	12	40	49	101
	Агат-25К	12	45	58	115
	Гаупсин	12	42	55	109
	Триходермін	12	43	52	107
PR64E71	Контроль	12	41	54	107
	Агат-25К	12	50	64	126
	Гаупсин	12	48	62	122
	Триходермін	12	45	60	117
Рімі	Контроль	12	46	57	115
	Агат-25К	12	52	68	132
	Гаупсин	12	50	67	129
	Триходермін	12	49	61	126

Загалом від сходів до фізіологічної стиглості насіння, тобто за весь період вегетації відзначено значні відмінності між гібридами та варіантами застосування біопрепаратів для захисту рослин від хвороб.

У початковий період від сівби до сходів різниця між досліджуваними гібридами та варіантами обробки насіння біопрепаратами не проявилась, а цей показник склав 12 діб.

У міжфазний період від сходів до цвітіння спостерігали його зростання у гібриду Рімі за використання біопрепарату Агат-25К – 52 доби. Мінімальні значення тривалості міжфазних періодів в усіх гібридів були у контрольному варіантах (з обробкою насіння чистою водою) – 40–46 діб.

У міжфазний період від цвітіння до фізіологічної стиглості насіння різниця між досліджуваними варіантами суттєво підвищилась. Так, у гібридів PR64E71 та Рімі цей показник перевищив 60 діб, а найменшим виявився у гібриду Ясон у контрольному варіанті фактору В – 49 діб.

Загалом від сходів до фізіологічної стиглості насіння, тобто за весь період вегетації, відзначено значні відмінності між гібридами та варіантами застосування біопрепаратів для захисту рослин від хвороб.

Найвищі значення даного показника – 129–132 доби – були у гібриду Рімі за використання препаратів для обробки насіння Гаупсин та Агат-25К. Вегетаційний період зменшився на 17,2–21,7% за вирощування гібриду Ясон без біологічного захисту рослин.

Розрахунками доведено, що висота рослин різною мірою змінювалась залежно від впливу досліджуваних чинників. У фазу утворення 2–3 пари листів була відзначена тенденція зростання цього показника в середньому на 5,7–15,3% у гібридів PR64E71 та Рімі за використання біопрепаратів Гаупсин та Агат-25К (табл. 2).

При утворенні кошику проявилась максимальна позитивна дія препарату Агат-25К на всіх досліджуваних гібридах, продуктивність яких була поставлена на

вивчення. При цьому висота рослин збільшилась на 17,4, 25,9 та 33,2%, відповідно.

У фазу цвітіння різниця між варіантами обробки насіння біопрепаратами зменшилась до 3,3–14,5%, проте перевага препарату Агат-25К зберігалась. По фактору А найбільшу висоту сформував гібрид Рімі – в середньому 3,5–6,9% більше за інші гібриди.

На стартових (початкових) етапах росту й розвитку рослин (фаза формування 2–3 пари листів) площа асиміляційної поверхні соняшнику практично не відрізнялась (табл. 3).

Слід відзначити, що у фазу утворення кошика відзначено підвищення понад 20 тис. м<sup>2</sup>/га площі асиміляційної поверхні на ділянках з гібридами PR64E71 та Рімі. Найменші значення показника були у гібриду Ясон у контрольному варіанті та за обробки насіння препаратом Триходермін.

У фазу цвітіння різниця між досліджуваними варіантами зростає в максимальному ступені. Найменші показники площі асиміляційної поверхні на рівні 38,2–39,3 тис. м<sup>2</sup>/га були у гібридів Ясон і PR64E71 у варіанті без застосування біопрепаратів для обробки насіння перед сівбою.

Цей показник підвищився на 20,5–22,9% у гібриду Рімі з обробкою насіння соняшнику біопрепаратом Агат-25К, що мало пряме позитивне значення на ростові й продукційні процеси рослин.

Схожі закономірності були нами виявлені під час встановлення динаміки формування сухої речовини гібридами досліджуваної культури залежно від різних варіантів біозахисту в основні фази розвитку рослин – утворення кошику, цвітіння, повна стиглість насіння (табл. 4).

У середньому по польовому досліді, у фазу утворення кошику збір сухої речовини склав 0,61 т/га, у фазу цвітіння – цей показник збільшився в 2,5 рази (1,49 т/га), а у фазу повної стиглості насіння сягнув найвищої величини – 3,53 т/га, що було в 2,4 рази більше за попередню фазу розвитку.

Таблиця 2

Динаміка висоти рослин досліджуваних гібридів соняшника залежно від впливу біопрепаратів для захисту рослин від хвороб, см (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Біопрепарат (фактор В)			
	контроль	Агат-25К	Гаупсин	Триходермін
2–3 пари листів				
Ясон	8,5	10,3	9,8	9,6
PR64E71	9,0	10,2	9,5	9,9
Рімі	9,1	10,9	10,5	9,7
НІР <sub>05</sub> , см: А – 0,23; В – 0,14				
Утворення кошика				
Ясон	42,5	63,7	52,3	43,2
PR64E71	50,4	68,0	54,6	52,4
Рімі	50,0	72,3	60,0	59,7
НІР <sub>05</sub> , см: А – 0,68; В – 0,49				
Цвітіння				
Ясон	129	151	150	146
PR64E71	137	155	156	158
Рімі	139	162	160	152
НІР <sub>05</sub> , см: А – 1,12; В – 0,80				

Таблиця 3

Динаміка площі листової поверхні досліджуваних гібридів соняшника залежно від впливу біопрепаратів для захисту рослин від хвороб, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Біопрепарат (фактор В)			
	Контроль	Агат-25К	Гаупсин	Триходермін
2–3 пари листів				
Ясон	0,3	0,3	0,4	0,4
PR64E71	0,3	0,4	0,3	0,3
Рімі	0,4	0,4	0,3	0,4
НІР <sub>05</sub> , тис. м <sup>2</sup> /га: А – 0,03; В – 0,02				
Утворення кошика				
Ясон	12,6	18,8	15,5	12,8
PR64E71	13,7	20,1	16,2	15,5
Рімі	13,8	21,4	17,8	17,7
НІР <sub>05</sub> , тис. м <sup>2</sup> /га: А – 0,34; В – 0,26				
Цвітіння				
Ясон	38,2	43,9	43,9	43,9
PR64E71	39,3	48,0	46,2	45,8
Рімі	40,1	49,5	47,3	46,8
НІР <sub>05</sub> , тис. м <sup>2</sup> /га: А – 1,27; В – 1,02				

Таблиця 4

Динаміка накопичення сухої речовини гібридами соняшника залежно від варіантів біозахист, т/га (середнє за 2013–2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Біопрепарат (фактор В)	Фаза розвитку		
		утворення кошику	цвітіння	повна стиглість насіння
1	2	3	4	5
Ясон	Контроль	0,49	0,99	2,51
	Агат-25К	0,55	1,39	3,34
	Гаупсин	0,52	1,29	2,92
	Триходермін	0,53	1,26	2,85
PR64E71	Контроль	0,56	1,27	3,59
	Агат-25К	0,72	1,70	4,03
	Гаупсин	0,65	1,45	3,70
	Триходермін	0,61	1,58	3,95

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
Рімі	Контроль	0,59	1,50	3,48
	Агат-25К	0,77	1,99	4,24
	Гаупсин	0,65	1,70	3,82
	Триходермін	0,69	1,69	3,95
Середнє		0,61	1,49	3,53
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	0,43	0,72	0,99
	В	0,35	0,54	0,81

Починаючи з початкових етапів органогенезу (фаза утворення кошику) проявилась перевага застосування для передпосівної обробки насіння біопрепарату Агат-25К, особливо за вирощування гібридів PR64E71 та Рімі.

В середньому по гібридному складу (фактор А), збір сухої речовини мав найбільші розбіжності у фазу цвітіння, коли у гібриду Рімі він склав 1,72 т/га, що перевищувало гібрид PR64E71 на 14,7% (1,50 т/га), а гібрид Ясон – на 39,6% (1,23 т/га). У фазу повної стиглості насіння соняшнику різниця за досліджуваним показником між гібридами PR64E71 та Рімі була майже відсутньою – лише 1,4%.

За ефективність використання, в середньому по фактору В, відрізнявся біопрепарат Агат-25К, який сприяв зростанню збору сухої речовини з одиниці посівної площі до 3,87 т/га, що перевищувало контроль (без біодобрих з обробкою водою) на 21,2% (3,19 т/га), а інші досліджувані біопрепарати (Гаупсин, Триходермін) – на 8,0–11,2%, відповідно.

Встановлено, що врожайність насіння соняшнику істотно змінювалась у роки проведення досліджень, що обумовлено різницею в надходженні опадів (табл. 5).

Визначено, що за умов сприятливого 2016 р. врожайність підвищилася до 3,88 т/га у гібриду Рімі за передпосівної обробки насіння біопрепаратом Агат-25К.

Під впливом дефіциту опадів та підвищеного температурного режиму в 2017 р. цей показник зменшився в 2,2 рази (до 1,74 т/га) у контрольному варіанті з гібридом Ясон.

Визначено, що в середньому за 2016–2018 рр. та у середньому по фактору А (гібрид), максимальну врожайність насіння на рівні 3,17 т/га сформував гібрид Рімі. За вирощування гібриду PR64E71 відзначили зменшення досліджуваного показника на 8,7% (до 2,91 т/га). Найгірший результат з врожайність насіння соняшнику, в середньому, 2,36 т/га одержано у гібриду Ясон. Це було менше за інші гібриди на 23,7–34,5%.

За другим досліджуваним фактором (В – біопрепарат) у всіх досліджуваних гібридів соняшнику проявлялась перевага біопрепарату Агат-25К. Наприклад, у варіанті з гібридом Ясон за обробки насіння перед сівбою цим препаратом врожайність насіння, в середньому, зросла до 2,68 т/га, що було більше за контроль на 28,9%. Також високим цей показник виявився у варіанті з біопрепаратом Гаупсин – 2,39 т/га, більше за варіант без біопрепаратів на 15,3%. Мінімальний вплив мав Триходермін, який за врожайністю насіння перевищив контроль на 9,8%. У гібриду PR64E71 ефективність Агат-25К збільшилась до 33,4%, як і інших біопрепаратів – на 24,1 і 21,7%. У варіанті з гібридом Рімі найбільшу

Таблиця 5

## Урожайність гібридів соняшнику за варіантами застосування біопрепаратів для захисту рослин, т/га

Гібрид (фактор А)	Біопрепарат (фактор В)	Роки			Середнє по факторах	
		2016	2017	2018	В	А
Ясон	Контроль	2,45	1,74	2,03	2,08	2,36
	Агат-25К	3,16	2,16	2,70	2,68	
	Гаупсин	2,92	1,98	2,27	2,39	
	Триходермін	2,79	1,89	2,16	2,28	
PR64E71	Контроль	2,90	1,92	2,48	2,43	2,91
	Агат-25К	3,74	2,67	3,32	3,25	
	Гаупсин	3,63	2,21	3,22	3,02	
	Триходермін	3,38	2,54	2,96	2,96	
Рімі	Контроль	3,17	2,45	2,75	2,79	3,17
	Агат-25К	3,88	3,01	3,46	3,45	
	Гаупсин	3,63	2,69	3,22	3,18	
	Триходермін	3,76	2,64	3,34	3,25	
Середнє		3,28	2,33	2,83		
НІР <sub>05</sub> , т/га	А	0,14	0,09	0,11		
	В	0,12	0,07	0,09		

ефективність забезпечило застосування біопрепаратів Агат-25К та Триходермін, з перевищенням урожайності відносно контролю – на 23,7 та 16,4%, відповідно.

Мінливість результативних ознак урожайності насіння найбільшою мірою (48,5%) залежала від гібридного складу (рис. 1).

Біопрепарати для захисту рослин від збудників хвороб також значною мірою впливали на продуктивність рослин – на рівні 34,8%. Взаємодія факторів (AB), що були поставлені на вивчення, складала 7,7%. На вплив нерегульованих чинників – погодних умов, вплив інших агрозаходів, різниця в родючості ґрунту припадало 9,0%.

За результатами проведеного аналізу показників адаптивності соняшнику доведено, що гібрид PR64E71 має найбільше значення стресостійкості – на рівні -1,82 (табл. 6). У інших досліджуваних гібридів (Ясон, Рімі) цей показник був практично однаковим, проте зменшився, порівно з гібридом PR64E71 на 27,3–28,2% (до -1,42...-1,43).

Показники генетичної гнучкості проявили стійку тенденцію зростання від мінімального значення – 2,45 (у гібриду Ясон) до 2,83–3,17 (у гібридів PR64E71 та Рімі).

Отже, різниця між гібридом Ясон та іншими досліджуваними гібридами у величині генетичної гнучкості складала 15,5–29,4%, відповідно.

Найменшим коефіцієнтом варіації показників урожайності насіння соняшнику характеризувався гібрид Рімі, в якого він склав 14,8%. За вирощування гібридів Ясон та PR64E71 відзначено зростання мінливості насінневої продуктивності досліджуваної культури до 19,1–19,5%, або на 29,1–31,8 відсоткових пунктів.

Гібрид PR64E71 мав найменше значення гомеостатичності – 6,8, а у варіантах з гібридами Ясон і Рімі даний показник адаптивності соняшнику істотно підвищився на 22,1 і 102,9% – до 8,3 і 13,8, відповідно.

Селекційна цінність максимальної величини (2,00) набула у гібриду Рімі. За вирощування гібридів Ясон та PR64E71 цей параметр адаптивності досліджуваної культури зменшився до 1,35–1,45, або на 37,9–48,1%.

**Висновки.** Доведено, що вегетаційний період затягується до 129–132 діб у варіанті з гібридом Рімі та використання біопрепаратів для обробки насіння Гаупсин та Агат-25К. Цей показник зменшився на 17,2–21,7% у гібриду Ясон без біологічного захисту рослин (контроль).

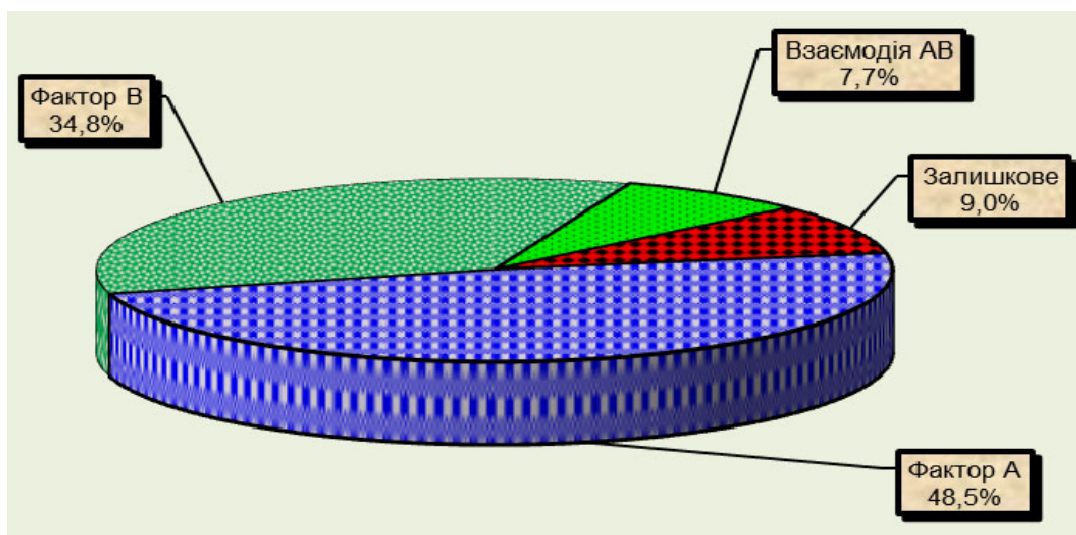


Рис. 1. Мінливість результативних ознак урожайності насіння гібридів соняшнику (фактор А) залежно від впливу біопрепаратів для захисту рослин (фактор В), %

Таблиця 6

Параметри адаптивності досліджуваних гібридів соняшнику залежно від варіантів біологічного захисту рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Параметри				
	стресостійкість $x_{lim} - x_{opt}$	генетична гнучкість $(x_{lim} + x_{opt})/2$	коефіцієнт варіації $V, \%$	гомеостатичність $H_{om}$	селекційна цінність $S_c$
Ясон	-1,42	2,45	19,1	8,3	1,35
PR64E71	-1,82	2,83	19,5	6,8	1,45
Рімі	-1,43	3,17	14,8	13,8	2,00

У фазу утворенні кошику проявилась максимальна позитивна дія препарату Агат-25К на всіх досліджуваних гібридах з точки зору підвищення лінійного росту соняшнику на дослідних ділянках – на 17,4; 25,9 та 33,2%, відповідно. У фазу цвітіння різниця між варіантами обробки насіння біопрепаратами зменшилася до 3,3–14,5%, проте перевага препарату Агат-25К зберігалась.

У фазу утворення кошика відзначено підвищення понад 20 тис. м<sup>2</sup>/га площі асиміляційної поверхні на ділянках з гібридами PR64E71 та Рімі.

Визначено, що у фазу утворення кошику збір сухої речовини склав 0,61 т/га, у фазу цвітіння – цей показник збільшився в 2,5 рази (1,49 т/га), а у фазу повної стиглості насіння сягнув найвищої величини – 3,53 т/га, що було в 2,4 рази більше за попередню фазу розвитку. У фазу повної стиглості насіння соняшнику різниця за досліджуваним показником між гібридами PR64E71 та Рімі була майже відсутньою – лише 1,4%.

У середньому за роки досліджень та у середньому по гібридному складу встановлено, що максимальну врожайність насіння на рівні 3,17 т/га була сформована гібридом Рімі. За вирощування гібриду PR64E71 вона зменшилась на 8,7%, а гібриду Ясон – 34,5%. За біопрепаратами мав безперечну перевагу Агат-25К, який забезпечив зростання насінневої продуктивності на 16,4–33,4%. Гібрид склад за результатами проведеного дисперсійного аналізу мав найпотужніше значення з точки зору формування врожаю насіння – 48,5%.

Гібрид PR64E71 мав найкращу стресостійкість –1,82, у інших гібридів вона зменшилась на 27,3–28,2%. Генетична гнучкість була найвищою (2,83–3,17) у гібридів PR64E71 та Рімі. Найменшу мінливість мав гібрид Рімі ( $V = 14,8\%$ ). У гібриду PR64E71 гомеостатичність сягнула мінімального значення, а у гібридів Ясон і Рімі – вона зросла на 22,1 і 102,9%. Селекційна цінність на максимальному рівні – 2,00 проявилась у варіанті з гібридом Рімі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коваленко А. М., Тимошенко Г. З., Новохижній М. В., Куц Г. М. Вплив мікробних препаратів на продуктивність соняшнику в умовах природного зволоження за різних способів обробки ґрунту. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2015. Вип. 63. С. 48–51.
2. Ткаліч І. Д., Ткаліч І. Ю., Кохан П. О. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. 2014. № 1. С. 30–34.
3. Базалій В. В., Добровольський А. В. Наукові можливості підвищення ефективності виробництва продукції соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 93. С. 3–6.
4. Кириченко В. В., Коломацька В. П., Макляк К. М., Сивенко В. І. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2010. Вип. № 7. С. 281–287.
5. Маркова Н. Агроекологічні аспекти вирощування гібридів соняшнику в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2014. № 1. С. 85–98.
6. Schmid M. W., Hahl T., Van Moorsel S. J., Wagg C., De Deyn G. B., Schmid B. Feedbacks of plant identity and diversity on the diversity and community composition of rhizosphere microbiomes from a long-term biodiversity experiment. *Mol. Ecol.* 2019. Vol. 28(4). P. 863–878.
7. Roy M. A., Sharma S., Braunius K. P., Ajmani A. M., Keyser A. D., Butler C. S., Reckhow D. A., Dhankher O. P. Lime-treated urine improves sunflower growth without shifting soil bacterial communities. *Applied Soil Ecology*. 2022. Vol. 178. 104575.
8. Saritha M., Tollamadugu The Status of Research and Application of Biofertilizers and Biopesticides: Global Scenario. *Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry*. 2019. P. 195–207.
9. Nafady N. A., Hashem M., Hassan E. A., Ahmed H.A.M., Alamri S. A. The combined effect of arbuscular mycorrhizae and plant-growth-promoting yeast improves sunflower defense P. against *Macrophomina phaseolina* diseases. *Biological Control*. 2019. Vol. 138. 104049.
10. Babalola O. O., Alawiye T. T., Lopez C. M. R. Shotgun metagenomic sequencing data of sunflower rhizosphere microbial community in South Africa. *Data Brief*. 2020. Vol. 31. P. 1–6.
11. Kour D., Rana K. L., Yadav A. N., Yadav N., Kumar M., Kumar V., Vyas P., Dhaliwal H. S., Saxenae A. K. Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2020. Vol. 23. 101487.
12. Домарацький Є. О., Козлова О. П. Вплив біологічних фунгіцидів на рівень ураження гібридів соняшника патогенною мікрофлорою. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2018. № 29. С. 9–16.
13. Шкатула Ю. М. Вплив біологічних препаратів на продуктивність соняшнику. *The scientific heritage (Budapest, Hungary)*. 2020. № 44. P. 17–23.
14. Швайківський Б. Я., Лопушняк В. І., Киричук Р. Г. Регулятори росту рослин – ефективний засіб підвищення якості продукції сільськогосподарських культур. *Сільський господар*. 2000. № 5–6. С. 3–4.
15. Біднина І. О., Влащук О. С., Козирев В. В., Томницький А. В. Ефективність сумісного застосування добрив та мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 60. С. 54–56.
16. Коваленко А. М., Коваленко О. А., Пілярський В. Г. Урожайність культур короткоротаційної сівозміни за умов застосування мікробних препаратів у Південному Степу. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 52–56.
17. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.
18. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.

#### REFERENCES:

1. Kovalenko, A.M., Tymoshenko, H.Z., Novokhyzhniy, M.V., & Kuts, H.M. (2015). Vplyv mikrobnykh preparativ na produktyvnyist sonyashnyku v umovakh pryrodnoho zvolozhennya za ryznykh sposobiv obrobittu gruntu [The effect of microbial preparations on the productivity of sunflower in conditions of natural moisture under different methods of soil cultivation].

- Zrshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 63, 48–51 [in Ukrainian].
2. Tkalic, I.D., Tkalic, I.Yu., & Kokhan, P.O. (2014). Yaki kultury vysnazhuyut grunt bilshe? [Which crops deplete the soil more?]. *Propozytsiya – Offer*, 1, 30–34 [in Ukrainian].
  3. Bazaliy, V.V., & Dobrovolsky, A.V. (2015). Naukovi mozhyvosti pidvyshchennya efektyvnosti vyrobnytstva produktsiyi sonyashnyka [Scientific possibilities of increasing the efficiency of sunflower production]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 93, 3–6 [in Ukrainian].
  4. Kyrychenko, V.V., Kolomatska, V.P., Maklyak, K.M., & Syvenko, V.I. (2010). Vyrobnytstvo sonyashnyku v Ukraini: stan i perspektyvy [Sunflower production in Ukraine: status and prospects]. *Visnyk TSNZ APV Kharkivskoyi oblasti – Bulletin of the Center for APV of the Kharkiv region*, 7, 281–287 [in Ukrainian].
  5. Markova, N. (2014). Ahroekolohichni aspekty vyroshchuvannya hibrydiv sonyashnyku v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Agroecological aspects of growing sunflower hybrids in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahraranoi nauky Prychornomor'ya Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 1, 85–98 [in Ukrainian].
  6. Schmid, M.W., Hahl, T., Van Moorsel, S.J., Wagg, C., De Deyn, G.B., & Schmid, B. (2019). Feedbacks of plant identity and diversity on the diversity and community composition of rhizosphere microbiomes from a long-term biodiversity experiment. *Mol. Ecol.* 28(4). 863–878.
  7. Roy, M.A., Sharma, S., Braunius, K.P., Ajmani, A.M., Keyser, A.D., Butler, C.S., Reckhow, D.A., & Dhankher, O.P. (2022). Lime-treated urine improves sunflower growth without shifting soil bacterial communities. *Applied Soil Ecology*. 178. 104575 [in English].
  8. Saritha, M., & Tollamadugu, P. (2019). The Status of Research and Application of Biofertilizers and Biopesticides: Global Scenario. *Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry*. 195–207 [in English].
  9. Nafady, N.A., Hashem, M., Hassan, E.A., Ahmed, H.A.M., & Alamri, S.A. (2019). The combined effect of arbuscular mycorrhizae and plant-growth-promoting yeast improves sunflower defense against *Macrophomina phaseolina* diseases. *Biological Control*. 138. 104049 [in English].
  10. Babalola, O.O., Alawiye, T.T., & Lopez, C.M.R. (2020). Shotgun metagenomic sequencing data of sunflower rhizosphere microbial community in South Africa. *Data Brief*. 31.1–6 [in English].
  11. Kour, D., Rana, K.L., Yadav, A.N., Yadav, N., Kumar, M., Kumar, V., Vyas, P., Dhaliwal, H.S., & Saxenae, A.K. (2020). Microbial biofertilizers: Bioresources and eco-friendly technologies for agricultural and environmental sustainability. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 23. 101487 [in English].
  12. Domaratsky, Ye.O., & Kozlova, O.P. (2018). Vplyv biolohichnykh funhitsydiv na riven urazhennya hibrydiv sonyashnyka patohennoyu mikrofloroyu [The effect of biological fungicides on the level of damage to sunflower hybrids by pathogenic microflora]. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 29, 9–16 [in Ukrainian].
  13. Shkatula, Yu.M. (2020). Vplyv biolohichnykh preparativ na produktyvnist sonyashnyku [The effect of biological preparations on the productivity of sunflower]. *The scientific heritage (Budapest, Hungary)*, 44, 17–23 [in Ukrainian].
  14. Shvaykivskyy, B.Ya., Lopushnyak, V.I., & Kyrychuk, R.H. (2000). Rehulatory rostu roslyn – efektyvnyy zasib pidvyshchennya yakosti produktsiyi silskohospodarskykh kultur [Plant growth regulators are an effective means of improving the quality of agricultural crops]. *Sil'skyy hospodar – Village owner*, 5–6, 3–4 [in Ukrainian].
  15. Bidnyna, I.O., Vlashchuk, O.S., Kozyryev, V.V., & Tomnytsky, A.V. (2013). Efektyvnist sumisnoho zastovuvannya dobryv ta mikrobnnykh preparativ pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh kultur na pivdni Ukrainy [Effectiveness of the combined use of fertilizers and microbial preparations in the cultivation of agricultural crops in the south of Ukraine]. *Zrshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 60, 54–56 [in Ukrainian].
  16. Kovalenko, A.M., Kovalenko, O.A., & Pilyarsky, V.H. (2020). Urozhaynist kul'tur korotkorotatsiynoyi sivozminy za umov zastovuvannya mikrobnnykh preparativ u Pivdennomu Stepu [Yield of short-rotation crops under conditions of application of microbial preparations in the Southern Steppe]. *Ahrarni innovatsiyi Agrarian innovations*, 1, 52–56 [in Ukrainian].
  17. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zrshuvane zemlerobstvo)* [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
  18. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyy analiz rezul'tativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [In Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Aylant, 381 [in Ukrainian].
- Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Вплив біологізованого захисту рослин на продуктивність соняшнику в умовах зрошення Півдня України**
- Мета.** Визначити вплив біологізованого захисту рослин на продуктивність гібридів соняшнику в умовах зрошення півдня України. **Методи.** Застосовано сукупність загальнонаукових методів і підходів емпіричного та теоретичного пізнання: абстрактно-логічний, статистичний, моделювання, узагальнення, двофакторний польовий дослід. **Результати.** За весь період вегетації відзначено значні відмінності між гібридами та варіантами застосування біопрепаратів для захисту рослин від хвороб за тривалістю періоду вегетації. Найвищі значення даного показника – 129–132 доби були у гібриду Рімі за використання препаратів для обробки насіння Гаупсин та Агат-25К. Вегетаційний період зменшився на 17,2–21,7% за вирощування гібриду Ясон без біологічного захисту рослин. При утворенні кошику проявилась максимальна позитивна дія препарату Агат-25К на висоту рослин всіх досліджуваних гібридах. У фазу цвітіння різниця між варіантами обробки насіння біопрепаратами зменшилася до 3,3–14,5%, проте перевага препарату Агат-25К зберігалась. По фактору А найбільшу висоту сформував гібрид Рімі – в середньому 3,5–6,9% більше за інші гібриди. Найбільші показники площі асиміляційної поверхні на рівні 43,9–49,5 тис. м<sup>2</sup>/га спостерігався у гібриду Рімі з обробкою насіння соняшнику біопрепаратом Агат-25К. У середньому по



польовому досліді, у фазу утворення кошику збір сухої речовини склав 0,61 т/га, у фазу цвітіння – цей показник збільшився в 2,5 рази (1,49 т/га), а у фазу повної стиглості насіння сягнув найвищої величини – 3,53 т/га, що було в 2,4 рази більше за попередню фазу розвитку. Починаючи з початкових етапів органогенезу проявилась перевага застосування для передпосівної обробки насіння біопрепарату Агат-25К, найбільше за вирощування гібридів PR64E71 та Рімі. Визначено, що в середньому за 2016–2018 рр. та у середньому по фактору А (гібрид), максимальну врожайність насіння на рівні 3,17 т/га сформував гібрид Рімі. За другим досліджуваним фактором (В – біопрепарат) у всіх досліджуваних гібридів соняшнику проявлялась перевага біопрепарату Агат-25К. Гібрид PR64E71 мав найкращу стресостійкість –1,82. Генетична гнучкість (2,83–3,17) була найвищою у гібридів PR64E71 та Рімі. Найменшу мінливість мав гібрид Рімі ( $V = 14,8\%$ ). Селекційна цінність на максимальному рівні – 2,00 проявилась у варіанті з гібридом Рімі. **Висновки.** В польових дослідіх спостереження за рослинами соняшнику дозволили встановити відмінності настання фенологічних фаз розвитку, а також різницю та тривалість міжфазних періодів, динаміки росту, формування фотосинтетичної поверхні, накопичення сухої речовини та урожайності у окремих гібридів залежно від застосування біопрепаратів для захисту рослин від збудників хвороб.

**Ключові слова:** гібриди, біологічний захист, біопрепарати, висота рослини, площа листової поверхні, маса сухої речовини, урожайність.

**Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Likar Ya.O. The effect of biological plant protection on sunflower productivity under irrigation conditions in Southern Ukraine**

**Purpose.** To determine the impact of biological plant protection on the productivity of sunflower hybrids under irrigation conditions in the south of Ukraine. **Methods.** A set of general scientific methods and approaches of empirical and theoretical knowledge is applied: abstract-logical, statistical, modeling, generalization, two-factor field experiment. **Results.** During the entire vegetation period, significant differences were noted between hybrids and options for the use of biological preparations to protect plants from diseases according to the duration of the vegetation period. The highest values of this indicator – 129–132 days – were found in the Rimi hybrid

using haupsin and Agat-25k seed treatment preparations. The growing season decreased by 17.2–21.7% when growing the yason hybrid without biological plant protection. During the formation of the basket, the maximum positive effect of the drug Agat–25k on the height of the plants of all studied hybrids was manifested. In the flowering phase, the difference between the options for seed treatment with biological preparations decreased to 3.3–14.5%, but the advantage of Agat–25k remained. According to factor a, the Rimi hybrid formed the highest height – on average 3.5–6.9% more than other hybrids. The largest indicators of the area of the assimilation surface at the level of 43.9–49.5 thousand  $m^2/ha$  were observed in the rimi hybrid with treatment of sunflower seeds with the biological preparation Agat–25k. On average, according to the field experiment, in the phase of basket formation, the collection of dry matter was 0.61 t/ha, in the flowering phase, this indicator increased by 2.5 times (1.49 t/ha), and in the phase of full seed maturity, it reached the highest values - 3.53 t/ha, which was 2.4 times more than in the previous phase of development. Starting from the initial stages of organogenesis, the advantage of using Agat–25k biological preparation for pre-sowing seed treatment was evident, most of all for the cultivation of rr64e71 and Rimi hybrids. It was determined that on average for 2016–2018 and on average for factor A (hybrid), the maximum seed yield at the level of 3.17 t/ha was formed by the Rimi hybrid. According to the second studied factor (B – biological preparation), the advantage of the biological preparation Agat–25k was manifested in all studied sunflower hybrids. The PR64E71 hybrid had the best stress resistance -1.82. Genetic flexibility (2.83–3.17) was the highest PR64E71 and Rimi hybrids. The Rimi hybrid had the lowest variability ( $v = 14.8\%$ ). The breeding value at the maximum level – 2.00 was manifested in the variant with the Rimi hybrid. **Conclusions.** In field experiments, observation of sunflower plants made it possible to establish differences in the onset of phenological phases of development, as well as the difference and duration of interphase periods, growth dynamics, photosynthetic surface formation, accumulation of dry matter and yield in individual hybrids depending on the use of biological preparations to protect plants from pathogens.

**Key words:** hybrids, biological protection, biological preparations, plant height, leaf surface area, dry matter mass, productivity.