

УДК 633,8/631,8

DOI: 10.37128/2707-5826-2024-2-13

**ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І
РОЗВИТКУ СОНЯШНИКУ ПРИ
ЗАСТОСУВАННІ У ЙОГО
ПОСІВАХ БІОПРЕПАРАТІВ
РІСТСТИМУЛЮЮЧОЇ ДІЇ**

О.П. ТКАЧУК, доктор с.-г. наук,
професор

Н.В. БОНДАРУК, аспірант

Вінницький національний аграрний
університет

Стаття демонструє висновки експериментально-польового дослідження щодо впливу різних видів добрив на динаміку росту й розвитку рослин соняшника. Під час експерименту досліджено характеристику змін біометричних показників рослин залежно від удобрення. Проведено порівняльну оцінку впливу мінеральних добрив, біологічних препаратів рістстимулюючої дії, а також поєднання мінеральних добрив з біопрепаратами на врожайність соняшника.

Мета досліджень – вивчити вплив застосування біопрепаратів рістстимулюючої дії лінійки Біонорма на особливості росту й розвитку соняшника і його урожайність.

Дослідження проводились на дослідній ділянці Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, що знаходиться у с. Агрономічне, Вінницького району Вінницької обл. Для польового експерименту було обрано середньостиглий лінолевий гібрид французької селекції MAS 87.A; мінеральні добрива – селітра аміачна (N_{60}), суперфосфат подвійний (P_{60}) і нітроаммофоска ($N_{60}P_{60}K_{60}$), а також біологічні препарати: Біонорма Азот (азотфіксуючої дії), Біонорма Фосфор (фосформобілізуючої дії).

Результати дослідження показали, що тривалість вегетаційного періоду соняшника варіювала в межах 153–157 діб, а висота рослин – 135–183 см залежно від добрив. Внесення різних видів добрив під час вирощування соняшника практично не позначалось на тривалості вегетаційного періоду, де різниця у досягненні насіння становила лише 3 доби. Найбільшої висоти досягнули рослини соняшника з варіанту удобрення N_{30} + Біонорма азот. Усі види добрив забезпечували високий відсоток польової схожості насіння та збереження рослин до кінця вегетації. Найвищу прибавку урожаю насіння соняшника забезпечувало внесення половини норми мінеральних добрив з біопрепаратами лінійки Біонорма: $N_{30}P_{30}$ + Біонорма азот + Біонорма фосфор – 22,0 %. Внесення препаратів Біонорма азот + Біонорма фосфор сприяє отриманню прибавки урожаю на 15,8 %, а Біонорма азот – 13,5%.

Ключові слова: соняшник, мінеральні добрива, біопрепарати, ріст, висота, густина, урожайність.

Табл. 3. Рис. 2. Літ. 15.

Постановка проблеми. До початку 1990-х років основні посівні площі вирощування соняшника в Україні припадали лише на кліматично сприятливі райони півдня країни. Селекційний прогрес у виведенні скоростиглих сортів і гібридів, значні прибутки під час вирощування цієї культури сприяли збільшенню обсягів вирощування соняшника. Починаючи з 1994 року посіви соняшника почали поширюватися по всій країні. Посівні площі в Україні за два останніх десятиріччя зросли в чотири рази (з 1,6 до 7,1 млн га), а валовий збір підвищився у 10 разів. Тільки в останні роки виробництво цієї культури зросло з 9,02 млн т в 2013 р. до 17,5 млн т у 2022 р. Лише з російською агресією на території України виробництво соняшника зменшило свою динаміку. Проте українські аграрії працюють над тим, щоб показники виробництва соняшника

не тільки не зменшувалися, але, вже традиційно для цієї культури в умовах наших регіонів, збільшувалися [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливими способами підвищення врожайності соняшника є: забезпеченість рослин вологою; раціональне дотримання сівозміни; боротьба зі шкідниками, хворобами й бур'янами; забезпечення рослин поживними речовинами.

Для формування врожаю соняшника вкрай важливо забезпечити рослини достатньою кількістю вологи в критичний період – від утворення кошика (діаметром 2–3 см) до повного цвітіння – приблизно 40–45 днів. У цей період рослини соняшника добре реагують на опади. За відсутності опадів і через високу випаровуваність вологи з ґрунту рослини втрачають тургор і опівдні в'януть, а вночі вони вбирають воду з глибших шарів ґрунту й відновлюють фізіологічні процеси. Вирішальне значення в комплексній водозберігаючій агрокомпанії мають обробіток ґрунту, способи і норми висіву насіння та забезпечення рослин поживними речовинами. Тільки їхнє поєднання може забезпечити оптимальне вирощування рослин на одиниці площі поля, тим самим максимально ефективно використовувати кліматичні й агробіологічні ресурси [1]. Науковцями Миколаївського національного аграрного університету досліджено, що на півдні України за значного дефіциту вологи і високих температур зростання продуктивності посівів соняшника забезпечило застосування біологічних препаратів [2].

Проблема вирощування соняшника є основною на всіх етапах агровиробництва і розв'язувати цю проблему має науково-обґрунтована система землеробства з раціональною сівозміною, як основною ланкою. З огляду на це визначення найкращих варіантів сівозмін зернових, олійних і технічних культур є особливо важливими. Тільки за врахування ролі соняшника в сівозміні, певних організаційних моментів, погодних і ґрунтово-кліматичних умов, а також системи удобрення можна успішно збільшувати продуктивність вирощування соняшника з максимальною віддачею та мінімальними витратами [3, 4].

В умовах розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва за інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур мінеральні добрива є одним із найдорожчих елементів агротехніки, тому систему живлення необхідно максимально оптимізувати [5, 6].

Застосування добрив з високим вмістом мінеральних речовин призводить до збільшення витрат на вирощування, подовження вегетації, що призводить до підвищення вологості насіння, а також підвищення кислотного числа в олії. Тому пошук альтернативних способів підвищення продуктивності рослин і покращення якості продукції полягає у використанні фізіологічно активних речовин, фітогормонів, мікоризних грибів, дріжджових препаратів для амінокислотного живлення та позитивного фізіологічного впливу на рослини. Сьогодні досить часто надають перевагу поєднанню препаратів з різним хімічним складом і спектром дії, що забезпечують оптимальні умови

живлення рослин на кожному етапі їхнього росту й розвитку в кожному регіоні країни [7, 8].

В останні роки зріс попит на біопрепарати з різними механізмами дії. Особливу увагу приділено мікоризним біопрепаратам і препаратам на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій. Такі препарати стимулюють розвиток корисних ґрунтових мікроорганізмів, сприяють збереженню та підвищенню родючості ґрунту, активізують його пригнічувальну дію на збудників хвороб рослин, підвищує продуктивність і врожайність соняшника [9].

Ефективності застосування біологічних препаратів присвячено багато дослідних робіт і публікацій науковців Вінницького національного аграрного університету, які доводять високу ефективність їхнього застосування під час вирощування соняшника в різних регіонах України [8–12]. Проте препарати лінійки Біонорма ще недосліджені, хоч вони мають позитивні відгуки.

Мета досліджень – вивчити вплив застосування біопрепаратів рістстимулюючої дії лінійки Біонорма на особливості росту і розвитку соняшника і його урожайність.

Матеріали і методи досліджень. Експериментально-польове дослідження з вивчення впливу різних систем удобрення на динаміку росту і розвитку рослин соняшника проводили протягом 2022–2023 років на полі Науково-дослідного господарства «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету, яке знаходиться у с. Агрономічне Вінницького району Вінницької області. Дослідна ділянка має середньосуглинковий сірий лісовий ґрунт з агрохімічними показниками: вміст гумусу – 2,22 % (за Тюрінім); рН сольове – 5,7–5,9; гідролітична кислотність – 2,4–2,8 мг-екв./100 г; сума ввібраних основ – 14 мг-екв./100 г; ступінь насичення основами – 80–86 %; вміст легкогідролізованого азоту – 82–89 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом); рухомого фосфору – 200–245 мг/кг ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 81–88 мг/кг ґрунту (за Чириковим), що є сприятливим для росту і розвитку рослин соняшника у цьому регіоні.

Попередник соняшника – пшениця озима. До обробітку ґрунту входили: лущення стерні й зяблева оранка на глибину 27 см. Посів соняшника проводили у середині квітня. Вирощували середньостиглий лінолевий гібрид французької селекції MAS 87.A, рекомендований для зони Лісостепу. Заявлений потенціал врожайності – 5,7 т/га. Морфологічні ознаки: висота рослин – 170–180 см, кошик злегка опуклий 20–22 см. Вміст олії – 47–50 %. Маса 1000 насінин – 60–65 г. Орієнтовний період вегетації – 112–116 днів.

Добрива в посівах соняшника на дослідній ділянці вносилися по варіантах відповідно до схеми досліду з використанням наступних форм живлення: селітра аміачна (N_{60}); суперфосфат подвійний (P_{60}); нітроамофоска ($N_{60}P_{60}K_{60}$); Біонорма Азот (біопрепарат азотфіксуючої дії); Біонорма Фосфор (біопрепарат фосформобілізуєчої дії); Біонорма Азот + Біонорма Фосфор; N_{30} + Біонорма азот; P_{30} + Біонорма фосфор; N_{30} + Біонорма азот + P_{30} +Біонорма фосфор.

Також дослід містив варіант вирощування соняшника без удобрення (контроль).

До складу біопрепарату Біонорма азот входять вільноживучі *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii* й асоціативні азотфіксуючі бактерії *Azospirillum brasilense*, *Azospirillum lipoferum*, які покращують азотне живлення рослин і розкривають їхній природний потенціал для росту. Норма внесення препарату – 10 л/га.

Біопрепарат Біонорма фосфор містить ґрунтові спорові бактерії *Bacillus megaterium*, *Bacillus amyloliquefaciens*, мікроміцети *Trichoderma harzianum*, які забезпечують повноцінне фосфорне живлення, підвищують ступінь засвоєння фосфору з ґрунту, а також з мінеральних добрив. Агенти препарату синтезують органічні й мінеральні кислоти, а ферменти-фосфатази перетворюють важкорозчинні сполуки фосфору в ґрунтовий розчин, доступний для поглинання кореневою системою. Норма внесення препарату – 10 л/га [13].

Мінеральні добрива вносили розкидним способом, а біопрепарати – способом обприскування ґрунту під передпосівну культивуацію ґрунту. Технологія вирощування соняшника була загальноприйнята для зони вирощування.

Площа посівної ділянки становила 300 м², облікової – 30 м². Повторність дослідів чотирьохразова, варіанти розміщувалися систематичним способом. Під час спостереження за особливостями росту й розвитку посівів соняшника проводили такі обліки: настання основних фаз росту й розвитку соняшника – окомірно на основі візуальних спостережень за настанням фаз розвитку рослин; визначення динаміки висоти рослин – у трьох повтореннях за фазами розвитку рослин; облік густоти рослин – на визначених площадках розміром 1 м² упродовж усіх строків і років спостережень; урожайність насіння соняшника – методом прямого комбайнування [14, 15].

Виклад основного матеріалу. Облікові дані щодо настання фаз росту й розвитку рослин соняшнику показують, що внесення мінеральних добрив і біологічних препаратів по-різному впливає на індивідуальні показники продуктивності цієї культури. Результати дослідження показали, що тривалість вегетаційного періоду варіювала в межах 153–157 діб від сівби залежно від удобрення рослин.

Встановлено, що сходи соняшника з'явилися на 7-му добу за умови удобрення рослин фосфорними добривами P₆₀ і поєднанні P₃₀ з біологічним препаратом Біонорма фосфор. На одну добу пізніше – через 8 діб, з'явилися сходи рослин на варіантах удобрення N₆₀; Біонорма азот; N₃₀ + Біонорма азот і N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор. Найпізніше з'явилися сходи через 9 діб після сівби на варіантах удобрених N₆₀P₆₀K₆₀, Біонорма фосфор і на контрольному варіанті без удобрення (табл. 1).

Поява першої пари листків спостерігалася через 13 діб після сівби на варіантах удобрення: N₆₀; P₆₀ та P₃₀ + Біонорма фосфор. На одну добу пізніше – через 14 діб після сівби, з'явилася перша пара листків на варіантах удобрення:

Таблиця 1

Настання фаз росту й розвитку соняшника залежно від удобрення, діб від сівби

Фаза росту й розвитку соняшника	Система удобрення соняшника									Без добрив (контроль)
	N ₆₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Біонорма азот	Біонорма фосфор	Біонорма азот+ Біонорма фосфор	N ₃₀₊ Біонорма азот	P ₃₀₊ Біонорма фосфор	N ₃₀ P ₃₀₊ Біонорма азот + Біонорма фосфор	
Поява сходів	8	7	9	8	9	9	8	7	8	9
1-ша пара листків	13	13	15	14	15	15	15	13	14	15
Формування листків	44	45	43	47	47	48	48	47	49	45
Ріст стебла	57	58	56	60	59	60	61	60	63	58
Бутонізація	71	72	70	74	73	73	74	73	75	71
Цвітіння	93	94	92	96	95	95	96	95	94	93
Розвиток насіння	126	126	125	128	127	126	127	128	127	126
Дозрівання насіння	140	141	139	142	141	140	141	141	140	139
Відмирання рослин	154	155	153	157	157	157	154	153	155	155

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Біонорма азот; N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор. На 15-ту добу після сівби перша пара листків з'явилася на решті варіантів. Це свідчить про те, що удобрення N₆₀; P₆₀; P₃₀ + Біонорма фосфор; Біонорма азот; N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор мали найкращий вплив на динаміку росту соняшника на цих фазах розвитку рослин.

Наступні обліки проводились на стадії формування листків. Ця фаза настала на 43–49-ту добу, що залежало від удобрення. За удобрення рослин мінеральними добривами N₆₀P₆₀K₆₀ формування листків розпочалося раніше від усіх інших варіантів – через 43 доби від посіву. Через 44 доби від сівби почали формуватися листки на варіанті удобренням N₆₀. На одну добу пізніше – через 45 діб, почали формуватися листки на варіантах з удобренням рослин P₆₀ і на варіанті без внесення добрив. На 47–48-му добу від сівби листки почали свій ріст за удобрення біологічними препаратами Біонорма азот, Біонорма фосфор, Біонорма азот + Біонорма фосфор і N₃₀ + Біонорма азот; P₃₀ + Біонорма фосфор; N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор. Найпізніше – через 49 діб, листя почало свій розвиток у варіанті, де вносили поєднання добрив: N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор.

Ріст і розвиток соняшника у фази росту стебла та бутонізації проходив аналогічно по варіантах до фази формування листків: фаза росту стебла настала на 56–61-шу добу, бутонізація – на 70–75-ту добу відповідно. Фаза цвітіння настала на 92–96-ту добу після сівби.

На рис. 1 показано динаміку проходження основних фаз росту і розвитку рослин соняшника. Фаза розвитку насіння на всіх варіантах проходила аналогічно до попередніх 4-х фаз без особливих змін. Кількість днів після сівби до настання зазначеної фази змінювалася у межах 125–128 діб. У фазі дозрівання насіння рослини соняшника різних варіантів практично зрівнялося і варіювали лише у межах 2 діб: від 139 до 141 доби.

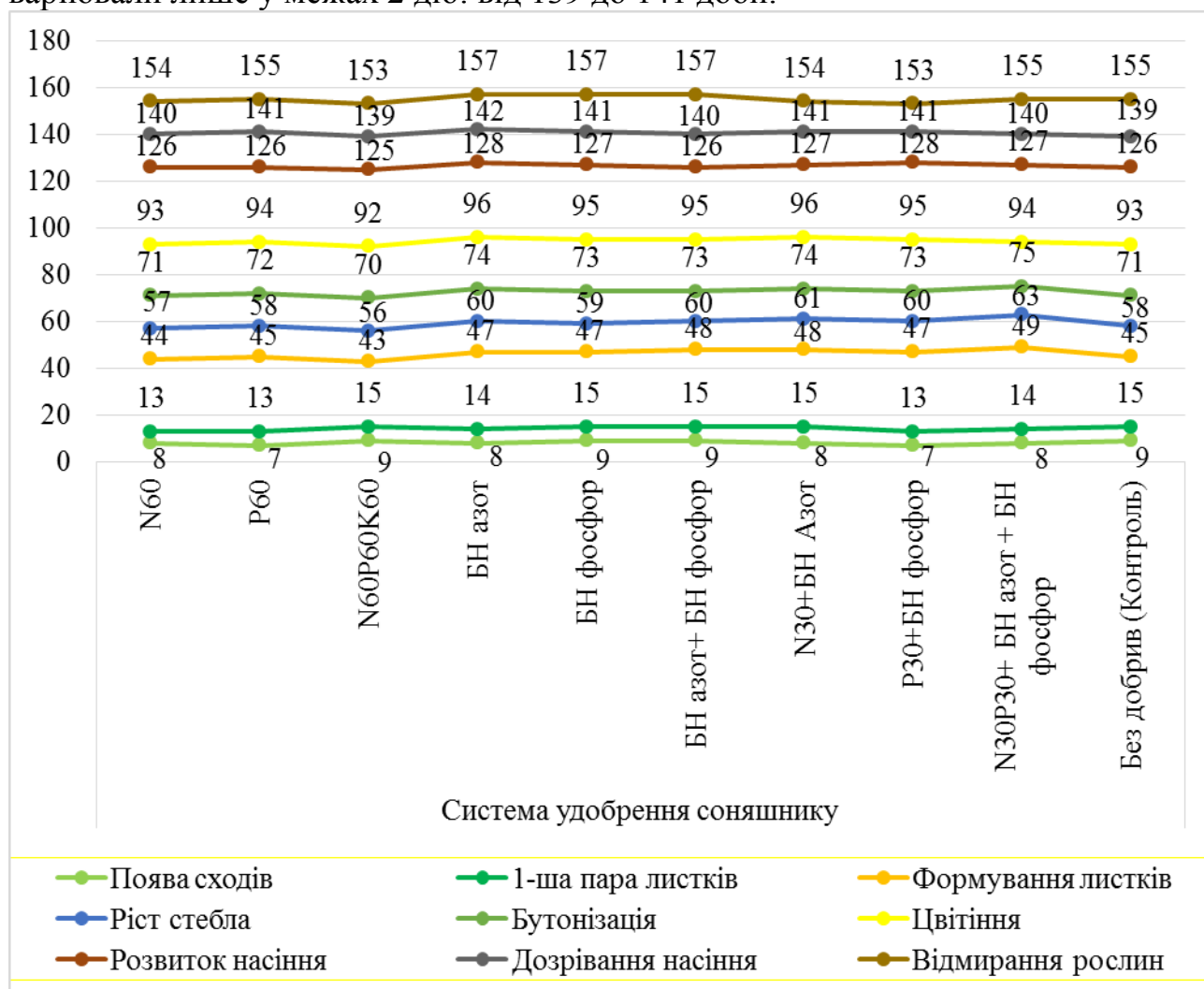


Рис. 1. Проходження фаз росту і розвитку рослин соняшника залежно від удобрення, діб від сівби

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Повне дозрівання рослин соняшника відбулося найшвидше, на 153-ю добу від сівби, на варіантах дослідів, де було застосовано повне мінеральне удобрення N₆₀P₆₀K₆₀ і поєднання мінеральних добрив з біопрепаратами: P₃₀ + Біонорма фосфор. Наступними дозріли рослини на варіантах з удобренням

N₆₀ і N₃₀ + Біонорма азот – через 154 доби. 155 діб від сівби до повного дозрівання рослин було встановлено на варіантах досліду з внесенням P₆₀; N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор і на варіанті без удобрення (контроль). Найдовше дозрівали рослини соняшника за удобрення біологічними препаратами Біонорма азот, Біонорма фосфор і їхнє поєднання: Біонорма азот + Біонорма фосфор – 157 діб.

Динаміку висоти рослин соняшника в основні фази росту й розвитку залежно від удобрення подано в таблиці 2, рис. 2. Починаючи з фази сходів були виявлені відмінності у висоті рослин соняшнику залежно від удобрення. За внесення P₆₀ вона становила 3 см; N₆₀ і P₃₀ + Біонорма фосфор – по 2,5 см; Біонорма азот і N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор – по 2 см; N₆₀P₆₀K₆₀, Біонорма фосфор, Біонорма азот + Біонорма фосфор, N₃₀ + Біонорма азот і контроль – по 1 см.

Таблиця 2

Висота рослин соняшника залежно від удобрення, см

Фаза росту і розвитку соняшника	Система удобрення соняшника									
	N ₆₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Біонорма азот	Біонорма фосфор	Біонорма азот+ Біонорма фосфор	N ₃₀ + Біонорма азот	P ₃₀ + Біонорма фосфор	N ₃₀ P ₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор	Без добрив (контроль)
Поява сходів	2,5	3	1	2	1	1	1	2,5	2	1
1-ша пара листків	5	6	4	5	4	5	4	6	5	3
Формування листків	30	31	25	28	24	25	24	29	27	23
Ріст стебла	78	75	68	71	75	60	57	70	71	54
Бутонізація	167	178	152	142	137	143	156	158	158	134
Цвітіння	178	172	162	175	157	160	180	172	178	133
Розвиток насіння	180	174	175	178	160	162	183	174	179	135
Дозрівання насіння	175	170	172	174	155	157	174	170	175	133
Відмирання рослин	164	159	172	160	153	150	172	160	159	130

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Інтенсивність росту рослин у перші три фази (поява сходів, 1-ша пара листків і формування рослин) не мала суттєвих відмінностей залежно від удобрення, а також проходила аналогічно до попередніх стадій на всіх варіантах дослідження відповідно.

Видимі зміни у висоті рослин соняшника залежно від удобрення з'явилися

у фазі росту стебла. Так, найнижчими були рослини на варіанті без удобрення і мали висоту 54 см. Дещо вищими – 57–60 см, були рослини за удобрення N_{30} + Біонорма азот і Біонорма азот + Біонорма фосфор відповідно. Посередня висота була виявлена на варіантах з удобренням $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 68 см, P_{30} + Біонорма фосфор – 70 см; а на варіантах: Біонорма азот; $N_{30}P_{30}$ + Біонорма азот + Біонорма фосфор – 71 см. Висоту 75 см мали рослини на варіанті з внесенням P_{60} і Біонорма фосфор. Найбільшу висоту рослин було зафіксовано за удобрення N_{60} – 78 см. Загалом ріст рослин у цій фазі залежно від варіантів змінювався від 54 до 78 см, що складає варіацію 24 см.

У фазі бутонізації найбільшу висоту рослин соняшника було встановлено на варіантах із внесенням P_{60} і N_{60} , що сягала в середньому 178 і 167 см відповідно, а найменшу – на варіанті без удобрення, з середньою висотою рослин 134 см. Різниця у висоті рослин коливалася у межах 44 см. Помітний приріст росту соняшника спостерігався на варіанті із застосуванням біопрепарату Біонорма фосфор з показником 137 см. Дещо краща була динаміка росту за удобрення: Біонорма азот – 142 см, Біонорма азот + Біонорма фосфор – 143 см і $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 150 см. Майже однакова висота рослин соняшника була встановлена на варіантах із поєднанням мінеральних добрив і біопрепаратів: N_{30} + Біонорма азот; P_{30} + Біонорма фосфор; $N_{30}P_{30}$ + Біонорма азот + Біонорма фосфор і становила 156–158 см.

Висота рослин соняшника в фазах розвитку й дозрівання насіння була аналогічна й пропорційна до попередніх фаз із різницею у межах 5-ти см. Найменшими у фазу відмирання були рослини на варіанті без удобрення з середньою висотою 130 см. Удобрення біопрепаратами Біонорма азот + Біонорма фосфор і Біонорма фосфор мали висоту 150 і 153 см відповідно.

Найвищими були рослини на варіантах із внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ і N_{30} + Біонорма азот – 172 см. Висота рослин з варіантів із удобренням P_{60} ; $N_{30}P_{30}$ + Біонорма азот + Біонорма фосфор; Біонорма азот; P_{30} + Біонорма фосфор; N_{60} становила відповідно 159; 159; 160; 160 і 164 см.

Спостереження за зміною густоти рослин соняшника у фазу повних сходів дозволяє визначити польову схожість насіння. За більшістю варіантів було отримано по 7 сходів рослин на погонний метр, що відповідає польовій схожості насіння 87,5 %. Лише на варіантах внесення N_{30} + Біонорма азот і на контролі було одержано по 6 сходів рослин, що відповідало польовій схожості насіння 75,0 %. Так, густина сходів соняшника становила залежно від варіанту 85,7–100 тис. рослин/га (табл. 3).

До кінця вегетації густина рослин соняшника ще зменшилась і за більшістю варіантів становила 6 шт./м погонний. Порівнюючи з фазою сходів, зрідження рослин склало 14,3 %. Лише на варіантах удобрення N_{30} + Біонорма азот і на контролі до кінця вегетації збереглись 5 рослин на метр погонний із відсотком зрідження 16,7. Так, густина рослин на кінець вегетації становила 71,4–85,7 тис. рослин/га.

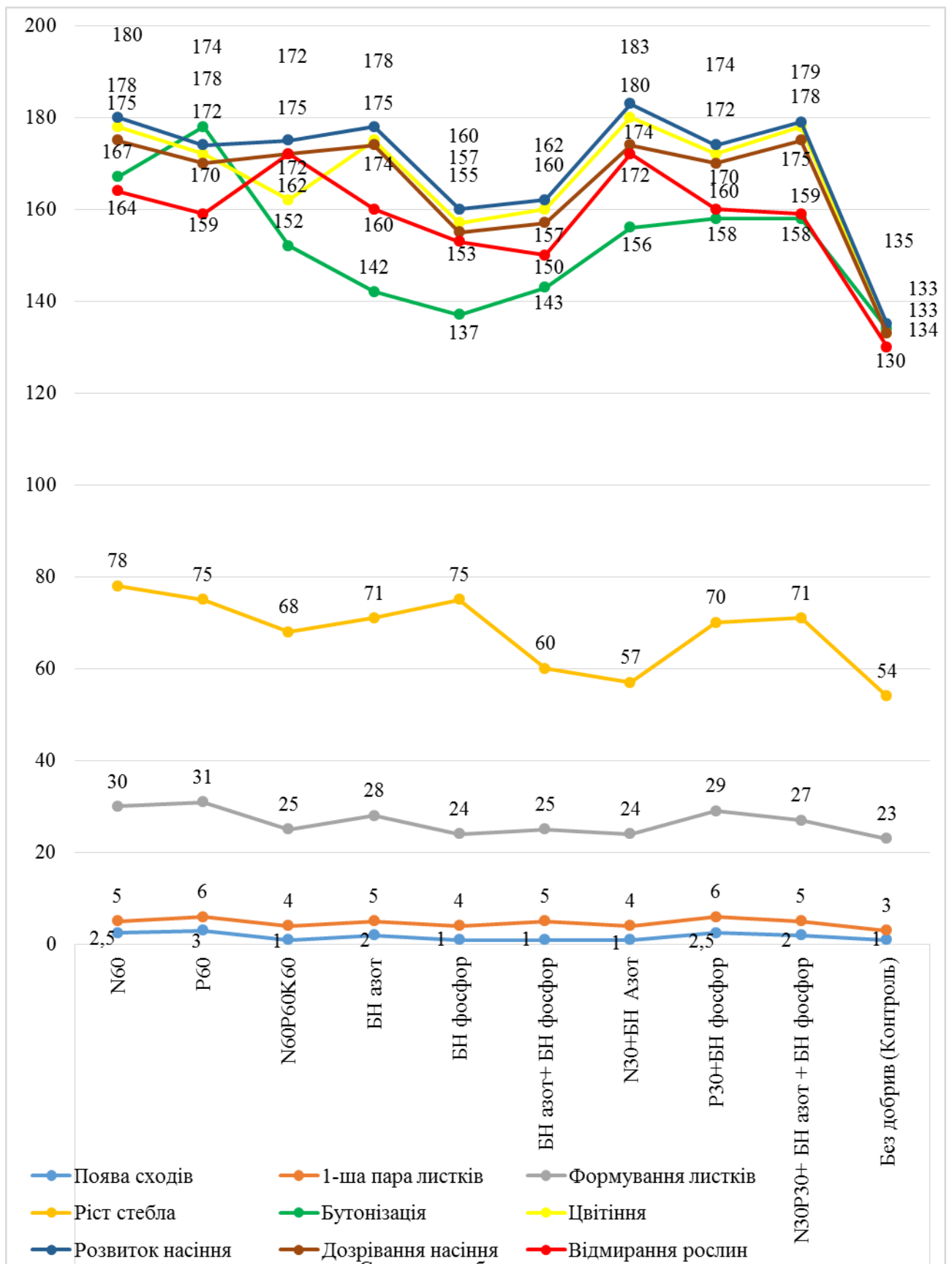


Рис. 2. Динаміка росту рослин соняшника залежно від удобрення, см
Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Таблиця 3

Густота рослин і урожайність насіння соняшника залежно від удобрення

Показник	Система удобрення соняшника									
	N ₆₀	P ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Біонорма азот	Біонорма фосфор	Біонорма азот+ Біонорма фосфор	N ₃₀₊ Біонорма азот	P ₃₀₊ Біонорма фосфор	N ₃₀ P ₃₀₊ Біонорма азот + Біонорма фосфор	Без добрив (контроль)
Густота рослин у фазу повні сходи	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6
Польова схожість, %	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	75,0	87,5	87,5	75,0
Густота рослин у фазу дозрівання насіння	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5
Зрідження рослин, %	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	16,7	14,3	14,3	16,7
Урожайність насіння, т/га	4,1	3,9	4,6	3,7	3,5	3,8	3,8	3,7	4,1	3,2

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Найнижча урожайність насіння соняшника була виявлена на контрольному варіанті без добрив – 3,2 т/га. Внесення біопрепарату Біонорма фосфор сприяло підвищенню урожайності насіння соняшнику на 8,6 %, що становила 3,5 т/га. Внесення Біонорма азот і P₃₀ + Біонорма фосфор зумовило підвищення урожайності на 13,5 % й отримання 3,7 т/га. Біонорма азот + Біонорма фосфор, а також N₃₀ + Біонорма азот забезпечили приріст урожайності насіння на 15,8 % з одержанням урожайності 3,8 т/га. Внесення P₆₀ забезпечило урожайність насіння соняшника 3,9 т/га, що було на 18,0 % більше за контроль.

Внесення N₆₀, а також N₃₀P₃₀ + Біонорма азот + Біонорма фосфор сприяло підвищенню урожайності на 22,0 % до рівня 4,1 т/га. Найвищу урожайність насіння забезпечив варіант внесення комплексного мінерального добрива N₆₀P₆₀K₆₀ – 4,6 т/га, що було на 30,4 % більше, ніж на контролі.

Порівняння ефективності біопрепаратів лінійки Біонорма з мінеральними добривами показало, що N₆₀ було на 9,8 % більш ефективним, ніж внесення біопрепарату Біонорма азот і на 7,3 % – ніж внесення N₃₀ + Біонорма азот. Внесення P₆₀ було на 10,3 % більш ефективним, ніж Біонорма фосфор і на 5,1 % – ніж внесення P₃₀ + Біонорма фосфор. Водночас внесення Біонорма азот+Біонорма фосфор за впливом на урожайність поступалось внесенню мінерального фосфору P₆₀ лише на 2,3 %, але окреме внесення цих препаратів було відповідно на 2,6 % і 7,9 % менш ефективне, ніж разом.

Внесення половинної норми мінерального азоту разом з біопрепаратом у вигляді N_{30} + Біонорма азот забезпечує урожайність насіння соняшника на 7,3 % меншу, ніж внесення N_{60} на 2,6 % меншу – ніж внесення P_{60} , але на 2,6 % більшу, ніж внесення Біонорма азот і таку ж, як внесення Біонорма азот+Біонорма фосфор.

Внесення половинної норми мінерального фосфору з біопрепаратом: P_{30} + Біонорма фосфор забезпечило урожайність насіння соняшника на 5,1 % меншу, ніж внесення P_{60} , на 2,6 % меншу, ніж внесення Біонорма азот + Біонорма фосфор, але на 5,4 % вищу урожайність, ніж внесення біопрепарату Біонорма фосфор.

Внесення $N_{30}P_{30}$ + Біонорма азот + Біонорма фосфор за своєю ефективністю щодо прибавки урожайності насіння соняшника порівнювалось до внесення N_{60} , переважало на 4,9 % внесення P_{60} , на 9,8 % – внесення Біонорма азот та P_{30} + Біонорма фосфор, на 14,6 % – внесення Біонорма фосфор, на 7,3 % –внесення Біонорма азот і Біонорма фосфор і N_{30} + Біонорма азот.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Внесення різних видів добрив під час вирощування соняшника практично не позначалось на тривалості вегетаційного періоду, де різниця у досяганні насіння становила лише 3 доби. Найбільшої висоти досягнули рослини соняшника з варіанту удобрення N_{30} + Біонорма азот. Усі види добрив забезпечували високий відсоток польової схожості насіння та збереження рослин до кінця вегетації. Найвищу прибавку урожаю насіння соняшника забезпечувало внесення половини норми мінеральних добрив з біопрепаратами лінійки Біонорма: $N_{30}P_{30}$ + Біонорма азот + Біонорма фосфор – 22,0 %. Внесення препаратів Біонорма азот + Біонорма фосфор сприяє отриманню прибавки урожаю 15,8 %, а Біонорма азот – 13,5 %.

Список використаної літератури

1. Цицюра Я.Г., Первачук М.В. Формування зернової продуктивності соняшника залежно від застосування мікробіологічного добрива Граундфікс в умовах Лісостепу правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 1 (8). С. 62–73.
2. Гамаюнова В.В., Кудріна В.С. Водоспоживання соняшника залежно від застосування біопрепаратів за вирощування в умовах Південного Степу України. *Scientific Horizons*. 2018. № 8 (70). С. 45–67.
3. Циганський В.І. Оптимізація системи удобрення соняшника на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 65–75. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-6.
4. Мазур В.А., Дідур І.М., Циганський В.І., Маламура С.В. Формування продуктивності соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 208–220. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-17.

5. Поліщук І.С., Поліщук М.І. Ефективність застосування препарату Ростмомент на посівах соняшника в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 3 (18). С. 17–28. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-2.

6. Дідур І.М., Циганський В.І. Удосконалення технологічних прийомів вирощування соняшника в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 16–24. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-2.

7. Паламарчук В.Д., Підлубний В.Ф. Вплив системи основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 25–35. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-3.

8. Цицюра Я.Г., Дідур І.М. Оптимізація удобрення соняшника за рахунок застосування біологічних препаратів в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 36–51. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-4.

9. Паламарчук В.Д., Підлубний В.Ф. Продуктивність гібридів соняшника залежно від елементів технології вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 29–44. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-3.

10. Паламарчук В.Д. Роль регуляторів росту рослин у формування продуктивності гібридів соняшника. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 4 (31). С. 16–29. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-4-2.

11. Фурманець О.А. Розвиток та продуктивність соняшника на дерново-підзолистих ґрунтах західного Полісся при застосуванні різних видів комплексних добрив. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 80–84. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.1>.

12. Гарбар Л.А., Довбаш Н.І., Венгер В.В. Формування листкового апарату гібридів соняшника та ефективність його функціонування за впливу удобрення. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 24–29. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13>.

13. Біонорма. URL: <https://bionorma.ua/> (дата звернення: 15.01.2024).

14. Дідора В.Г., Смаглій О.Ф., Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Київ.: «Центр учбової літератури». 2013. 264 с.

15. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 334 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Tsytsiura Ya.H., Pervachuk M.V. (2018). Formuvannia zernovoi produktyvnosti soniashnyka zalezho vid zastosuvannia mikrobiolohichnoho dobryva Hraundfiks v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho Ukrainy [*Formation of grain productivity of sunflower depending on the application of microbiological fertiliser Rou Agriculture and forestry ndfix in the forest-steppe of right-bank Ukraine*]. *Silske*

hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry. № 1 (8). 62–73. [in Ukrainian].

2. Hamaiunova V.V., Kudrina V.S. (2018). Vodospozhyvannia soniashnyku zalezho vid zastosuvannia biopreparativ za vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Water consumption of sunflower depending on the use of biological products for cultivation in the Southern Steppe of Ukraine]. *Scientific Horizons*. № 8 (70). 45–67. [in Ukrainian].

3. Tsyhanskyi V.I. (2020). Optymizatsiia systemy udobrennia soniashnyku na osnovi vykorystannia suchasnykh mikrobiolohichnykh dobryv [Optimization of sunflower fertilisation system based on the use of modern microbiological fertilizers]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (19). 65–75. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-6. [in Ukrainian].

4. Mazur V.A., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Malamura S.V. (2020). Formuvannia produktyvnosti soniashnyka zalezho vid rivnia udobrennia ta umov zvolozhennia [Formation of sunflower productivity depending on the level of fertilisation and moisture conditions]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (19). 208–220. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-17. [in Ukrainian].

5. Polishchuk I.S., Polishchuk M.I. (2020). Efektyvnist zastosuvannia preparatu Rostmoment na posivakh soniashnyku v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Efficiency of Rostmoment application on sunflower crops in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 3 (18). 17–28. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-2. [in Ukrainian].

6. Didur I.M., Tsyhanskyi V.I. (2021). Udoskonalennia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia soniashnyka v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Improvement of technological methods of sunflower cultivation in the right-bank forest-steppe]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (23). 16–24. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-2. [in Ukrainian].

7. Palamarchuk V.D., Pidlubnyi V.F. (2021). Vplyv systemy osnovnoho obrobittu igruntu na produktyvnist soniashnyku [Influence of the main tillage system on sunflower productivity]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (23). 25–35. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-3. [in Ukrainian].

8. Tsytsyura Ya.H., Didur I.M. (2021). Optymizatsiia udobrennia sonyashnyka za rakhunok zastosuvannia biolohichnykh preparativ v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [Optimization of sunflower fertilization due to the use of biological preparations in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (23). 36–51. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-4. [in Ukrainian].

9. Palamarchuk V.D., Pidlubnyi V.F. (2021). Produktyvnist hibrydiv soniashnyku zalezho vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Optimisation of sunflower fertilisation through the use of biological preparations in the right-bank forest-steppe]. *Silke gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 3 (22). 29–44. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-3. [in Ukrainian].

10. Palamarchuk V.D. (2023). Rol rehulatoriv rostu roslyn u formuvannia produktyvnosti hibrydiv soniashnyku [*The role of plant growth regulators in the formation of sunflower hybrids productivity*]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (31). 16–29. DOI:10.37128/2707-5826-2023-4-2. [in Ukrainian].

11. Furmanets O.A. (2022). Rozvytok ta produktyvnist soniashnyku na dernovo-pidzolystrykh gruntakh zakhidnoho Polissia pry zastosuvanni riznykh vydiv kompleksnykh dobryv [*Development and productivity of sunflower on sod-podzolic soils of western Polissya with the use of different types of complex fertilizers*]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*. № 16. 80–84. DOI: <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.16.1>. [in Ukrainian].

12. Harbar L.A., Dovbash N.I., Venher V.V. (2022). Formuvannia lystkovoho aparatu hibrydiv soniashnyku ta efektyvnist yoho funktsionuvannia za vplyvu udobrennia [*Formation of leaf apparatus of sunflower hybrids and efficiency of its functioning under the influence of fertilizer*]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*. № 13. 24–29. DOI: <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.13>. [in Ukrainian].

13. Bionorma. URL: <https://bionorma.ua/> (data zvernennia: 15.01.2024). *Bionorm*. URL: <https://bionorma.ua/> (accessed 15.01.2024). [in Ukrainian].

14. Didora V.H., Smahlii O.F., Ermantraut E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navch. posibn.*. Kyiv. «Tsentр uchbovoi literatury». [*Methods of scientific research in agronomy: a textbook*. Kyiv. «Centre of educational literature»]. [in Ukrainian].

15. Moyseychenko V.F., Yeshchenko V.O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomiyi*. [*Basics of scientific research in agronomy*]. K.: Vyshcha shkola. [in Ukrainian].

ANNOTATION

PECULIARITIES OF SUNFLOWER GROWTH AND DEVELOPMENT WHEN USING GROWTH-STIMULATING BIOLOGICAL PRODUCTS IN ITS CROPS

This article demonstrates the conclusions of an experimental field study on the influence of different types of fertilizers on the dynamics of growth and development of sunflower plants. In the course of the experiment, the characteristics of changes in biometric indicators of plants depending on fertilizer were studied. A comparative assessment of the influence of mineral fertilizers, biological preparations of growth-stimulating action, and the combination of mineral fertilizers with biological preparations on the yield of sunflower was carried out.

The purpose of the research is to study the effect of the use of biological preparations with growth-stimulating action of the Bionorma line on the features of sunflower growth and development and its yield.

The research was conducted at the experimental site of the Agronomichne Research Farm of the Vinnytsia National Agrarian University, located in the village of Agronomichne, Vinnytsia district Vinnytsia Region A mid-ripening linoleic hybrid of the French selection MAS 87.A was chosen for the field experiment; mineral fertilizers - ammonium nitrate (N_{60}), double superphosphate (P_{60}) and nitroammophoska ($N_{60}P_{60}K_{60}$), as well as biological preparations:

Bionorma Azot (nitrogen-fixing action), Bionorma Phosphorus (phosphorus-mobilizing action).

The results of the study showed that the duration of the growing season of sunflower varied within 153-157 days, and the height of the plants was 135-183 cm depending on the fertilizers. The introduction of different types of fertilizers during the cultivation of sunflower practically did not affect the length of the growing season, where the difference in seed maturation was only 3 days. The highest height was reached by sunflower plants with the N_{30} + Bionorm nitrogen fertilizer option. All types of fertilizers ensured a high percentage of field germination of seeds and preservation of plants until the end of the growing season. The highest increase in the yield of sunflower seeds was provided by the application of half the norm of mineral fertilizers with biopreparations of the Bionorma line: $N_{30}P_{30}$ + Bionorma nitrogen + Bionorma phosphorus - 22.0%. Application of Bionorm nitrogen + Bionorm phosphorus contributes to obtaining a yield increase of 15.8%, and Bionorm nitrogen – 13.5%.

Key words: sunflower, mineral fertilizers, biological preparations, growth, height, density, productivity.

Table. 3. Fig. 2. Lit. 15.

Відомості про авторів

Ткачук Олександр Петрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008; тел. 0679546095; e-mail: tkachukop@ukr.net).

Бондарук Наталя Василівна – аспірант кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, місто Вінниця, 21008; тел. 0993309059; e-mail: nata_pochtar@ukr.net).

Tkachuk Oleksandr – doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of ecology and environmental protection of Vinnytsia National Agrarian University. (3 Solnechna St., Vinnitsa city, 21008; tel. 0679546095; e-mail: tkachukop@ukr.net).

Bondaruk Natalia – graduate student of the department of ecology and environmental protection of Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechna St., Vinnytsia, 21008; tel. 0993309059; e-mail: nata_pochtar@ukr.net).