

Розділ 7. АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ, РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ПРЕПАРАТІВ ТА ДЕСТРУКТОРІВ ЦЕЛЮЛОЗИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОНЯШНИКА

Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Козлова О.П.

Вирощування технічних культур в сучасних умовах є одним із високоприбуткових напрямів діяльності сільськогосподарських підприємств, які за умов дотримання технологічних схем вирощування, здатні забезпечувати високий рівень рентабельності виробництва. Основними технічними культурами польової ланки сівозміни є соняшник. За даними Державного комітету статистики України за останні 20 років посівні площі соняшнику в Україні стрімко зросли з 1,5 до 6,3 млн. га, тобто на сьогоднішній день під соняшником зайнято близько 20% всіх орних земель, а під урожай у 2021 році було засіяно соняшником понад 6,5 млн га, і така тенденція до зростання посівних площ в останні роки за прогнозами багатьох аналітиків та експертів буде зберігатися.

Було подолано стереотип, що соняшник не повинен займати більше 7 – 8% орної землі і повертатись на своє місце у сівозміні не раніше, ніж через 7 – 8 років. Це стало можливим за рахунок створення стійких до вовчка генотипів, а також гербіцидного контролю над паразитуючими рослинами.

Маючи стійкий попит на продукцію, а відповідно і високий рівень її ліквідності, разом із стабільними ринковими цінами, соняшник приваблює виробників, що призводить до зростання його посівних площ.

Разом із кількісними (зростання посівних площ) в Україні відбуваються і якісні зміни, удосконалюються технології вирощування культури і зберігання основної продукції, постійно залучаються до вирощування нові високопродуктивні і пластичні гібриди, що здатні формувати достатньо високий рівень продуктивності в жорстких посушливих умовах зони Степу. Середня врожайність соняшнику в Україні за останні 20 років зросла з 0,98 т/га до 2,5 т/га. Тому щорічний валовий збір насіння соняшника зріс з 1,4 до 15 млн.т. Проте, хоча технологічний рівень виробництва цієї культури є доволі високий, залишається чимало технологічних питань недопрацьованими.

7.1. Комплексне застосування мінеральних добрив і багатофункціональних рістрегулюючих препаратів

Мінеральне живлення соняшнику – це доволі складний і довгий процес, який вивчено недостатньо. Особливо багато протиріч існує між науковими рекомендаціями і практичними підходами при застосуванні добрив: виробничники на практиці застосовують дози відмінні від тих, ніж рекомендують науковці.

Сьогодні інтенсифікація технології вирощування соняшнику досягла максимального рівня. Дійсно, в останні роки в Україні впроваджено найсучасніші прості гібриди інтенсивного типу, доведено до оптимального рівня удобрення, застосовується найефективніша система контролю забур'яненості, відома як технологія CLEARFIELD та EXPRESS-SUN, діє інтегрована система захисту від хвороб та шкідників, застосовується сучасна технологія збирання і післязбиральної доробки насіння.

Ми обрали для своїх досліджень застосування багатофункціональних комбінованих рістрегулюючих препаратів, які по – перше, дозволяють досягти безпосереднього позитивного ефекту, а по – друге, слугують каталізаторами більш ефективного використання мінеральних добрив. Такий підхід не є типовим, бо у переважній більшості випадків виконано роботи, які лише засвідчують безпосередньо ефективність застосування стимуляторів, рістрегуляторів, мікродобрив, біофунгіцидів та біофіксаторів поживних речовин, що теж цікаво і варто уваги. Але, на жаль, робіт, які розглядають багатофункціональні препарати як засіб підсилення дії добрив, дуже мало. Тому ми вважаємо, що наша робота, в якій однією з головних задач є пошук підсилюючої дії добрив, є актуальною і має як теоретичне, так і практичне значення.

Соняшник – це культура з доволі складною реакцією на рівень мінерального живлення. З одного боку соняшник, утворюючи високий урожай надземної біомаси, виносить велику кількість макро- і мікроелементів, а відтак позитивно реагує на високі дози внесення мінеральних добрив. З іншого боку практична реалізація високих доз добрив у соняшника є низькою, тобто при зростанні доз внесення добрив до N₉₀P₆₀ починається зниження рівня продуктивності агроценозу. Окрім цього, підвищення доз внесення добрив, особливо азотних, мають негативний вплив на вміст в насінні соняшника жиру. Так, у стаціонарних дослідках Всесоюзного науково-дослідного інституту олійних культур одержано такі результати (табл. 7.1) [1].

Таблиця 7.1.

Вплив добрив на урожайність соняшнику та олійність його насіння

Добриво	Урожайність, т/га	Прибавка урожайності, %	Вміст жиру в насінні, %	Збір олії з 1 га, т/га
Без добрив	2,64	-	55,3	1,40
N ₆₀ P ₉₀	3,00	0,36	53,7	1,53
N ₃₀ P ₆₀	2,94	0,30	53,5	1,49
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	2,96	0,32	52,5	1,48

Тут простежуються одразу обидва негативних явища, пов'язані із зростанням дози добрив: 1) прибавка урожаю від дози N₆₀P₉₀ має однаковий рівень з дозою N₃₀P₉₀; 2) вміст жиру в насінні зменшується на 1,6- 2,8%. Таке явище поставило культуру соняшника на один щабель із рослинами, що характеризуються невисоким рівнем реакції на добрива і примусило дослідників шукати шляхи можливої компенсації цих негативів. Про недоцільність внесення високих доз мінеральних добрив повідомляють у своїх роботах цілий ряд вчених [2-7]. Вже майже півстоліття тому були одержані дані про можливість нейтралізації негативної дії добрив на вміст жиру за рахунок застосування мікроелементів.

За останні 20 років на світовому ринку з'явилися препарати нового покоління, які характеризуються поліфункціональністю і добре проявили себе не тільки як стимулятори, але й ефективні антистреси. Ці препарати (принаймні окремі) здатні підсилювати дію мінеральних добрив при дозах, які у чистому вигляді є за межами оптимуму. Наукова література, що висвітлює ефективність таких препаратів, у переважній більшості лише констатує наявність і рівень цього ефекту, залишаючи поза увагою пошук зв'язків, що обумовлюють інтеграційну дію. Тому було поставлено завдання простежити за взаємодією добрив і препаратів на можливість наявності синергізму.

Для досліджень було обрано простий міжлінійний гібрид соняшнику Аламо (оригінація Euralis) та сучасні комбіновані мультифункціональні препарати: Вуксал (Німеччина), Фітомаре (Туреччина), Хелафіт Комбі (Україна).

Вуксал – відомий у світовій практиці бренд, який широко застосовується як комплексне мікродобриво з хелатними формами мікроелементів. Фітомаре – це екстракт морських водоростей *Agrophylum Nodasum* збагачений комплексом NPK, бором і молібденом. Цей пре-

парат має високий рівень антистресової дії. Хелафіт Комбі - препарат, який водночас поєднує фунгіцидну, стимулюючу, поживну та антистресову дії.

Польові досліді проводили впродовж 2014 – 2017 рр. в умовах Єланецького району Миколаївської області на чорноземі звичайному малогумусному, шляхом закладання двохфакторного досліді. Фактором А виступали різні фони мінерального живлення – добрива вносили під основний обробіток ґрунту, створюючи 3 фони:

1. Контроль без добрив;
2. N₃₀P₄₅
3. N₆₀P₉₀

Фактором В визначено обробіток рослин соняшника рістрегулюючими препаратами, які вносили на кожному фоні добрив: Вуксал – 4,5 л/га; Фітомаре – 0,4 л/га; Хелафіт Комбі – 1 л/га як позакореневі підживлення у міжфазний період росту в довжину (розтягування міжвузлів) і до початку формування кошика (стадія зірочки).

7.2. Формування листової поверхні та особливості фотосинтетичної активності соняшнику залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів

Листя відіграють вирішальну роль у формуванні урожаю. Саме цей орган виконує функцію фотосинтезу, і саме тут відбувається процес створення органічної речовини. Деякі фахівці навіть пропонують робити прогноз урожайності за показниками листової поверхні [8]. На таку можливість багато раніше звертав увагу відомий фізіолог О.О. Нічіпорович [9–11]. Багато дослідників визначають оптимальну площу листової поверхні підкреслюючи негативний вплив надмірно розвиненої листової поверхні [12].

Соняшник розвиває доволі потужну листову поверхню, яка досягає 50 – 80 тис.м²/га [13]. Проте такий розмір поверхні листя тримається короткий час, тому що листя нижнього ярусу швидко припиняють фотосинтетичну діяльність і загальна їх площа зменшується.

Листя соняшника кількісно формуються впродовж 35 – 40 діб від сходів до початку формування кошику. За цей час на кожній рослині утворюються 18 – 20 листів [14].

Для вирішення першого завдання було проведено динамічне вимірювання площі листової поверхні за різних фаз розвитку рослин. Паралельно визначили урожай сухої надземної біомаси та на підставі

цих даних розраховували фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) за формулами:

$$\text{ФП} = S_{\text{сер}} * T;$$

$$\text{ЧПФ} = (Y_2 - Y_1) / \text{ФП}; \text{ де:}$$

$S_{\text{сер}}$ – середня площа листя за аналітичний період;

T – тривалість періоду;

Y_1 – урожайність сухої біомаси на початку періоду;

Y_2 – урожайність сухої біомаси в кінці періоду.

Отримані узагальнені за роками досліджень дані цих розрахунків наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

Основні показники фотосинтетичної активності рослин соняшнику у міжфазний період формування кошика – цвітіння, середні за 2015 – 2017 рр.

Фон живлення	Препарат	Площа листя тис.м ² /га			Тривалість періоду, днів	Фотосинтетичний потенціал, тис.м ² /га*днів	Приріст сухої надземної біомаси, т/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу
		початок періоду	кінець періоду	середня				
Без добрив	Без препаратів (чиста вода)	21,2	33,1	27,2	33	898	2,81	3,13
	Вуксал	23,0	34,8	28,9	33	954	2,94	3,08
	Фітомаре	22,1	34,8	28,0	35	980	3,01	3,07
	Хелафіт Комбі	23,4	35,5	30,0	34	1020	3,12	3,06
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів (чиста вода)	22,8	34,1	28,5	36	1026	2,98	2,90
	Вуксал	24,0	35,3	29,7	36	1069	3,09	2,89
	Фітомаре	24,0	36,0	30,0	37	1110	3,13	2,82
	Хелафіт Комбі	24,9	37,0	32,0	37	1184	3,25	2,74
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів (чиста вода)	24,0	34,0	29,0	37	1073	3,07	2,86
	Вуксал	25,0	37,0	31,0	37	1147	3,15	2,75
	Фітомаре	25,0	37,0	31,0	38	1178	3,15	2,67
	Хелафіт Комбі	26,2	38,2	32,2	38	1224	3,38	2,76

Якщо зробити кількісну оцінку ефективності дії добрив і препаратів, то тут чітко простежується ефективність обох чинників на розмір площі листя і фотосинтетичний потенціал агроценозу. Останній зростає не лише завдяки площі листя а й за рахунок пролонгації своєї діяльності. Тривалість періоду між початком формування кошика і цвітінням на контрольному варіанті становила у середньому 33 дні, а на варіанті з фоном добрив (N₆₀P₉₀) та із застосуванням препарату Хелафіт Комбі вона була на 5 днів більша. Відтак, якщо ФП у цьому варіанті залежав тільки від середньої площі листя, то цей показник становив не 1224, а 1063 тис.м²/га * діб, тобто на 15% менше. Таким чином, ми маємо посилення прямої дії добрив і препаратів за рахунок пролонгації періоду.

Зовсім інакше виглядає якісний показник – ЧПФ. Тут спостерігається зворотня залежність: застосування добрив і препаратів зменшувало розмір цього показника. Так, без добрив середній рівень ЧПФ становив 3,09 г/м² за добу, на фоні N₃₀P₄₅ він зменшився на 8,1%, а на фоні N₆₀P₉₀ – на 10,1%. Це свідчить, про те, що приріст надземної біомаси є результатом екстенсивного процесу за рахунок зростання асимілюючої поверхні рослин. Тому виникає необхідність подальшого пошуку шляхів впливу на інтенсивність фотосинтезу.

За результатами аналізу даних польових досліджень з інтенсивності припинення фотосинтетичної діяльності листового апарату було виявлено чітку тенденцію до пролонгації роботи асимілюючої поверхні за рахунок внесення мільтифункціональних препаратів, дані цих результатів наведено у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3.

Динаміка припинення фотосинтетичної діяльності листового апарату у фазу наливу насіння залежно від препаратів, середні за 2015 – 2017 рр.

Місяць	Дата	Залишок зеленого листя, % від максимального рівня			
		контроль	Вуксал	Фітомаре	Хелафіт Комбі
Серпень	10	18,4	19,2	20,4	20,1
	15	15,0	17,0	17,5	18,4
	20	11,5	14,1	13,8	15,6
	25	7,6	10,4	11,0	13,1
	30	3,9	6,1	7,0	9,2
Вересень	05	0	2,2	3,8	6,6
	10	0	0	0	2,8
	15	0	0	0	0

Рослини соняшника на контрольному варіанті в середньому за роки досліджень станом на початок вересня зовсім не мали зеленого листа, у той час як при застосуванні мультифункціонального препарату Хелафіт Комбі повне припинення фотосинтетичної діяльності листа зафіксовано на 10 днів пізніше, у порівнянні з контрольним варіантом.

За роками досліджень були визначені певні відмінності, але за будь-яких умов мультифункціональні препарати мали тенденцію до пролонгації роботи асимілюючого апарату, як результат – уповільнення темпів припинення фотосинтетичної діяльності листкового апарату.

Фотосинтез – це унікальний процес створення органічної речовини за рахунок енергії сонця та біохімічних реакцій в рослинах. Останні, як відомо, протікають за умов наявності зеленого пігменту – хлорофілу. Щоправда, існує так званий безхлорофільний фотосинтез, але він притаманний лише деяким нижчим організмам і ніколи не протікає у вищих зелених рослин. Хлорофіл має порфіринову будову, яка структурно близька до гему крові тварин, з тією різницею, що гем має залізний (Fe), а хлорофіл – магнієвий (Mg) комплекс.

Уперше в 1817 році французькі вчені Жозеф Каванту та П'єр Пеллет'є виділили зелений пігмент з листа і назвали його хлорофілом [15]. Майже через 100 років німецький дослідник Ріхард Вільштеттер визначив фракційний склад хлорофілу (фракції «а» і «в») і за комплекс робіт у 1915 році одержав Нобелівську премію. У 1960 році Роберт Вудворд уперше синтезував хлорофіл і у 1967 році була остаточно визначена стереохімічна структура хлорофілу [16].

Сьогодні загальновідомо, що хлорофіл фракції «а» необхідний для більшості фотосинтезуючих організмів для перетворення енергії світла в хімічну енергію, виконує роль провідника оксигенного фотосинтезу. Цей хлорофіл найактивніше поглинає світло у фіолетово-блакитній та помаранчово-червоній частинах спектру. Всі організми з оксигенним типом фотосинтезу використовують хлорофіл «а» [251].

Хлорофіл «а» поглинає світло в фіолетовій, голубій і червоній частинах спектру, при цьому зелений колір навпаки відбиває. Спектр його поглинання розширюється за рахунок допоміжних пігментів, яким і виступає хлорофіл фракції «в». За умов недостатньої інтенсивності освітлення підвищується співвідношення хлорофілу «в» до хлорофілу «а», при цьому синтезуючи більше молекул першого, ніж другого, тим самим збільшуючи інтенсивність процесу фотосинтезу [18, 19].

Хлорофіл фракції «в» - це допоміжний пігмент, який поглинає світло більше у синій частині спектру, і тому має жовто-зелене забарвлення. Ця фракція несе відповідальність за підтримку інтенсивності фотосинтезу за умови недостатнього освітлення [20].

Вміст хлорофілу «в» у вищих рослин водоростей становить близько 1/3 вмісту хлорофілу «а». Він зазвичай збільшується при адаптації рослин до нестачі освітлення, одночасно розширює діапазон довжин хвиль, що поглинаються хлоропластами, адаптованими до малої освітленості [21].

Формула хлорофілу (без структурного розміщення) має такий вигляд:

Хлорофіл фракції «А» - $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$

Хлорофіл фракції «В» - $C_{55}H_{72}MgN_4O_6$

Програма досліджень передбачала визначення фракційного складу зеленого пігменту рослин – хлорофілу, який має визначальне значення для протікання процесів фотосинтезу агроценозу. Ми прогнозували, що такі чинники як добриво та препарати матимуть істотний вплив на утворення всієї системи і роботи хлорофілу. Польові та лабораторні дослідження підтвердили справедливність цих сподівань (табл. 7.4).

Таблиця 7.4.

Вміст хлорофілу в листках соняшника у фазу цвітіння, середні за 2015 – 2017 рр.

Фон живлення	Препарат	Вміст хлорофілу, мг на 1 г сухої речовини			Відношення фракції «а» до «в»
		всього	фракція		
			«а»	«в»	
Без добрив	Без препаратів (чиста вода)	5,18	3,60	1,59	2,26
	Вуксал	6,29	4,58	1,71	2,67
	Фітомаре	7,07	5,27	1,80	2,93
	Хелафіт Комбі	7,03	5,34	1,69	3,16
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів (чиста вода)	7,36	5,60	1,76	3,18
	Вуксал	8,63	6,83	1,80	3,79
	Фітомаре	8,94	7,02	1,91	3,68
	Хелафіт Комбі	8,32	6,66	1,66	4,01
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів (чиста вода)	7,50	5,69	1,81	3,16
	Вуксал	8,81	6,12	2,69	2,28
	Фітомаре	8,97	6,17	2,80	2,20
	Хелафіт Комбі	8,44	6,05	2,39	2,53

Результати досліджень показали, що вміст хлорофілу суттєво зростає під дією добрив і препаратів, максимального значення цього показника досягнуто у варіанті при застосуванні препарату Фітомаре на фоні $N_{60}P_{90}$ – 8,97 мг/г сухої речовини, що на 73% більше ніж на контрольному варіанті (без внесення добрив і без препаратів).

Доведено, що під дією програмних чинників змінювався не лише загальний вміст зеленого пігменту, але й фракційний склад хлорофілу. За всіх випадків спостерігалось пріоритетне зростання вмісту фракції «а». Так, максимальне зростання цієї фракції становило 90%, тоді як по фракції «в» різниця не перевищувала 76%. На не удобреному фоні ці показники становили відповідно 48 та 13%. Це означає, що оптимальний підбір комбінованого багатофункціонального препарату може стати дієвим способом регулювання кількості хлорофілу і його фракційного складу.

Ці співвідношення добре ілюструє діаграма (рис. 7.1).

Як бачимо, на контрольному варіанту вміст фракції хлорофілу «а» становить 69% від загального складу, а на фоні $N_{30}P_{45}$ ця величина зростає до 76%, а у комбінації $N_{30}P_{45}$ + Хелафіт Комбі частка хлорофілу «а» сягає вже 80%. Цілком адекватно зменшується частка фракції «в» від 31 до 20%.

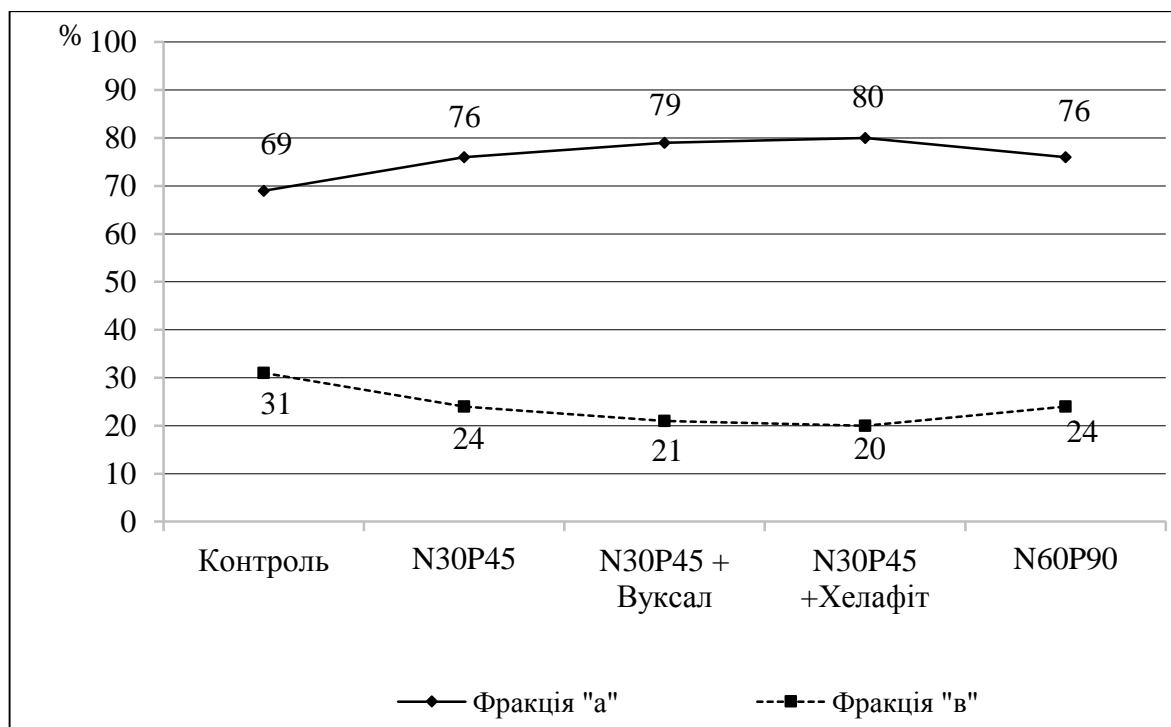


Рис. 7.1. Співвідношення фракцій хлорофілу залежно від добрив та препаратів

7.3. Динаміка наростання урожаю надземної біомаси соняшника залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів

Інтегральним показником, що характеризує стан вегетативного розвитку рослин є урожай надземної біомаси. Соняшник, як і більшість інших польових культур, нагромаджує органічну біомасу впродовж вегетації нерівномірно. Спочатку рослини мають доволі повільний період формування біомаси, потім процес прискорюється, а наприкінці вегетації він знову уповільнюється. Ця динаміка повторюється в роки з різними за погодними умовами, і тому, сам процес вегетативного розвитку можна назвати генетично детермінованим. Навіть генотипи з різним типом онтогенезу мають схожий ступеневий механізм наростання біомаси. Тому сама схема нагромадження біомаси є історично детермінованою, тобто це філогенетична ознака.

Наші численні обліки по визначенню урожаю біомаси для об'єктивності співставлення ми приводимо до абсолютно сухого стану. Результати цих обліків показали, що найвищий урожай сухої біомаси сформувався у разі комбінованого застосування добрив й препаратів (табл. 7.5).

Таблиця 7.5.

Динаміка формування абсолютно сухої надземної біомаси соняшника залежно від добрив і препаратів, (середні за 2014 – 2017 рр.), т/га

Фон живлення	Препарат	Урожай біомаси, т/га		
		початок формування кошика	цвітіння	повна стиглість
Без добрив	Без препаратів	3,0	5,1	7,2
	Вуксал	3,1	5,5	7,6
	Фітомаре	3,0	5,5	7,7
	Хелафіт Комбі	3,0	5,6	7,9
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	3,5	6,0	7,8
	Вуксал	3,6	6,2	8,1
	Фітомаре	3,6	6,3	8,2
	Хелафіт Комбі	3,6	6,5	8,5
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	4,0	6,4	8,1
	Вуксал	4,0	6,7	8,5
	Фітомаре	4,0	6,8	8,5
	Хелафіт Комбі	4,0	6,9	8,8

Позитивна дія добрив починає проявлятися уже у першій третині вегетації. З результатів досліджень встановлено, що на початку формування кошика доза N₃₀P₄₅ сприяла збільшенню біомаси на 0,6 т/га, а доза N₆₀P₉₀ – на 1,0 т/га, або на 20% та 33%. У подальшому рівень позитивної дії добрив знижується: прибавка врожаю у фазі цвітіння від дози добрив N₃₀P₄₅ становить 11,6%, а від дози N₆₀P₉₀ – 12,6%. У фазі повної стиглості прибавки урожаю надземної біомаси від внесення добрив стають ще менш значимими – за дози N₃₀P₄₅ – 7,6%, а за дози N₆₀P₉₀ – 11,8%. Соняшник найбільш активно реагує на добрива у першій третині вегетації. Саме ця обставина обумовлює поступове зменшення ефективності добрив при зростанні їх доз.

Позитивна дія препаратів простежується, починаючи з фази цвітіння, препарати сприяли зростанню біомаси на 8 – 10%, а у фазі повної стиглості рівень прибавки залишався на однаковому рівні (9,7%).

На удобрених фонах препарати дещо знизили свою ефективність, але у максимумі вони давали майже такі ж прибавки, як і на фоні без добрив (8,6 – 9,0%).

Аналіз наукових джерел показав, що наш висновок про екстенсивний тип впливу добрив і препаратів на зростання урожаю біомаси є доволі прогнозованим. Так, А.А. Ничипорович [9, 10], наводячи результати розрахунків коефіцієнта кореляції між різними показниками фотосинтетичної діяльності, відзначає, що найбільш високим він був між урожайністю та фотосинтетичним потенціалом, між урожайністю і площею листя коефіцієнт кореляції був меншим, а стосовно зв'язку ЧПФ – урожайність автор взагалі не повідомляє. То ж і в нашому досліді навіть без розрахунків добре простежується висока кореляція урожаю біомаси та ФП. Про інший взаємозв'язок (урожай – ЧПФ) можна констатувати, що тут рівень кореляції теж високий, але від'ємний (табл. 7.6).

Таблиця 7.6.

Коефіцієнт кореляції між урожаєм сухої біомаси та показниками фотосинтетичної діяльності рослин, (середні за 2015 – 2017 рр.)

Фотосинтетичний показник	Урожай сухої біомаси	
	період від початку формування кошика до цвітіння	весь вегетаційний період
Середня площа листя	0,68 ± 0,22	0,71 ± 0,17
Фотосинтетичний потенціал	0,84 ± 0,18	0,88 ± 0,21
Чиста продуктивність фотосинтезу	-0,71 ± 0,14	-0,49 ± 0,22

Як бачимо, у нашому досліді підтвердився висновок А.А. Нічипоровича про перевагу показника ФП у кореляційному зв'язку з урожаєм біомаси.

7.3.1. Особливості формування кореневої маси і продуктивності роботи коренів залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів

Коренева система соняшника вкрай чутлива до коливання умов навколишнього середовища. Так, в гостро-посушливі роки вона глибше проникає у нижні шари ґрунту, а у вологі – локалізується у поверхневих горизонтах. Мінеральні добрива теж мають неоднозначний вплив як на масу коренів, так і на їх розташування по шарах ґрунту. Досліджувані препарати, мають у своєму складі цитокиніни або інші стимулятори ростових процесів, які безпосередньо активують потужний розвиток кореневої системи.

Для вивчення кореневої системи було обрано шар ґрунту 0 – 50 см. Корені відмивали, висушували і зважували по шарах: 0 – 10 см; 10 – 20 см; 20 – 30 см; 30 – 40 см; 40 – 50 см (табл. 7.7).

Таблиця 7.7.

Абсолютно суха маса коренів соняшника залежно від добрив і препаратів, т/га

Фон живлення (А)	Препарати (В)	2015			2016			2017		
		ПФК	Ц	ПС	ПФК	Ц	ПС	ПФК	Ц	ПС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Без добрив	Без препаратів	1,26	2,82	3,77	1,13	2,61	3,54	1,19	2,69	3,59
	Вуксал	1,26	2,90	3,86	1,13	2,64	3,60	1,19	2,75	3,64
	Фітомаре	1,26	2,82	3,79	1,13	2,61	3,56	1,19	2,70	3,61
	Хелафіт Комбі	1,26	2,98	3,90	1,13	2,76	3,66	1,19	2,77	3,70
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	1,30	2,91	3,86	1,14	2,63	3,55	1,22	2,74	3,72
	Вуксал	1,30	2,96	3,89	1,14	2,67	3,59	1,22	2,80	3,75
	Фітомаре	1,30	2,91	3,88	1,14	2,65	3,54	1,22	2,76	3,74
	Хелафіт Комбі	1,30	3,08	3,95	1,14	2,74	3,62	1,22	2,82	3,79

Продовження таблиці 7.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	1,31	2,96	3,88	1,18	2,71	3,59	1,24	2,76	3,81
	Вуксал	1,31	3,00	3,91	1,18	2,73	3,63	1,24	2,84	3,87
	Фітомаре	1,31	2,98	3,89	1,18	2,70	3,60	1,24	2,81	3,85
	Хелафіт Комбі	1,31	3,12	4,09	1,18	2,92	3,70	1,24	2,85	3,90
NIP _{0,05,T}	A	0,04	0,07	0,09	0,04	0,06	0,10	0,04	0,07	0,08
	B	0,07	0,06	0,10	0,05	0,09	0,07	0,06	0,09	0,10
	AB	0,09	0,09	0,12	0,07	0,09	0,11	0,08	0,11	0,13

Примітка : ПФК – початок формування кошика

Ц – цвітіння

ПС – повна стиглість

Аналіз наведених даних показує доволі слабу реакцію соняшника з розвитку кореневої системи на добрива за всіх років досліджень. Максимальне зростання кореневої маси за дози N₆₀P₉₀ у порівнянні з контролем становило у 2015 р. 0,11 т/га у фазі повної стиглості, а у 2016 р. – 0,10 т/га (фаза цвітіння). При збільшенні дози з N₃₀P₄₅ до N₆₀P₉₀ істотного зростання маси коренів не відбулося.

Серед вивчених препаратів найбільш ефективним з точки зору розвитку кореневої системи виявився Хелафіт Комбі. Зростання маси коренів у шарі ґрунту 0 – 50 см за роки проведення досліджень мало математично доказаний рівень та у максимумі досягло 5,7% у порівнянні з контролем (у фазу цвітіння). На удобрених фонах дія Хелафіту Комбі стосовно показника маси кореневої системи просліджувалась аналогічно фону без добрив. Після цвітіння до фази повної стиглості стимулююча роль Хелафіту Комбі хоча і зберігалася, проте за абсолютним рівнем її інтенсивність зменшувалася. На рисунку 7.2 зображена продуктивність роботи кореневої системи, а саме відношення формування надземної біомаси до маси коренів.

За результатами досліджень, видно, що перевага варіантів з внесенням препаратів чітко простежується за всіх періодів проведення спостережень. Треба відзначити, що всі застосовані препарати мали істотний вплив на показник продуктивності коренів, який виявляв тенденцію до збільшення інтенсивності росту в порівнянні з контрольним варіантом, так: Вуксал – на 5,0 – 6,8%; Фітомаре – 6,1 – 10,5%; Хелафіт Комбі – на 13,2 – 14,9%. Це є результатом того, що більшість

препаратів у своєму складі (принаймні Хелафіт Комбі) мають цитокиніни, які стимулюють роботу кореневої системи. Від внесення мінерального добрива такого явища не спостерігалось, окрім випадкових спорадичних моментів.

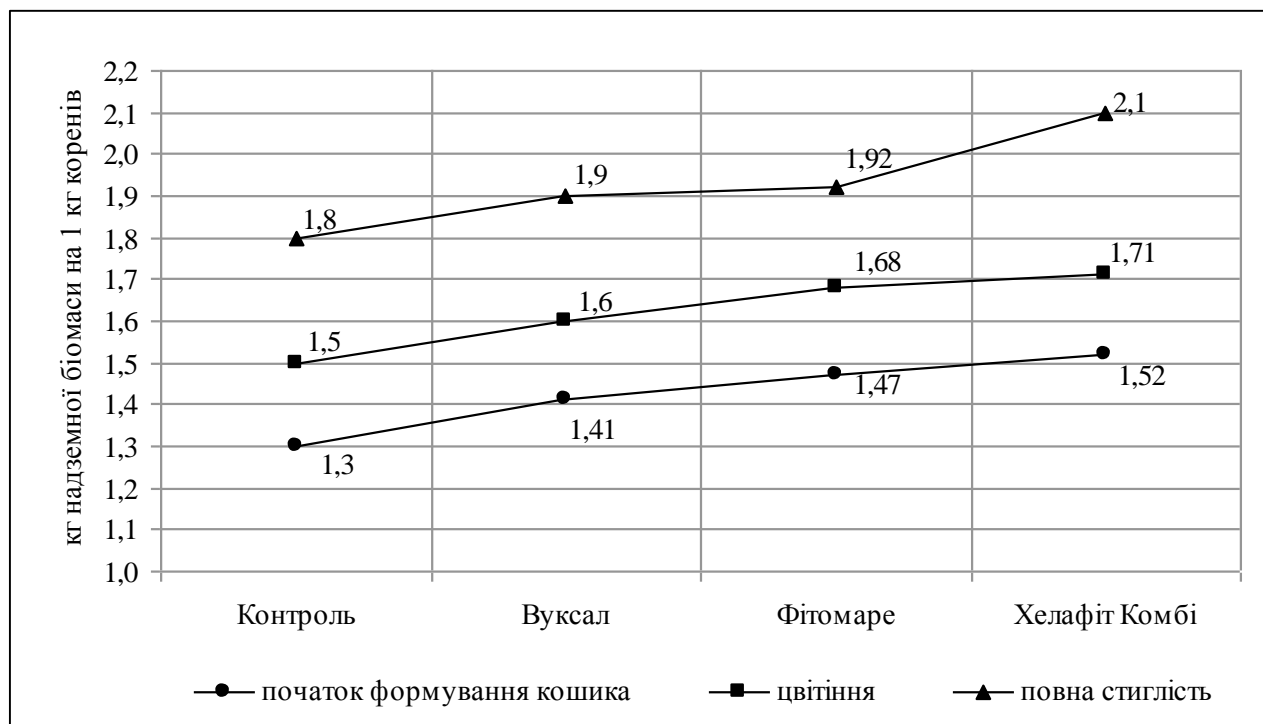


Рис. 7.2. Характер формування надземної біомаси та маси коренів залежно від препаратів (середні за 2015 – 2017 рр.)

Як було відзначено вище, мінеральні добрива в наших умовах слабо впливали на інтенсивність формування кореневої системи. Тут спостерігається певна закономірність: внесення добрив не мало істотного впливу на загальну масу коренів, проте встановлено вплив добрив на пошарове розміщення кореневої системи (рис. 7.3).

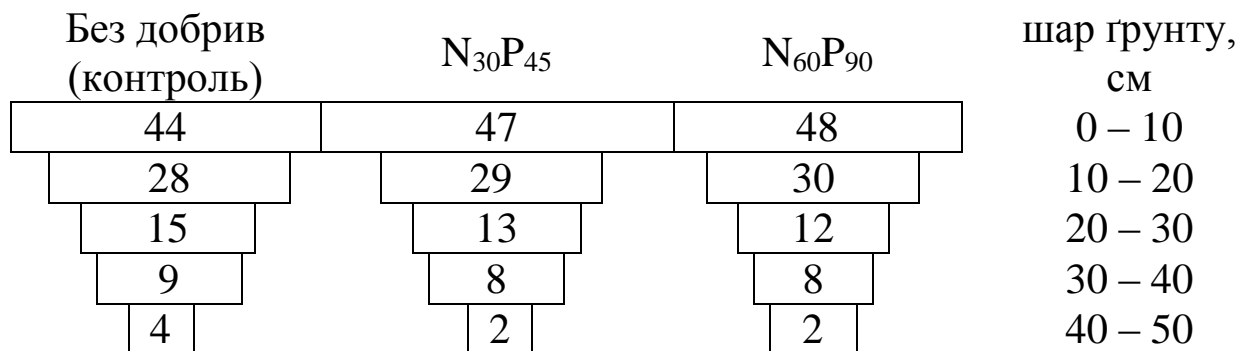


Рис. 7.3. Пошарове розташування коренів залежно від добрив (середні за 2015 – 2017 рр.), % від загальної маси

Якщо взяти шар 0 – 20 см, то в нього на фоні без добрив сформувалось 72% всієї кореневої маси, а на фоні $N_{30}P_{45}$ цей показник становить 76%, а на фоні $N_{60}P_{90}$ – 78%. То ж це означає, що більша частина кореневої системи локалізується у верхніх шарах і у разі внесення добрив рівень концентрації її у верхньому горизонті збільшується. Можна передбачити, що коренева система за високих доз удобрення менше забезпечує стійкість рослин соняшника до впливу посух. Взагалі, аналізуючи наукову літературу, було знайдено недостатньо інформації з формування та функціонування кореневої системи соняшника.

7.4. Водний та поживний режим ґрунту залежно від добрив та рістрегулюючих препаратів

Застосування будь – яких засобів оптимізації факторів життєдіяльності рослин має наслідком зміни багатьох екологічних показників, зокрема і в першу чергу, показників водного та поживного режимів. У нашому випадку добрива та препарати мають безпосередній вплив на перебіг забезпечення рослин поживними речовинами, а на зміну показників водного режиму вони мають опосередкований вплив. Для розуміння механізму, через який здійснюється ефективність умов існування рослин соняшника доцільно розглянути і показники водного, і поживного режимів.

Як було відзначено вище, водний режим ґрунту – це нагромадження, пересування та споживання ґрунтової вологи рослинам. Для визначення кінцевих показників, зокрема коефіцієнту водоспоживання, перш за все треба вивчити динаміку вологості ґрунту під посівами соняшника.

Наші дослідження показали, що під час вегетації при застосуванні добрив і препаратів спостерігаються помітні відмінності по варіантам досліджуваного показника (табл.7.8).

В цілому за роки досліджень вологість ґрунту навесні становила у шарі 30 см 22,8%, а у шарі 0-100 см – 22,0%. Тому рівень вологості оцінюється, як середній, хоча в окремі роки цей показник ледь перевищував 20%. До кінця вегетації вологості у всі роки зменшувалась і у середньому становила 13,5% (в шарі ґрунту 0 – 30 см); 14,0% (в шарі ґрунту 0 – 100 см), що свідчить про наближення цього показника до вологості сталого в'янення (12,3%). В усіх випадках і добрива, і препарати за рахунок більш інтенсивного розвитку рослин зменшували показники вологості ґрунту.

Наведені показники були необхідні лише для використання їх у обчисленні запасу продуктивної вологи. Ці показники дають можливість обрахувати водний баланс ґрунту. Результати розрахунків по запасам продуктивної вологи наведено в таблиці 7.9.

Таблиця 7.8.

Вологість ґрунту на початку і наприкінці вегетації залежно від добрив та препаратів (середні за 2014 – 2017 рр.), %

Фон живлення	Препарати	початок вегетації		кінець вегетації	
		0-30 см	0-100 см,	0-30 см	0-100 см
Без добрив	Без препаратів	22,8	22,0	14,0	14,6
	Вуксал	22,8	22,0	13,8	14,1
	Фітомаре	22,8	22,0	13,7	14,1
	Хелафіт Комбі	22,9	22,0	13,5	13,8
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	22,9	22,0	13,6	14,1
	Вуксал	22,9	22,1	13,1	13,8
	Фітомаре	22,8	22,1	13,3	13,8
	Хелафіт Комбі	22,8	22,1	12,9	13,4
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	22,9	22,2	13,3	13,6
	Вуксал	22,8	22,1	13,1	13,3
	Фітомаре	23,0	22,1	13,0	13,3
	Хелафіт Комбі	22,8	22,1	12,6	13,1

Таблиця 7.9.

Запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, (середні за 2014 – 2017 рр.), мм

Фон живлення	Препарат	Фаза вегетації	
		сходи	повна стиглість
Без добрив	Без препаратів	141	44
	Вуксал	141	38
	Фітомаре	141	38
	Хелафіт Комбі	142	34
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	142	38
	Вуксал	142	34
	Фітомаре	141	34
	Хелафіт Комбі	141	28
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	142	31
	Вуксал	141	27
	Фітомаре	143	27
	Хелафіт Комбі	141	24

Такі запаси продуктивності вологи можна формулювати як задовільні, принаймні навесні під час сівби. Але у фазі повної стиглості цей показник мав значення, які наближали стан ґрунту до повної відсутності вологи у метровому шарі. Інтегральний вираз всіх складових водного режиму є коефіцієнт водоспоживання (табл. 7.10).

Аналізуючи показник загального водоспоживання, встановили його зростання як від застосування добрив, так і внесення препаратів. Різниця між крайніми варіантами становить 232 м³/га, або 8,2%. Це помітна різниця і вона свідчить про більше використання ґрунтової вологи на удобрених ділянках.

Таблиця 7.10

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом соняшнику залежно від добрив і препаратів, (середні за 2014 – 2017 рр.)

Фон живлення	Препарат	Запас вологи, м ³ /га		Сума опадів за вегетацію, м ³ /га	Загальне водоспоживання, м ³ /га	Урожай сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т біомаси
		сходи	повна стиг-лість				
Без добрив	Без препаратів	1410	440	1868	2838	7,2	394
	Вуксал	1410	380	1868	2898	7,6	381
	Фітомаре	1410	380	1868	2898	7,7	376
	Хелафіт Комбі	1410	340	1879	2949	7,9	373
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	1420	380	1890	2930	7,8	376
	Вуксал	1420	340	1890	2970	8,1	367
	Фітомаре	1410	340	1890	2960	8,2	361
	Хелафіт Комбі	1410	280	1907	3037	8,5	357
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	1420	310	1895	3005	8,1	371
	Вуксал	1410	270	1905	3045	8,5	358
	Фітомаре	1430	270	1910	3070	8,5	361
	Хелафіт Комбі	1410	310	1944	3044	8,8	346

Але витрати води у розрахунку на одиницю продукції, навпаки зменшуються, причому це зменшення більш суттєве, аніж зростання сумарного водоспоживання: у порівнянні з контролем коефіцієнт водоспоживання на фоні N₆₀P₉₀ з Хелафітом Комбі зменшився на 13,9%, з чого можна зробити висновок, що добрива і препарати, особливо за їх комбінованого застосування, сприяють економічному витрачання води для утворення сухої надземної біомаси (рис. 7.4).

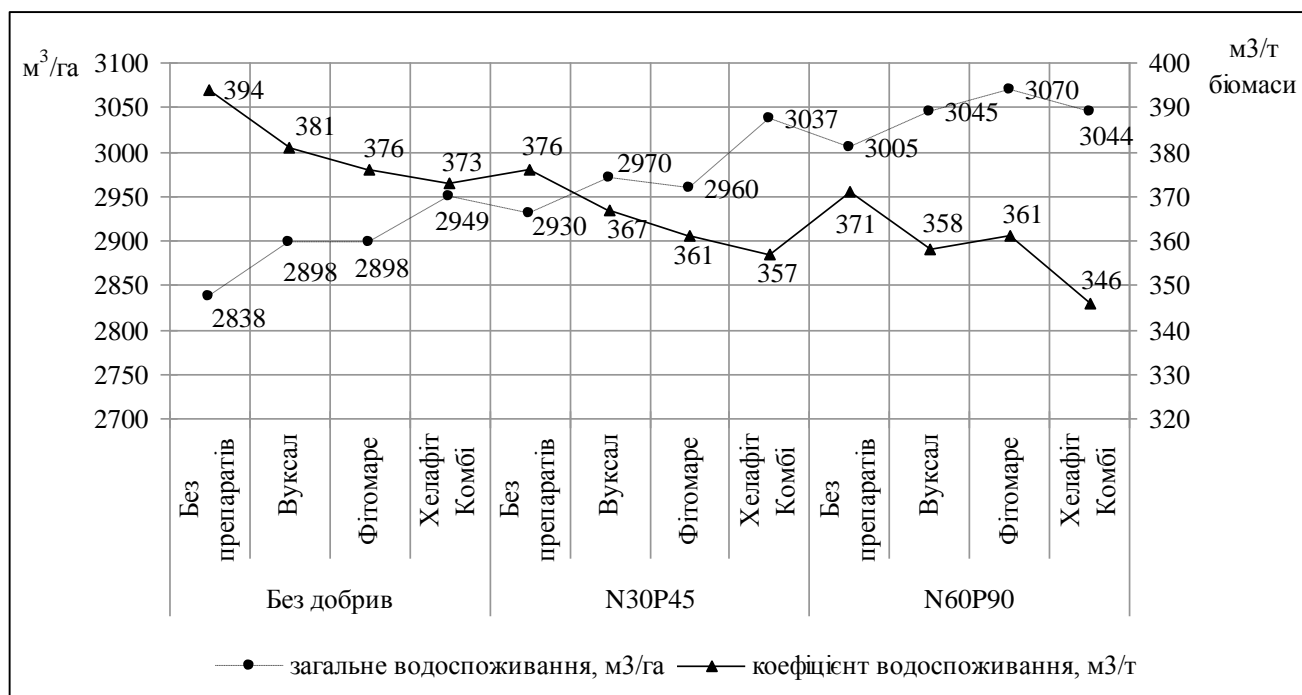


Рис. 7.4. Взаємозв'язок показників загального та питомого водоспоживання, (середні за 2014 – 2017 рр.)

На графіку рисунка 7.4 наглядно представлена протилежність напрямів загального (зростає) і питомого (знижується) водоспоживання. Кожен м³ води на контролі утворює 2,51 кг сухої біомаси, за внесення Хелафіту Комбі цей показник зростає до 2,67, а у комбінації N₆₀P₉₀ – до 2,89 кг. При прогнозуванні урожаю встановлену закономірність необхідно враховувати в подальших розрахунках.

Мінеральне живлення рослин – це складний багатоступеневий процес, в якому взаємодіють атмосферні, ґрунтові умови з рослинами як безпосередньо, так і через велику кількість біотичних та абіотичних супутніх умов. Класична фізіологія живлення базується на реалізації рослинами обмінно іонного процесу, тобто поглинання елементів живлення через водний розчин, в якому містяться дисоційовані солі. Сьогодні є актуальними вирішення багатьох питань, стосовно додаткових можливостей застосувати поживні речовини рослинами окрім зазначеного вище процесу. Наприклад, поглинання поживних речовин листям,

на яке наноситься розчин того чи іншого добрива. Все це характеризує складність і багатофункціональність процесу живлення рослин. І це є зрозумілим, тому що біологічні системи, у тому числі й фітоценози, мають складне функціонування, а відтак важливим є пошук взаємодії та синергізму різних видів елементів живлення.

У досліді необхідно було простежити за зміною показників поживного режиму при внесенні мінеральних добрив та їх взаємодії з комплексними препаратами.

Оскільки переважна більшість ґрунтів півдня України мають високий вміст обмінного калію, то калійні добрива не є ефективними, проте, у супутніх дослідженнях аналізували дію азоту і фосфору.

Для спостережень з вмісту поживних речовин було обрано орний шар ґрунту 0 – 30 см. Саме цей горизонт є основним постачальником елементів живлення, і саме у цьому шарі розташована основна маса кореневої системи. Визначення вмісту легкогідролізованого азоту показало, що рівень забезпеченості цим елементом доволі низький (табл. 7.11).

Таблиця 7.11

Вміст легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту, мг/100 г ґрунту (середні за 2015 – 2017 рр.)

Фон живлення	Препарат	Фаза вегетації		
		сходи	початок формування кошика	цвітіння
Без добрив	Без препаратів	2,26	2,61	2,28
	Вуксал	2,26	2,77	2,35
	Фітомаре	2,26	2,80	2,37
	Хелафіт Комбі	2,26	2,74	2,37
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	3,54	3,81	3,66
	Вуксал	3,54	3,77	3,49
	Фітомаре	3,54	3,79	3,52
	Хелафіт Комбі	3,54	3,68	3,37
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	4,14	4,11	4,20
	Вуксал	4,14	4,18	3,90
	Фітомаре	4,14	4,12	4,01
	Хелафіт Комбі	4,14	4,16	4,04

З даних таблиці 7.11 можна відзначити наявність великих розбіжностей, як за абсолютними показниками вмісту легкогідролізованого азоту, так і за перебігом цього показника по

різним варіантам дослідів. В цілому ж динаміка азоту доволі є однорідна за всіх років досліджень під час сівби вміст азоту є меншим, а на початку фази формування кошика він зростає і в подальшому знов його вміст зменшується.

Найбільш цікавим є зміна вмісту азоту від початку до кінця вегетації. Як бачимо, на неудобреному фоні від сходів до цвітіння вміст легкогідролізованого азоту майже не змінився і, навіть, мав тенденцію до зростання. На фоні N₆₀P₉₀ спостерігається зовсім інша тенденція: у фазу цвітіння вміст азоту помітно зменшується, особливо при застосуванні препаратів (без препаратів зменшення становило 0,24 мг/100 г ґрунту, з Вуксалом – 0,54 і з Хелафітом – 0,40 мг/100 г ґрунту). Це свідчить про вищий рівень засвоєння елементів живлення з ґрунту у соняшника завдяки препаратам.

Фосфор – це менш динамічний елемент, вміст якого у ґрунті впродовж сезону змінюється в межах від 0 до 6% (табл. 7.12).

Таблиця 7.12

Вміст P₂O₅ в орному шарі ґрунту, (середні за 2015 – 2017 рр.), мг/100г ґрунту

Фон живлення	Препарат	Фаза вегетації		
		сходи	початок формування кошика	цвітіння
Без добрив	Без препаратів	6,0	6,2	5,9
	Вуксал	6,0	6,1	5,9
	Фітомаре	6,0	6,2	6,0
	Хелафіт Комбі	6,0	6,3	6,0
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	6,8	7,0	6,4
	Вуксал	6,8	7,2	6,7
	Фітомаре	6,8	7,0	6,7
	Хелафіт Комбі	6,8	7,4	6,6
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	7,7	7,9	7,2
	Вуксал	7,7	8,0	7,4
	Фітомаре	7,7	7,8	7,3
	Хелафіт Комбі	7,7	8,2	7,4

Результати наведених показників свідчать, що і в цьому випадку простежується аналогічна закономірність, яка була визначена з азотом: на удобрених фонах з препаратами від початку вегетації до цвітіння засвоєння фосфору з ґрунту зростає від 0 – 0,1 до 0,3 – 0,5 мг/100 г ґрунту.

7.5. Урожайність та якість продукції соняшнику залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів

Якщо проаналізувати наведені вище результати супутніх досліджень, то можна стверджувати, що і добрива, і препарати є ефективним і дієвим способом поліпшення умов розвитку рослин. Дійсно, впродовж усіх років досліджень спостерігається стійке зростання урожаю від комбінованого застосування добрив і препаратів (табл. 7.13).

Таблиця 7.13.

Урожайність соняшника залежно від добрив і препаратів, т/га

Фон живлення (А)	Препарат (В)	Роки				Середня за 4 роки
		2014	2015	2016	2017	
Без добрив	Без препаратів	2,54	1,83	2,12	2,34	2,21
	Вуксал	2,66	2,00	2,20	2,45	2,33
	Фітомаре	2,66	2,04	2,26	2,51	2,34
	Хелафіт Комбі	2,71	2,10	2,29	2,60	2,43
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	2,65	2,06	2,19	2,48	2,35
	Вуксал	2,75	2,13	2,28	2,50	2,42
	Фітомаре	2,78	2,23	2,33	2,63	2,49
	Хелафіт Комбі	2,84	2,28	2,40	2,69	2,55
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	2,79	2,10	2,26	2,44	2,40
	Вуксал	2,88	2,26	2,30	2,54	2,50
	Фітомаре	2,90	2,30	2,36	2,59	2,54
	Хелафіт Комбі	3,00	2,49	2,48	2,67	2,66
НІР _{0,05} т/га	А	0,12	0,14	0,15	0,21	-
	В	0,10	0,09	0,11	0,13	-
	АВ	0,14	0,16	0,18	0,19	-

У середньому за 4 роки внесення добрив дозою N₃₀P₄₅ забезпечило одержання прибавки урожаю 0,14 т/га. Збільшення дози добрив до N₆₀P₉₀ сприяло зростанню прибавки ще на 0,05 т/га. Цей факт свідчить про помірну ефективність високих доз мінеральних добрив при вирощуванні соняшнику. Але ця помірна ефективність високих доз мінеральних добрив простежуються лише у разі внесення добрив без додаткового застосування багатофункціональних рістрегулюючих препаратів. Як видно, при підживленні рослин препаратом Фітомаре доза добрив N₆₀P₉₀ забезпечила зростання урожаю у порівнянні з до-

зою $N_{30}P_{45}$ – 0,19 т/га. Найкращі результати забезпечило внесення препарату Хелафіт Комбі (прибавка у порівнянні з дозою $N_{30}P_{45}$ збільшилася на 0,31 т/га).

Результати досліджень підтверджують наявність синергетичного ефекту за комбінованого застосування високих доз добрив і препарату Хелафіту Комбі. Так, у середньому за роки досліджень прибавка від застосування Хелафіту Комбі становила 0,22 т/га, а прибавка від добрив $N_{60}P_{90}$ – 0,19 т/га, тобто, сумарно обидва фактори забезпечили зростання врожайності на 0,41 т/га, в той час, як комбіноване застосування добрив дозою $N_{60}P_{90}$ Хелафіт Комбі дали приріст урожаю у порівнянні з контролем 0,45 т/га, тобто більше ніж сумарно обидва фактори окремо. Це і є прояв синергетичної дії застосування добрив і рістрегулюючих препаратів. Цей елемент досліджень не тільки характеризується певною, але й водночас, він є прямим шляхом подолання низької ефективності високих доз добрив при вирощуванні соняшнику.

У будь якого разі перед виробниками відкривається можливість досягти збільшення рівня економічного ефекту при застосуванні високих доз добрив при вирощуванні соняшнику.

Окрім рівня врожайності, важливе значення набуває якість одержаної продукції. Для соняшника вкрай важливим є показник лущинності насіння, вміст жиру, вміст білка та співвідношення жирних кислот у соняшниковій олії. Певний інтерес викликає не стільки абсолютні значення показників якості, скільки їх коливання під впливом добрив і препаратів (табл. 7.14).

Наведені дані свідчать про певний негативний вплив добрив на олійність насіння. Якщо порівняти вміст жиру у сім'янках, то з результатів досліджень встановлено, що доза $N_{30}P_{45}$ призвела до зменшення цього показника на 1,9%, а у ядрах – на 1,0%.

Збільшення дози добрив до $N_{60}P_{90}$ ще більше знизило вміст жиру: у сім'янках на 3,1%, а у ядрах – на 2,1%. Вище було відзначено, що такий негативний вплив добрив на олійність насіння – це явище типово і про його наявність повідомляють у всіх наукових роботах багато фахівців. Тому вкрай цікавим є явище, яке чітко простежується у в досліджах, а саме: компенсаторна дія препаратів, які нівелюють вплив високих доз добрив, залишаючи рівень олійності насіння на рівні контролю або навіть мають тенденцію до його перевищення. Наприклад, у варіанті з Хелафітом Комбі вміст жиру на фоні $N_{30}P_{45}$ був на 1,0%, а на фоні $N_{60}P_{90}$ – 0,9% вищим, ніж у контролі.

Таблиця 7.14.

Залежність показників якості насіння соняшника від добрив і препаратів (середні за 2014 – 2017 рр.)

Фон живлення	Препарати	Лушпинність, %	Вміст жиру, %	
			у сім'янках	у ядрах
Без добрив	Без препаратів	23,3	43,8	55,4
	Вуксал	23,4	45,0	55,9
	Фітомаре	23,4	44,6	55,8
	Хелафіт Комбі	23,1	45,2	56,0
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	23,4	41,9	54,4
	Вуксал	23,5	44,3	54,9
	Фітомаре	23,2	44,0	54,9
	Хелафіт Комбі	22,7	44,8	55,6
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	23,4	40,7	53,5
	Вуксал	23,3	44,0	54,3
	Фітомаре	23,1	43,8	54,4
	Хелафіт Комбі	23,0	44,7	55,3

За окремими рокам можна відзначити деякі особливості, але в цілому вплив добрив та препаратів окремо, а також при внесенні комбіновано повторювався усі роки досліджень, і тому, ми маємо підстави стверджувати, що препарати повністю нівелюють негативну дію добрив стосовно олійності насіння соняшника.

Якщо порівняти показники вмісту жиру у сім'янках за препаратами, то тут теж має місце поступове зменшення від фону без добрив до фону N₆₀P₉₀ (рис. 7.5).

Тут перевага варіантів з препаратами є очевидно на всіх фонах добрив. Кращім препаратом є Хелафіт Комбі, який дав можливість не лише нівелювати негативну дію добрив, а й навіть, забезпечив зростання вмісту жиру на 0,9 – 1,0%. За вмістом жиру у ядрі відзначається така ж сама закономірність, як і у сім'янках, лише з тією різницею, що максимальні відхилення були дещо меншими.

За показниками лушпинності та частки олеїнової кислоти в олії суттєвих відмінностей по факторам, що вивчали, не виявлено. Виявлено більший вплив від різних погодних умов року. Тому, ні лушпинність, ні вміст олеїнової кислоти в олії не є показниками, які можна регулювати завдяки добривам і препаратам.

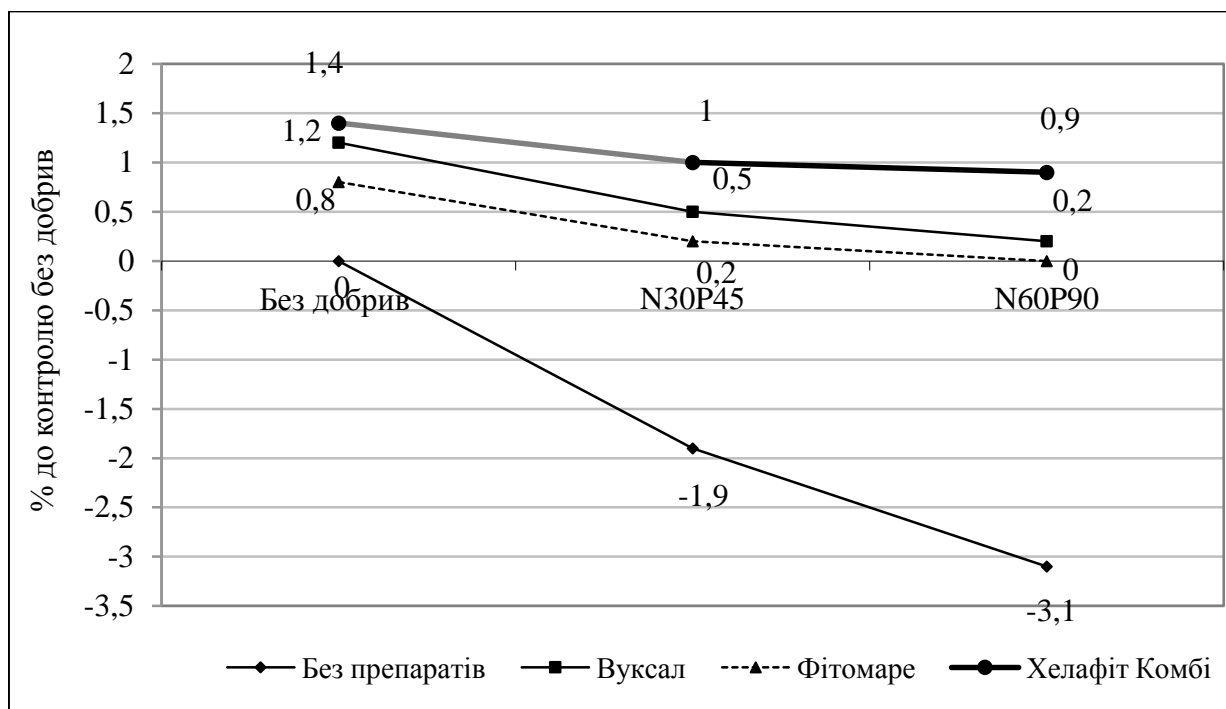


Рис. 7.5. Рівень відхилень від контролю вмісту жиру залежно від добрив та препаратів (середні за 2014 – 2017 рр.)

Якщо обрахувати умовний вихід олії з 1 га посіву, то видно перевагу від комбінованого застосування добрив і препаратів (табл. 7.15).

Таблиця 7.15.

Збір олії залежно від добрив та препаратів, середні за 2014 – 2017 рр.

Фон живлення	Препарат	Урожай насіння, т/га	Середній вміст жиру в насінні, %	Умовний збір олії з 1 га, т
Без добрив	Без препаратів	2,21	43,8	0,97
	Вуксал	2,33	45,0	1,05
	Фітомаре	2,34	44,6	1,04
	Хелафіт Комбі	2,43	45,2	1,10
N ₃₀ P ₄₅	Без препаратів	2,35	41,9	0,98
	Вуксал	2,42	44,3	1,07
	Фітомаре	2,49	44,0	1,10
	Хелафіт Комбі	2,55	44,8	1,14
N ₆₀ P ₉₀	Без препаратів	2,40	40,7	0,98
	Вуксал	2,50	44,0	1,10
	Фітомаре	2,54	43,8	1,11
	Хелафіт Комбі	2,66	44,7	1,19

Вихід олії з 1 га, також має кращий показник у разі застосування добрив і багатофункціональних препаратів. Але добрива у чистому вигляді за усіх фонів живлення давали приблизно однаковий умовний вихід олії з гектара, не дивлячись на суттєве зростання урожаю. Знову ж таки, в котре можна спостерігати прояв синергізму: якщо кращий препарат забезпечує додатково 0,13 т/га олії, а добрив 0,01 т/га (їх сума дорівнює 0,14 т/га), то комбінація Хелафіту Комбі з добривом у дозі N₆₀P₉₀ сприяла зростанню виходу олії на 0,22 т/га.

Таким чином, комбіноване застосування добрив і препаратів не тільки підвищує урожайність, але й створює умови для стабілізації олійності насіння соняшника, що дає змогу підвищити вихід олії з одиниці площі.

7.6. Ефективність деструкторів целюлози при вирощуванні соняшнику

Останнє десятиліття характеризується тим, що разом з добривами та мультифункціональними препаратами доволі широке розповсюдження одержали деструктори целюлози. Ці препарати суттєво прискорюють мінералізацію органічних післяжнивних решток і тим самим поліпшують фізичний стан ґрунту з точки зору технологічності процесів його обробки та проведення сівби. Окрім того, деструктори включають у своїй формуляції гриби роду *Trichoderma*, які мають фунгіцидні властивості і пригнічують розвиток фітопатогенних організмів. Прискорення мінералізації відбувається вкрай швидко: впродовж 45 – 60 днів вже спостерігається помітний органічний результат.

Для виробничої практики одним з найважливіших умов якості обробки ґрунту, є кількість післяжнивних решток та їх фізичний стан. Якщо поверхня ґрунту має велику кількість крупних післяжнивних решток, то у переважній більшості випадків якісного обробітку досягти вкрай складно. Тому поруч з виконанням певних агрохімічних позитивних змін, деструктори сприяють також суттєвому поліпшенню якості обробітку ґрунту.

Всі препарати-деструктори пожнивних решток за походженням можна розділити на три умовні групи: 1) грибного походження; 2) бактеріального походження; 3) інші (гумати, мікроелементи, біологічно активні речовини).

Перша група базується на грибах роду *Trichoderma*. Найвищу целюлозолітичну активність грибів цього роду мають види *Trichoderma harziánum* та *Trichoderma reéseii*. Саме ці гриби здійснюють розкладання післяжнивних решток, але препарати цієї групи

включають в себе біологічно активні речовини, які активують діяльність грибів.

Друга група – це бактерії *Paenibacillus*, *Bacillus pseudomonas*, *Azotobacter* та бактерії – антагоністи шкідливої мікрофлори.

Третя група – це речовини, які самостійно не володіють целюлозолітичними властивостями, але суттєво підсилюють дію бактерій і грибів.

Сьогодні створено препарати, які водночас мають і бактеріальне, і мікроміцетне походження з включенням біологічно активних речовин.

Основним недоліком біодеструкторів як відзначають науковці, є їх послаблена дія в умовах недостатнього вологозабезпечення [23–25]. Але в цілому, навіть у посушливі роки дослідники відзначають доволі високий рівень ефективності цих речовин, особливо біодеструктору Целюлад, який вносять у дозі 2 л/га (табл. 7.16) [26].

Таблиця 7.16

Урожайність культури у короткоротаційній сівозміні залежно від застосування біодеструкторів, 2016р., т/га [409]

Культури	Без біодеструктора	Екостерн, 1,5 л/га	Целюлад, 2,0 л/га
Горох	3,44	3,91	3,96
Озима пшениця	4,46	4,91	5,13
Озимий ячмінь	3,76	3,94	4,07
Соняшник	2,57	2,69	2,73
Кукурудза	5,35	5,68	5,76

З результатів таблиці 7.16 видно, що прибавки урожаю від застосування біодеструкторів пожнивних решток є суттєвими.

На жаль ні в роботах [23–26], ні в інших джерелах автори не наводять даних, які б могли стати підґрунтям для розкриття механізму дії деструкторів. Тому виникла зацікавленість в проведенні досліджень для того, щоб прослідкувати за механізмом вливу біодеструкторів в умовах польових дослідів.

Роботу проведено впродовж 2015 – 2017 рр. у трьохфакторному польовому досліді за схемою:

Фактор А (біодеструктори)	Фактор В (період внесення)	Фактор С (азотне добриво)
Екостерн	влітку	без добрив
Біомінераліс	навесні	компенсаційний азот
Целюлад		

Для целюлозолітичної роботи бактерій мікроміцетів витрачається ґрунтовий азот, якого у пожнивних рештках озимої пшениці

(а саме вона була попередником соняшника) недостатньо. Тому, підставі фактичних даних урожайності пшениці озимої зробили такі розрахунки (табл. 7.17).

Таблиця 7.17.

Розрахунок виходу побічної продукції від озимої пшениці та компенсаційної дози азоту

Рік	Урожайність озимої пшениці, т/га				Рекомендовано азоту на 1т соломи, кг	Компенсаційна доза азоту, кг/га		
	зерно	солома	стерня	всього соломи		на соломі	на стерню	разом
2014	3,78	4,41	1,85	6,26	7	31	13	44
2015	3,14	4,05	1,52	5,57	7	28	11	39
2016	4,36	5,82	2,03	7,85	7	41	14	55

Норма 7 кг діючої речовини азоту на тону соломи запропонована молдавськими дослідниками [27].

Компенсаційна доза азоту визначалась лише у розрахунку на стерньові рештки і таким чином вона становила за роками досліджень 11 – 14 кг/га аби на полі залишалась вся солома озимої пшениці, то доза азоту коливалась би в межах 39 – 55 кг/га.

7.6.1. Біологічна активність та вміст азоту у ґрунті залежно від деструкторів целюлози

Перш за все було поставлено завдання вивчити рівень біологічної активності ґрунту залежно від деструкторів та часу їх застосування. Це дослідження було проведено за методикою льонових полотен, які закопували у ґрунт на глибину 30 см і через 45 днів робили облік ступеню їх розкладання (табл. 7.18).

Перш за все можна відзначити безумовне зростання біологічної активності ґрунту (перш за все шару 0 – 10 см) при внесенні деструкторів целюлози. За результатами встановлено, що: 1) більш активна дія деструкторів відзначається у шарі 0 – 10 см; 2) за внесення одразу після збирання урожаю озимої пшениці всі препарати активніше розкладають льонову тканину, ніж при застосуванні її у весняний період.

Таблиця 7.18.

Розкладання льонової тканини залежно від застосування деструкторів целюлози

Деструктор	Час внесення	Компенсацій-на доза азоту, кг/га	Початкова ма-са тканини, г	Маса тканини через 45 днів, г		% розкладан-ня тканини	
				0 – 10 см	10 – 30 см	0 – 10 см	10 – 30 см
1	2	3	4	5	6	7	8
Екостерн	20.08.2014	0	36,8	7,4	20,1	39,8	18,3
		13	36,8	8,0	21,2	35,0	13,8
	20.03.2015	0	36,8	10,1	21,5	17,9	12,6
		13	36,8	10,4	21,8	15,4	10,6
Біомінераліс	20.08.2014	0	36,8	6,9	10,7	43,9	19,9
		13	36,8	7,6	20,0	38,2	18,7
	20.03.2015	0	36,8	9,1	21,3	26,0	13,4
		13	36,8	9,4	21,7	23,6	11,8
Целюлад	20.08.2014	0	36,8	7,1	19,4	42,3	20,3
		13	36,8	7,8	19,8	36,6	19,5
	20.03.2015	0	36,8	10,0	20,3	18,8	17,5
		13	36,8	10,3	20,5	16,3	16,7
без деструктора		0	36,8	11,8	23,3	4,1	5,3
		13	36,8	12,0	23,5	2,4	4,5
Екостерн	25.08.2015	0	39,4	6,5	18,2	50,4	30,5
		11	39,4	6,4	18,0	51,1	31,3
	29.03.2016	0	39,4	8,3	17,8	36,6	32,1
		11	39,4	8,0	17,4	28,9	33,6
Біомінераліс	25.08.2015	0	39,4	7,1	18,0	45,8	31,3
		11	39,4	7,0	17,5	46,6	33,2
	29.03.2016	0	39,4	9,4	20,1	29,2	23,3
		11	39,4	9,3	23,6	29,0	21,4
Целюлад	25.08.2015	0	39,4	6,8	17,4	48,1	33,6
		11	39,4	6,9	17,3	47,3	34,0
	29.03.2016	0	39,4	8,1	16,9	38,2	35,5
		11	39,4	8,9	16,8	32,1	35,9
без деструктора		0	39,4	11,2	22,3	14,5	14,9
		11	39,4	30,9	22,4	16,8	14,5

Продовження таблиці 7.18.

1	2	3	4	5	6	7	8
Екостерн	17.08.2016	0	36,0	3,8	13,1	68,3	37,1
		14	36,0	4,0	13,1	66,7	37,1
	30.03.2017	0	36,0	9,7	15,7	19,2	34,6
		14	36,0	9,1	15,3	24,2	36,3
Біомінераліс	17.08.2016	0	36,0	3,3	11,9	72,5	50,4
		14	36,0	3,4	11,7	71,7	51,3
	30.03.2017	0	36,0	10,1	14,3	15,8	40,4
		14	36,0	9,5	14,0	20,8	41,7
Целюлад	17.08.2016	0	36,0	4,4	11,8	63,3	50,8
		14	36,0	3,8	11,4	68,3	52,5
	30.03.2017	0	36,0	8,7	13,0	27,5	45,8
		14	36,0	8,9	13,3	25,8	44,6
без деструктора		0	36,0	11,0	20,0	8,3	16,7
		14	36,0	10,7	20,1	10,8	16,3

Хоча навесні ґрунт має більш високий рівень вологості, проте в осінній період рівень розкладання льонової тканини був вищим. Температурний режим навесні має повільне наростання з 4 – 5 °С (під час внесення) і до 13 – 14 °С (через 45 днів). Восени навпаки, температура ґрунту зменшується від 20 – 25 °С (внесення деструкторів) до 15 – 17 °С (через 45 днів). Таким чином, саме температура ґрунту мала перевагу осіннього циклу роботи деструкторів над весняним.

В якості тенденції можна відзначити деякий спад біологічної активності ґрунту за внесення компенсаційної дози азоту. Особливо помітним цей спад був за першого року досліджень, але й надалі спостерігалась спорадична картина, яка мала місце у перший рік.

Без застосування деструкторів ґрунт мав низький рівень біологічної активності з коливанням по рокам від 2 – 5% до 10 – 17% розкладання льонової тканини. Що характерно, так це більша біологічна активність шару 10 – 20 см у порівнянні з 0 – 10 см, у той час як за внесення деструкторів, навпаки.

Друге питання, яке необхідно було вивчити в досліді, стосувалося вмісту азоту у ґрунті та його динаміки впродовж проведення польового дослідження. Саме азот вносили як компенсаторний фактор, він мав найвищий рівень мобільності по періодам. Цей елемент найбільш суттєво впливав на розвиток рослин соняшника. Результати аналізів по вмісту азоту наведені в таблиці 7.19.

Таблиця 7.19.

Вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті залежно від застосування деструкторів целюлози, мг/100г ґрунту

Деструктор	Компенсаційний азот	2014 – 2015 рр.				2015 – 2016 рр.				2016 – 2017 рр.			
		0 – 10 см		10 – 30 см		0 – 10 см		10 – 30 см		0 – 10 см		10 – 30 см	
		05.10	05.05	05.10	05.05	10.10	11.05	10.10	11.05	02.10	15.05	02.10	15.05
Екостерн	без азоту	1,92	2,81	1,76	1,81	3,01	2,94	2,64	2,51	3,02	3,01	2,84	2,78
	азот	2,26	3,24	1,89	1,98	3,41	3,06	2,90	3,00	3,52	3,47	2,98	2,88
Біомінераліс	без азоту	1,84	2,94	1,92	2,06	2,98	3,06	2,71	3,00	3,00	3,12	2,92	3,12
	азот	1,98	3,20	2,30	2,41	3,34	3,27	3,12	3,24	3,54	3,47	3,05	3,12
Целюлад	без азоту	1,96	2,79	2,01	2,22	3,00	2,78	2,78	2,96	2,79	3,02	2,99	3,01
	азот	2,30	3,09	2,31	2,60	3,60	3,51	3,12	3,07	3,13	3,15	3,15	3,32
Без деструкторів	без азоту	2,14	3,02	1,94	2,39	3,36	3,51	3,01	3,12	3,24	3,48	3,20	3,30
	азот	2,56	3,40	2,34	2,80	3,70	3,90	3,26	3,30	3,60	3,61	3,41	3,42

Дослідженнями встановлено, що деструктори целюлози помітно зменшують вміст легкогідролізованого азоту у ґрунті за рахунок активізації целюлозолітивної діяльності. Якщо проаналізувати за роками проведення дослідів, то у 2014 – 2015 рр. це зменшення становило 9,3%; у 2015 – 2016 рр. – 15,8%, а у 2016 – 2017 рр. – 11,3%. Внесення компенсаційного азоту зменшувало різницю, але все одно вона залишалась на користь варіантів без застосування деструкторів.

Таким чином, можна зробити висновок, що доза азоту 7 кг/т поживних решток не є достатньою, аби компенсувати витрати азоту на целюлозолітичну діяльність мікроорганізмів. Серед вивчених деструкторів Екостерн відрізняється найбільш активним використанням азоту, але це не завжди так: наприклад у 2016 – 2017 рр. більш активно працював Целюлад, а Біомінераліс мав середній рівень активності.

7.7. Вплив деструкторів целюлози на ріст і розвиток рослин соняшника

Найбільш важливим показником, який характеризує ефективність роботи деструкторів, є розвиток рослин. Одним з основних показників росту і розвитку рослин, що має пряму кореляцію з показниками врожайності є формування і функціонування листового апарату рослин (табл. 7.20).

Таблиця 7.20.

Площа листової поверхні соняшника залежно від застосування деструкторів целюлози (середні 2015 – 2017 рр.), тис. м²/га

Деструктор	Період застосування	Компенсаційний азот	Фаза вегетації			
			3-5 листків	початок формування кошика	цвітіння	формування насіння
Екостерн	літо	без азоту	2,8	18,4	29,8	21,2
		з азотом	3,1	21,0	33,0	22,2
	весна	без азоту	2,9	17,9	29,2	23,1
		з азотом	3,3	19,9	31,0	24,4
Біомінераліс	літо	без азоту	3,0	17,4	29,9	22,3
		з азотом	3,3	20,0	32,4	25,0
	весна	без азоту	3,4	18,5	37,7	23,8
		з азотом	3,6	20,3	29,9	25,2
Целюлад	літо	без азоту	2,9	20,0	30,1	22,2
		з азотом	3,2	21,6	34,4	24,0
	весна	без азоту	2,9	19,4	28,8	21,7
		з азотом	3,2	19,9	29,8	22,9
Без деструкторів		без азоту	3,1	18,8	29,8	19,7
		з азотом	3,5	20,0	31,4	21,4

У період критичної фази вегетації соняшника – цвітіння, максимальна площа листової поверхні формувалася у варіанті при застосуванні Целюлада з внесенням компенсаційної дози азоту. Тут вона досягла 34,4 тис. м²/га при застосуванні препарату влітку.

На фоні застосування препарату Екостерн площа листової поверхні у цій фазі була на 4,2% меншою, а на фоні з Біомінералісом – на 6,2%. Наприкінці вегетації краще візуально виглядали варіанти з весняним строком внесення препаратів, це є результатом дії високих температур у осінній період і більш повного розкладання органічних решток.

Для більш повної характеристики фотосинтетичної діяльності посіву соняшника наводимо розрахунки показників фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) залежно від біодеструкторів (таблиця 7.21).

Таблиця 7.21.

Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу залежно від застосування біодеструкторів, (середні за 2015 – 2017 рр.), тис. м²/га

Деструктор	Період застосування	Компенсаційний азот	Площа листя, тис.м ² /га		Середня площа, тис.м ² /га	Тривалість періоду, діб	ФП, тис.м ² /га днів	Приріст маси, т/га	ЧПФ, г/м ² за добу
			початок формування кошика	цвітіння					
Екостерн	літо	без азоту	18,4	29,8	24,1	29	699	2,1	3,00
		з азотом	21,0	33,0	27,0	29	783	2,9	2,81
	весна	без азоту	17,9	29,2	23,6	29	684	1,9	2,78
		з азотом	19,9	31,0	25,5	29	740	1,9	2,57
Біомінераліс	літо	без азоту	17,4	29,9	23,7	29	687	2,2	3,20
		з азотом	20,0	32,4	26,2	29	760	2,4	3,16
	весна	без азоту	18,5	27,7	23,1	29	670	1,8	2,69
		з азотом	20,3	29,9	25,1	29	728	1,9	2,61
Целюлад	літо	без азоту	20,0	30,1	25,1	30	753	2,0	2,66
		з азотом	21,6	34,4	28,0	30	840	2,2	2,62
	весна	без азоту	19,4	28,8	24,1	29	699	1,8	2,58
		з азотом	19,9	29,8	24,9	29	722	2,0	2,77
Без деструкторів		без азоту	18,8	29,8	24,3	28	680	1,8	2,64
		з азотом	20,0	31,4	25,7	29	745	1,9	2,55

Рівень ФП виключно залежав від середньої площі листової поверхні і найвищого значення досягав у більшості випадків при внесенні

деструкторів влітку з компенсаційними дозами азоту. Так, без азоту фотосинтетичний потенціал при внесенні всіх деструкторів дорівнював 705 тис. м²/га х днів, а з азотом – 785 тис.м²/га або на 11,3% більше.

Стосовно ЧПФ простежується перевага варіантів, в яких деструктори застосовували без внесення азоту. Це можна пояснити тим, що азот сприяв пріоритетному зростанню площі листя, яка при розрахунках ЧПФ стоїть у знаменнику і тому лише достатня різниця у прирості біомаси може компенсувати це зростання.

7.8. Продуктивність соняшника залежно від деструкторів целюлози

Облік урожаю показав, що застосування біодеструкторів целюлози дійсно має позитивний вплив на умови життя рослин соняшника і формування урожайності (табл. 7.22).

При загальній оцінці дії деструкторів, можна відзначити наявність стабільної прибавки урожаю. В середньому за роки досліджень ця прибавка становила від 40 до 180 кг/га насіння.

Таблиця 2.22.

Урожайність соняшнику залежно від застосування деструкторів целюлози, т/га

Деструктор (А)	Період застосування (В)	Компенсаційний азот (С)	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середня за 3 роки	Прибавка + до контролю
1	2	3	4	5	6	7	8
Екостерн	літо	без азоту	2,38	2,72	1,90	2,33	0
		з азотом	2,44	2,86	1,91	2,40	+0,07
	весна	без азоту	2,36	2,77	1,99	2,37	+0,04
		з азотом	2,50	2,90	2,12	2,51	+0,18
Біомінераліс	літо	без азоту	2,33	2,82	2,01	2,39	+0,06
		з азотом	2,44	3,00	2,07	2,50	+0,17
	весна	без азоту	2,40	2,77	2,02	2,40	+0,07
		з азотом	2,41	2,91	20,5	2,46	+0,13
Целюлад	літо	без азоту	2,40	2,80	1,92	2,44	+0,11
		з азотом	2,58	2,90	1,98	2,49	+0,16
	весна	без азоту	2,35	2,77	2,02	2,38	+0,05
		з азотом	2,39	2,81	2,07	2,42	+0,09

1	2	3	4	5	6	7	8
Без деструкторів (контроль)		без азоту (контроль)	2,40	2,69	1,91	2,33	0
		з азотом	2,45	2,76	1,98	2,40	+0,07
НІР _{0,05} т/га	А		0,11	0,10	0,12	-	-
	В		0,07	0,13	0,14	-	-
	С		0,14	0,09	0,11	-	-
	АВС		0,17	0,16	0,18	-	-

Але якщо вибрати лише ті випадки, коли різниця перетинала межу істотності, то це спостерігалось лише 5 разів: випадок перший – весняне внесення Екостерну з компенсаційним азотом; випадок другий і третій – внесення Біомінералісу влітку і навесні з азотом; випадок четвертий і п'ятий – внесення Целюладу лише влітку як з азотом, так і без азоту. Відповідно результатів досліджень видно, що позитивна дія деструкторів на статистично доказовому рівні проявляється лише за внесення влітку разом з компенсаційними дозами азоту – 10 – 15 кг/га. Випадок третій – весняне внесення Біомінералісу (прибавка складає 0,13 т/га); четвертий (прибавка від Целюлада без азоту складає 0,14 т/га) – це є виключенням, які потребують додаткового ретельного вивчення.

Якщо порівнювати не з контрольним варіантом без азоту, а саме з азотом, то результати цього порівняння на користь деструкторів виглядають ще скромніше: у 2015 р. лише 1 випадок при внесенні Целюладу з азотом влітку (0,13 т/га); у 2016 найбільш вологому році перевага деструкторів (з прибавкою від 0,14 до 0,24 т/га) проявлялась 4 рази; а у 2017 посушливому році лише за весняного внесення Екостерну з азотом дало прибавку 0,14 т/га.

Таким чином, можна констатувати наявність позитивного ефекту перш за все у роки з добрим вологозабезпеченням. У роки середні за умовам зволоження (2015 р.) та у посушливі (2017 р.) гарантувати зростання урожаю неможливо, хоча певна ймовірність існує (рис. 7.6).

Як бачимо, лише тричі прибавки розташовані за лінією достовірності, з яких 2 досягнуті за внесення компенсаційної дози азоту і 1 – без азоту.

Необхідно відзначити можливість використання деструкторів, як фактора для поліпшення умов життя рослин, але в подальшому доцільно вивчити й післядію деструкторів на посіви культур наступного року.

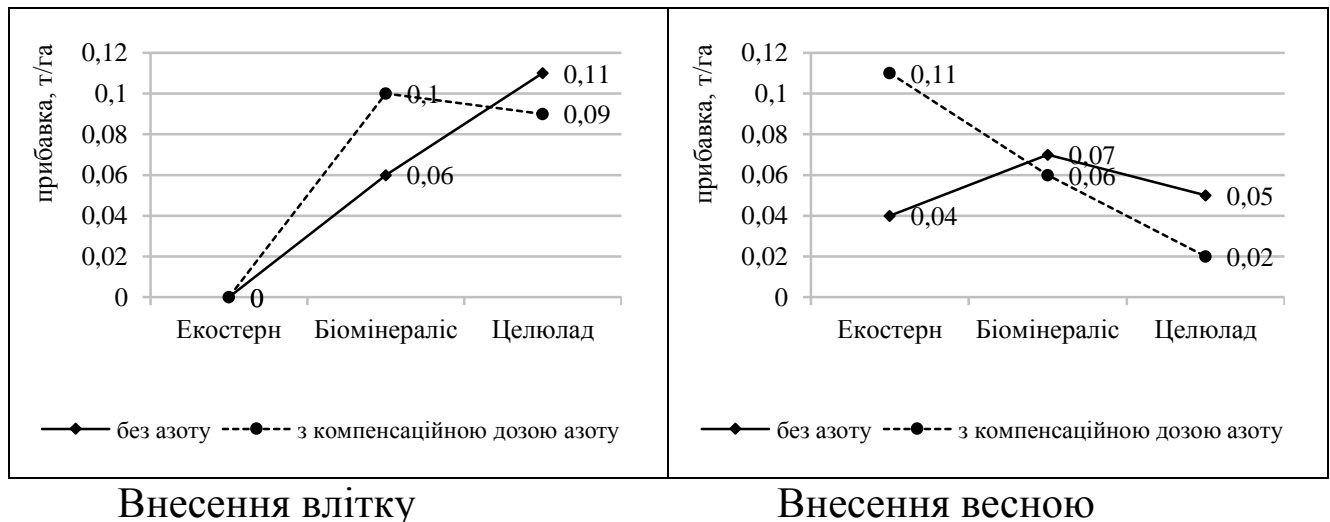


Рис. 7.6. Залежність рівня прибавки урожаю соняшнику від де-структорів і часу їх застосування, (середні за 2015 – 2017 рр.), т/га

Таким чином, проведені нами дослідження дозволили стверджувати наступне. Застосування мінеральних добрив і багатофункціональних препаратів активує ростові процеси рослин соняшника і збільшує площу їх листової поверхні на 8 – 12%. При цьому особливо важливого значення набуває пролонгація роботи листового апарату на 4 – 5 днів. За рахунок подовження у часі міжфазних періодів. Саме тому розмір фотосинтетичного потенціалу зростає у максимумі на 36%. Щодо чистої продуктивності фотосинтезу, то спостерігається зворотна картина: добрива і препарати зменшують ЧПФ на 4 – 17%, що є ознакою екстенсивного типу зростання урожаю біомаси.

Застосування мультифункціональних рістрегулюючих препаратів уповільнює процеси припинення фотосинтетичної діяльності рослин і, таким чином, збільшує тривалість роботи фотосинтетичного апарату. Особливо ефективним у цьому відношенні є препарат Хелафіт Комбі, який сприяв збережено 6,6% всього листя зеленим, тоді, коли на контрольному варіанті вся листова поверхня вже була сухою. Решта препаратів мали аналогічну дію, але рівень її був суттєво нижчим.

Головним позитивним аспектом від застосування препаратів є висока їх ефективність по нагромадженню хлорофілу в листках соняшника: Вуксал підвищує вміст хлорофілу на 21,4%; препарат Фітомаре на 36,5% і Хелафіт Комбі – на 35,7%. У комбінації з внесенням добрив зростання вмісту хлорофілу від препаратів досягає у максимумі 73,2%. У цьому відношенні більш ефективним був турецький препарат Фітомаре. Водночас, із кількісною ефективністю, препарати і добрива покращують якість хлорофілу, збільшуючи відношення

фракції «а» до фракції «в» з 2,26 (у контрольному варіанті – без добрив) до 4,01 (N₃₀P₄₅ + Хелафіт Комбі).

Завдяки вмісту цитокинінів препарати не тільки сприяють формуванню більшої кореневої маси, але й підвищують продуктивність роботи коренів: Вуксал – на 5 – 6,8%; Фітомаре – на 6,1 – 10,5% та Хелафіт Комбі – на 13,2 – 14,9%.

Застосування добрив і препаратів посилює водопоглинання рослин і, таким чином, призводить до зростання загального водоспоживання на 4 – 6%. Ще на таку ж величину водоспоживання зростає за рахунок пролонгації роботи листового апарату і, таким чином, сумарно рослини цих варіантів споживають до 3070 м³/га води у порівнянні з контролем, де цей показник становив 2838 м³/га. Але питоме водоспоживання добрива і препарати зменшили з 394 до 346 м³/т сухої біомаси, тобто на інтенсивному фоні соняшник більш економно витрачає вологу для створення одиниці урожаю.

У середньому за 4 роки проведення досліджень максимальний рівень урожайності соняшника досягнув на фоні N₆₀P₉₀ у комбінації з препаратом Хелафіт Комбі (на 0,45 т/га вище, ніж у контролі без добрив і препаратів).

Окремим пунктом ми відзначаємо, що при зростанні дози добрив з N₃₀P₄₅ до N₆₀P₉₀ їх ефективність знижується (прибавка над контролем меншої дози становить 0,14 т/га, а більшої – лише 0,19 т/га). Мультифункціональні препарати здатні подолати цю негативну тенденцію і збільшити урожайність соняшника, відтак, у комбінації добрива N₆₀P₉₀ + Хелафіт Комбі перевищив контроль на 0,45 т/га, а окремо добрива – на 0,19 т/га і Хелафіт Комбі – на 0,22 т/га. Тут чітко простежується синергізм, який відкриває можливість і доцільність застосування при вирощуванні соняшника високих без мінеральних добрив.

Мінеральні добрива помітно зменшують олійність насіння і таким чином збір олії з гектара має тенденцію до зниження. У досліді зменшення жиру у сім'яках за внесення N₃₀P₄₅ становило 1,9%, а N₆₀P₉₀ – 3,1%. Виявилось, що препарати мають компенсаційну дію, яка нівелює негативний вплив добрив і вміст жиру досягає, а інколи і перевищує контрольний варіант.

Деструктори целюлози істотно посилюють мікробіологічну діяльність ґрунтової мікрофлори, результатом чого є прискорення розкладання льонової тканини у чотири рази. Повнота розкладання тканини у вологі роки суттєво більша, ніж у звичайні посушливі. Серед вивчених препаратів кращі показники за біологічною активністю ґрунту показав Біомінераліс при внесенні його влітку. Компенсаторна доза

азоту (11 – 14 кг/га) дещо гальмує активність мікроорганізмів, але у порівнянні з контролем все одно спостерігається активація процесів.

З точки зору розвитку рослин позитивно відзначились всі препарати, але лише у разі їх використання з компенсаційним азотом. Так, у середньому за 3 роки досліджень площа листя від застосування деструкторів у фазі цвітіння зростає: від Екостерну – 1,6 тис.м³/га; від Біомінералісу – на 1,0 тис.м³/га; від Целюладу – на 2,0 тис.м³/га.

За розрахунковими показниками фотосинтетичної діяльності (фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу) від варіанти дослідів мали близькі показники і помітної переваги не було зафіксовано.

Облік урожайності показав, що на фоні внесення деструкторів пожнивних решток спостерігався загальний ріст урожайності соняшнику, але цей ріст у більшості випадків, не є математично доказаним. Кращі результати одержано у 2015 р. за використання Целюладу (прибавка врожайності склала 0,13 т/га), у 2016 р. всі препарати показали достовірну прибавку (0,14 – 0,24 т/га), а у 2017 році лише весняне внесення Екостерну забезпечило прибавку 0,14 т/га.

При проведенні аналізу ефективності деструкторів целюлози треба врахувати не лише пряму дію, а й післядію на наступну культуру.