

УДК 633.854.78:631.86:631.559(477.7)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.17>

ВПЛИВ РІВНІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА НА ФОРМУВАННЯ РІЗНИХ РЕЖИМІВ ҐРУНТУ В НЕЗРОШУВАНИХ УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Лаєрись В.Ю. – д.філос.,

асистентка кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Котовська Ю.С. – асистентка кафедри лісового

та садово-паркового господарства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати досліджень особливостей формування водного, поживного та мікробного режимів ґрунту в посівах гібридів соняшника середньоранньої екологічної групи PR64F66 F1 і Типса F1 за різних рівнів біологізації зональної сортової технології вирощування в умовах південного Степу України: традиційної інтенсивної, екстенсивної мінімальної, органічної та двох рівнів біологізованої. Встановлено залежність скорочення середньодобового споживання ґрунтової вологи за застосування елементів біологізації: за інтенсивної технології вирощування 1 га посіву за добу споживав в середньому 10,1 т води, за біологізованої I це споживання скоротилося до 9,1 т, за біологізованої II – до 8,9 т, а найбільш економне споживання було за органічної технології вирощування – 8,6 т/га/добу. Варіант екстенсивної технології вирощування за середньодобовим споживанням вологи не відрізнявся від контрольного варіанту і склав, в середньому, 10,1 м³/га/добу. За обома гібридами культури мінімальне значення коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки проведення дослідження нами відмічено за органічної технології вирощування культури – відповідно 407 і 423 м³/т сухої речовини, а найменш економне споживання активної вологи на формування біомаси було зафіксоване за варіантом екстенсивної технології вирощування – 523 і 624 м³/т відповідно. Варіанти із застосуванням елементів біологізації системи мінерального живлення характеризувалися істотно вищою ефективністю та економністю споживання ґрунтових запасів азоту – в середньому за фактором A, інтенсивність втрати ґрунтових запасів доступного азоту в орному шарі за вегетацію культури склала: у варіанті традиційної інтенсивної технології – з 3,99 до 1,58 мг/100 г (використано 60,4%), біологізованої I – з 1,94 до 1,25 мг/100 г (36,6%), біологізованої II – з 3,91 до 1,81 мг/100 г (53,7%), органічної – з 1,82 до 1,31 мг/100 г (28,0%), а екстенсивної – з 1,51 до 0,70 мг/100 г (53,7%); рухомого фосфору відповідно: традиційна інтенсивна технологія – з 7,63 до 5,71 мг/100 г (використано 25,2%), біологізована I – з 6,29 до 5,57 мг/100 г (14,5%), біологізована II – з 7,67 до 5,44 мг/100 г (29,1%), органічна – з 6,20 до 5,29 мг/100 г (14,7%) і екстенсивна – з 7,62 до 6,11 мг/100 г (19,8%). Впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшника як загальна заселеність орного шару ґрунту дослідної ділянки, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш принциповими групами істотно зменшувалися у порівнянні з варіантами, де реалізовувалися окремі елементи біологізації чи їх комплексне застосування (органічна технологія вирощування) на 6,1–40,9%.

Ключові слова: соняшник, гібриди середньостиглої групи, рівні біологізації, органічна технологія вирощування, водоспоживання, внос елементів мінерального живлення, мікробіологічна активність ґрунту.

Zhuikov O.H., Lavrys V.Yu., Kotovska Ju.S. The influence of levels of biologization of sunflower cultivation technology on the formation of different regimes of soil in non-irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of studies of the peculiarities of the formation of water, nutrient and microbial regimes of the soil in the sowing of sunflower hybrids of the mid-early ecological group PR64F66 F1 and Tunca F1 at different levels of biologization of zonal varietal cultivation technology in the conditions of the southern Steppe of Ukraine: traditional intensive, extensive minimal, organic and two levels biologized. The dependence of the reduction of the average daily consumption of soil moisture due to the use of biologization elements was established: with intensive cultivation technology, 1 hectare of crops consumed an average of 10.1 tons of water per day, with biologic I this consumption decreased to 9.1 t, with biologic II – to 8.9 t, and the most economical consumption was for organic cultivation technology – 8.6 t/ha/day. The option of the extensive cultivation technology did not differ from the control option in terms of average daily moisture consumption and was, on average, 10.1 m³/ha/day. For two culture hybrids, the minimum value of the water consumption coefficient on average over the years of the research was noted by us for the organic technology of crop cultivation – 407 and 423 m³/t of dry matter, respectively, and the least economical consumption of active moisture for the formation of biomass was recorded for the option of extensive cultivation technology – 523 and 624 m³/t, respectively. Variants with the use of elements of biologization of the mineral nutrition system were characterized by significantly higher efficiency and economy of consumption of soil nitrogen reserves – on average, according to factor A, the intensity of loss of soil reserves of available nitrogen in the arable layer during the growing season of the crop was: in the variant of traditional intensive technology – from 3.99 to 1.58 mg/100 g (60.4% used), biologized I – from 1.94 to 1.25 mg/100 g (36.6%), biologized II – from 3.91 to 1.81 mg/100 g (53.7%), organic – from 1.82 to 1.31 mg/100 g (28.0%), and extensive – from 1.51 to 0.70 mg/100 g (53.7%); of mobile phosphorus, respectively: traditional intensive technology – from 7.63 to 5.71 mg/100 g (25.2% used), biologized I – from 6.29 to 5.57 mg/100 g (14.5%), biologized II – from 7.67 to 5.44 mg/100 g (29.1%), organic – from 6.20 to 5.29 mg/100 g (14.7%) and extensive – from 7.62 to 6.11 mg/100 g (19.8%). During the growing season, under the conditions of the application of intensive sunflower cultivation technology, both the total population of the arable soil layer of the experimental site and the number of microflora according to individual most fundamental groups significantly decreased compared to the options where individual elements of biologization were implemented or their complex application (organic cultivation technology) on 6.1–40.9%.

Keywords: sunflower, hybrids of the mid-ripening group, biologization levels, organic growing technology, water consumption, removal of mineral nutrition elements, soil microbiological activity.

Постановка проблеми. Характерною особливістю сучасних агрофітоценозів усіх без винятку агрозон України є все більш прогресуюча експансія маржинальних культур, за якою на перший план сільгосптоваровиробниками виносяться саме економічні показники господарювання, екологічні ж аспекти або взагалі не беруться до уваги, або в кращому випадку розглядаються за залишковим принципом [23, с. 24]. У цьому сенсі ситуація, що склалася в державі з виробництвом соняшнику, вже давно перейшла зі стадії явища, що викликало занепокоєння фахівців, у проблему загальнонаціонального масштабу [22, с. 30]. Тому її розв'язання (зменшення пресингу на агроландшафти за одночасного збереження показників ефективності господарсько-економічної діяльності) є перспективним та актуальним завданням дослідників [1, с. 77]. Беручи до уваги вищенаведене, процес біологізації виробництва соняшнику чи взагалі переведення певної частки його посівних площ на «органічні рейки» нам убачається сьогодні майже безальтернативним способом вирішення тієї «патової» ситуації, що склалася на вітчизняному ринку сільськогосподарської продукції [2, с. 25; 11, с. 42].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Треба зазначити, що ця проблема не залишає байдужим світовий і вітчизняний науковий загал, проблемі біологізації виробництва соняшнику останнім часом присвячено значну кількість наукових

досліджень і публікацій закордонних та українських фахівців [3, с. 183; 4, с. 2]. Своєрідним «трендом» зазначених праць є те, що все частіше дослідники намагаються розв'язати проблему комплексно, тобто з урахуванням не лише несприятливих біотичних факторів агроценозу (шкідники, фітопатогени, бур'яни), а й абіотичних чинників – передусім гідротермічних [6, с. 40; 7, с. 4; 9, с. 2]. І ця тенденція однаково чітко спостерігається й під час аналізу презентацій новинок компаній-виробників засобів захисту рослин, у портфоліо яких усе частіше з'являються препарати органічного походження, що не лише виконують суто пестицидну функцію, а й мають властивості імуномодуляторів, термопротекторів, регуляторів росту, цитокінінів тощо [5, с. 35; 8, с. 56]. За допомогою сучасних біологічно активних речовин природного походження у виробничій умовах можливо не лише збільшувати продуктивність гектару посіву соняшнику, а й істотним чином впливати на якісні показники врожаю. Як свідчать результати сучасних наукових розробок і практика їх виробничого впровадження, сьогодні є абсолютно реальна можливість скоротити площі посіву соняшнику в зоні Південного Степу на 17–20% без зниження валових зборів насіння [10, с. 1; 12, с. 114]. Аналіз наукової періодики із зазначеної проблеми свідчить, що більшість дослідників надають перевагу фрагментарному вивченню окремих елементів біологізації технології вирощування соняшнику (використання біофунгіцидів, органічних добрив, мінімалізація застосування або повна відмова від окремих видів мінеральних туків, зменшення їх доз і норм, перегляд способів застосування, залучення до технології вирощування біологічно активних речовин органічної природи тощо) [13, с. 67]. Друга група вчених дотримується іншої концепції: декларує науково обґрунтовану насиченість культурою агрофітоценозів (15–16%) без принципового перегляду зональної технології вирощування в бік залучення до неї елементів біологізації [14, с. 29]. Залучення у технологію вирощування соняшника елементів, спрямованих на оптимізацію факторів життєдіяльності рослин (і елементи біологізації в цьому аспекті не є виключенням), має за мету трансформацію базисних екологічних чинників, що формують підсумковий показник насінневої продуктивності. Зокрема, в умовах Південного Степу на перший план з них виходять водний, поживний, мікробіологічний режими ґрунту фітосанітарний стан агроценозу [15, с. 1; 16, с. 3; 20, с. 18]. І якщо на показники поживного режиму орного шару, вміст в ньому корисної та патогенної ґрунтотриваючої мікрофлори, загальну фітосанітарну картину посіву сучасні біологічні препарати мають прямий і дієвий вплив, то на формування витратної частини водного балансу цей вплив має опосередковану природу.

Постановка завдання. З метою розроблення зональної органічної технології вирощування соняшнику до завдань наукового дослідження входило встановити основні особливості формування водного режиму метрового шару ґрунту в залежності від факторів досліду, дослідити закономірності споживання рослинами культури макроелементів мінерального живлення з орного шару в залежності від гібриду та технології його вирощування, визначити ефективність елементів біологізації технології вирощування соняшнику щодо їх впливу на динаміку чисельності основних груп ґрунтотриваючої мікрофлори орного шару дослідної ділянки. Реалізація поставлених завдань здійснена шляхом закладання двофакторного польового досліду в умовах ДПДГ «Піонер» Бериславського району Херсонської області на площі 2,4 га впродовж 2020–2023 років. Фактор А (гібрид соняшнику) представлений двома варіантами: PR64F66 F1 селекції компанії Pioneer і Tunca F1 селекції компанії Limagrain, фактор В (технологія вирощування): традиційна (інтенсивна) – контроль, екстенсивна (мінімальна), біологізована І, біологізована

II та органічна технологія. Спосіб закладання досліду – розщепленими блоками із частковою рендомізацією, повторність досліду – чотириразова.

Характеристика варіантів досліду (фактор В):

– традиційна інтенсивна зональна технологія вирощування – рекомендована оригінатором технологія вирощування для умов Південного Степу України з використанням мінеральних добрив і хімічних ЗЗР, спрямована на максимальну реалізацію генетичного потенціалу гібриду;

– біологізована I – інтенсивна технологія, в якій в системі догляду за рослинами мінеральні добрива були замінені біологічними добривами, що дозволені для використання в практиці органічного землеробства. В якості органічного добрива використовувався багатофункціональний препарат ТМ «Еко-Рост»;

– біологізована II – інтенсивна технологія, в якій в системі догляду за рослинами хімічні фунгіциди та інсектициди були замінені біологічними препаратами, що дозволені для використання в практиці органічного землеробства, а гербіциди – механічними операціями боротьби із бур'янами. В якості біологічного фунгіцидного препарату застосовувалися препарати ТМ «ENZIM-Agro» Гаубсин-FORTE та Viridin (Триходермін). В якості біологічного інсектицидного препарату застосовувалися інсекто-акарициди ТМ «ENZIM-Agro» Ентоцид (Метаризин) і Актарофіт;

– органічна – технологія, в якій система догляду за посівами базувалася виключно на застосуванні біологічних препаратів (як добрив, так і пестицидів);

– екстенсивна (мінімальна) – технологія вирощування культури, в якій система догляду за посівами представлена лише механічними операціями боротьби із бур'янами без застосування хімічних та біологічних добрив і ЗЗР.

Агротехніка в дослідях, за умови, якщо зазначена технологічна операція або її градація не являли собою фактор, що вивчався згідно схеми досліду, мала наступний вигляд: попередником була озима пшениця, після збирання якої проводилося дискування на глибину 10–12 см БДТ-7, оранка ПЛН-5-35 (22–24 см), вирівнювання зябу КПЕ-3,8 (8–10 см), двократна передпосівна культивування агрегатом «Comractor S» фірми Lemken. Збирання врожаю проводилося прямим комбайнуванням за повної стиглості насіння самохідним зернозбиральним комбайном John Deere 9660STS.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження динаміки показника, що є базисним для подальшого формування водоспоживання одиниці площі посіву культури та взагалі приходної частини водного балансу соняшникового клину – вологості метрового шару ґрунту, дає підстави стверджувати, що з моменту утворення сходів культури і до фази V справжнього листка він не мав істотної залежності від факторів досліду і змінювався синхронно за всіма варіантами гібридів культури і рівнів біологізації технології її вирощування. Починаючи із зазначеної фенологічної фази, нами відмічена закономірність, згідно якої зменшення показника вологості ґрунту в шарі 0–100 см відбувалося інтенсивніше у варіантах традиційної інтенсивної та екстенсивної (мінімальної) технології вирощування за обома варіантами гібридів культури. На момент початку фази «утворення кошика» в досліді нами не відмічено суттєвої різниці за жодним із факторів за показником вологості ґрунту в метровому шарі. В подальшому, ця різниця стала очевидною: вміст активної вологи в ґрунті під рослинами на варіантах часткової біологізації (біологізована I та II) та повної біологізації (органічна) технології вирощування був істотно вищим, ніж за варіантами інтенсивної та екстенсивної технології вирощування. (рис. 1, 2).

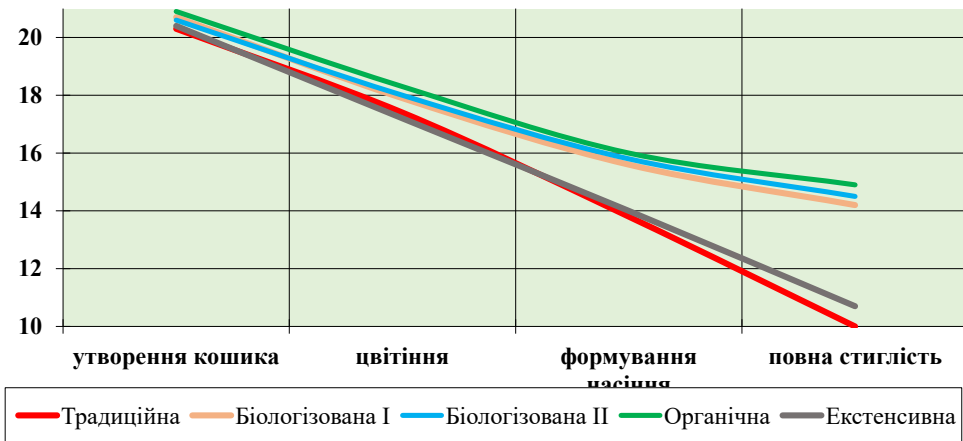


Рис. 1. Динаміка вологості ґрунту в шарі 0–100 см посіву соняшника Типса F1 в другу половину вегетаційного періоду залежно від технології вирощування, %

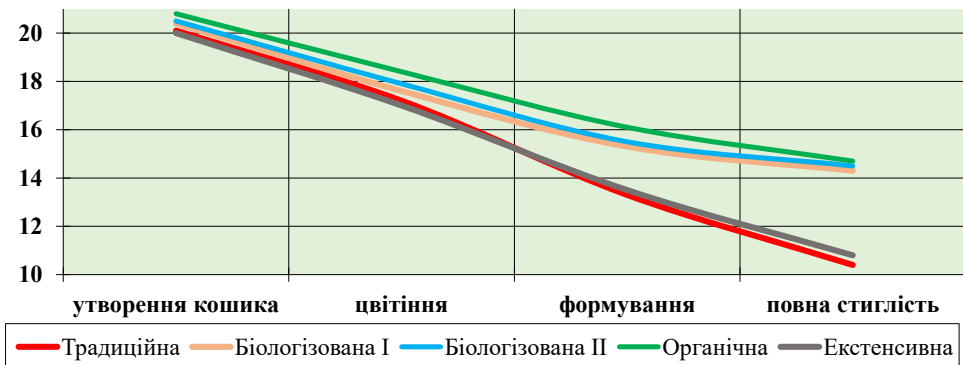


Рис. 2. Динаміка вологості ґрунту в шарі 0–100 см посіву соняшника PR64F66 F1 в другу половину вегетаційного періоду залежно від технології вирощування, %

Особливо істотної різниці він набув у фінальній фазі проведення спостереження – формування та повної стиглості насіння. Так, на момент біологічної стиглості культури в середньому за фактором А вологість метрового шару ґрунту дослідної ділянки складала: традиційна інтенсивна технологія – 13,9%, біологізована I – 14,3%, біологізована II – 14,5%, органічна – 14,8%, екстенсивна мінімальна – 13,1%.

Проте, робити висновок про реальний стан вологозабезпеченості ґрунту, керуючись виключно його вологістю, було б не вірно. Як на нас, треба брати до уваги також і запас в ньому саме продуктивної вологи, що являє собою різницю між загальним і «мертвим» запасами (табл. 1).

Згідно наших досліджень, запаси продуктивної ґрунтової вологи в шарі 0–100 см в першу половину вегетації культури (до фази «початок утворення кошика» включно) не мали істотної залежності ні від гібриду соняшника, ні від технології вирощування, що реалізувалася в тому чи іншому варіанті дослідів.

Починаючи з фази «цвітіння», в досліді відмічений наступний характер залежності: динаміка втрати метровим шаром ґрунту активної вологи була істотно інтенсивнішою за контрольного варіанту (традиційна інтенсивна технологія) та варіанту із застосуванням екстенсивної (мінімальної) технології вирощування культури.

Таблиця 1
Динаміка вмісту продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту посіву соняшника залежно від технології вирощування, м³/га

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури					
		«сходи»	«1 пара листіків»	«утворення кошика»	«цвітіння»	«формування насіння»	«повна стиглість»
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	1294	1243	1194	305	242	175
	Біологізована I	1294	1245	1197	313	273	249
	Біологізована II	1294	1245	1200	315	277	254
	Органічна	1294	1247	1199	321	280	261
	Екстенсивна	1294	1248	1190	301	245	187
Tunca F1	Традиційна – контроль	1294	1241	1198	301	233	182
	Біологізована I	1294	1244	1199	308	268	250
	Біологізована II	1294	1246	1202	313	271	254
	Органічна	1294	1247	1205	322	282	257
	Екстенсивна	1294	1242	1190	298	236	189
НІР ⁰⁵ ММ	для середніх (головних) ефектів	А-30,7; В-29,4					
	для часткових відмінностей	А-12,2; В-28,0					

Варіанти із застосуванням елементів біологізації характеризувалися істотно меншою інтенсивністю втрати запасів вологи метровим шаром: так, на момент припинення вегетації культури, середні запаси вологи в шарі 0–100 см за варіантом біологізованої I технології склали 250 м³/га, біологізованої II – 254 м³/га і органічної 259 м³/га проти 179 м³/га і 188 м³/га за інтенсивної та екстенсивної технологій вирощування в середньому за фактором досліду А (табл. 1).

Завдяки потужній кореневій системі, соняшник здатний поглинати вологу з глибини до 1,8–2,0 м, відтак нами спостерігалось суттєве зневоднення метрового шару ґрунту. Так, за варіантом інтенсивної технології вирощування початкові запаси активної вологи, сформовані на період отримання сходів, на момент повної стиглості насіння були вичерпані на 86,2%, біологізованої I – на 80,7%, біологізованої II – на 80,4%, органічної – на 80,0% і екстенсивної – на 85,5%.

Проте, як на нас, більш об'єктивним показником, що дає можливість аналізувати економічність споживання активної ґрунтової вологи рослинами культури, є її середньодобові витрати. В таблиці 2 нами наведені результати розрахунку зазначеного показника за варіантами досліду.

Показник середньодобового споживання ґрунтової вологи рослинами соняшника, наведений вище, звісно має певною мірою умовний характер, адже мало

враховує надходження до ґрунтового профілю вологи атмосферних опадів, втім його достатньо для виокремлення загальної тенденції стосовно залежності споживання культурою вологи з ґрунту від рівня біологізації технології вирощування. Якщо даний показник не мав істотної залежності від фактору А, то за фактором В нами була відмічена залежність скорочення споживання ґрунтової вологи за застосування елементів біологізації: якщо за інтенсивної технології вирощування 1 га посіву за добу споживав в середньому 10,1 т води, то за біологізованої І це споживання скоротилося до 9,1 т, за біологізованої ІІ – до 8,9 т, а найбільш економне споживання було за органічної технології вирощування – 8,6 т/га/добу. Варіант екстенсивної технології вирощування за середньодобовим споживанням вологи не відрізнявся від контрольного варіанту і склав, в середньому, 10,1 м³/га/добу.

Таблиця 2

**Середньодобове споживання вологи рослинами соняшника
за варіантами досліді**

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Запас активної вологи, м ³ /га		Загальні витрати вологи, м ³ /га	Тривалість вегетації, діб	Середньодобове споживання, м ³ /га/добу
		«сходи»	«повна стиглість»			
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	1294	175	1119	111	10,1
	Біологізована І	1294	249	1045	115	9,1
	Біологізована ІІ	1294	254	1040	118	8,8
	Органічна	1294	261	1033	121	8,5
	Екстенсивна	1294	187	1107	109	10,2
Tunca F1	Традиційна – контроль	1294	182	1112	109	10,2
	Біологізована І	1294	250	1044	114	9,2
	Біологізована ІІ	1294	254	1040	115	9,0
	Органічна	1294	257	1037	119	8,7
	Екстенсивна	1294	189	1096	108	10,1

Критеріями, за якими доцільно проводити найбільш об'єктивне порівняння варіантів досліді за ефективністю використання найбільш лімітуючого фактору зони вирощування – активної вологи, є, як відомо, розрахункові показники сумарного водоспоживання та коефіцієнту водоспоживання соняшника. Саме останній з них дозволяє аналізувати рівень питомих витрат вологи на утворення одиниці сухої біомаси культурою. Нашими дослідженнями встановлено, що застосування елементів біологізації в технології вирощування соняшника істотним чином показник коефіцієнту водоспоживання культури за двома варіантами гібриду культури. Так, і за варіантом гібриду Tunca F1, і за варіантом гібриду PR64F66 F1 мінімальне значення коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки проведення дослідіження нами відмічено за органічної технології вирощування культури – відповідно 407 і 423 м³/т сухої речовини, а найменш економне споживання активної вологи на формування біомаси було зафіксоване за варіантом екстенсивної технології вирощування – 523 і 624 м³/т відповідно (табл. 3).

Таблиця 3

**Складові водного балансу метрового шару ґрунту в посіві соняшника
залежно від факторів досліджу**

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Волога ґрунтових запасів, м ³ /га	Волога опадів за період, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Врожайність сухої біомаси, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	1119	2037	3156	6,04	523
	Біологізована I	1045	2042	3087	7,34	421
	Біологізована II	1040	2042	3082	7,27	424
	Органічна	1033	2042	3075	7,56	407
	Екстенсивна	1107	2037	3144	5,26	598
Tunca F1	Традиційна – контроль	1112	2037	3149	5,89	534
	Біологізована I	1044	2042	3086	7,11	434
	Біологізована II	1040	2042	3082	7,03	438
	Органічна	1037	2042	3079	7,28	423
	Екстенсивна	1096	2037	3133	4,94	634

В цілому, в середньому за фактором А, показник коефіцієнту водоспоживання соняшника мав наступний графічний вигляд (рис. 3).

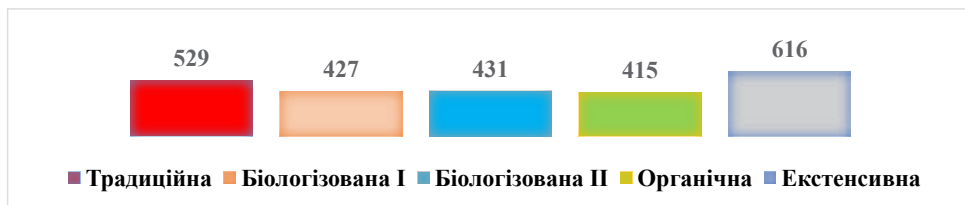


Рис. 3. Коефіцієнт водоспоживання соняшника залежно від технології вирощування, м³/т сухої біомаси

Так, у порівнянні із контрольним варіантом традиційної інтенсивної технології вирощування культури, варіант біологізованої I технології, за якої синтетичні мінеральні добрива були замінені добривами органічними, характеризувався на 19,3% економнішим споживанням води на формування одиниці сухої біомаси, варіант біологізованої II технології (заміна хімічних пестицидів на органічні препарати для захисту) – на 18,5% економнішим споживанням, органічна технологія (застосування виключно біологічних добрив та пестицидів) виявилася більш ефективною в сенсі водоспоживання на 21,5%, а екстенсивна зумовила зростання показника коефіцієнту водоспоживання на 16,5% у порівнянні з контролем.

Суттєвим стримуючим фактором, що стоїть на заваді більш інтенсивного впровадження принципів біологізації у сучасне землеробство, є певний «психологічний бар'єр» більшості сільгосптоваровиробників у питанні відмови в системі мінерального живлення культури від певної кількості мінеральних туків і заміни їх

біологічними (органічними) добривами [17, с. 185; 21, с. 12]. Проте, рядом вітчизняних і закордонних науковців доведено, що застосування біологізованих методів побудови системи живлення соняшника за рахунок залучення до технології його вирощування мікробіологічних добрив, що здатні переводити іммобілізовані та важкодоступні форми макроелементів ґрунтових запасів у високолабільний стан, хелатованих комплексних мікродобрив, що містять разом із макроелементами цілий спектр мезо- та мікроелементів, і характеризуються кумулятивною дією та майже 100% засвоєнням, дозволяє докорінно переглянути принципи побудови системи мінерального живлення [18, с. 129].

Сучасні біологізовані технології вирощування соняшника базуються на суттєвому (до 50–60%) переведенні системи живлення культури з мінеральних туків, для котрих є характерним високий вміст баластних речовин, недостатній ступінь засвоєння кореневою системою рослин, істотні втрати діючої речовини до моменту поглинання ГПК тощо, на біологічні мультифункціональні добрива [19, с. 132].

Стосовно повної (100% від норми) відмови від застосування мінеральних туків у технології вирощування культури на користь виключно органічних добрив, біопрепаратів, хелатних мікрокомплексів, то науково підтверджених позитивних результатів такого технологічного рішення в науковій літературі, наразі, не зустрічається. Відтак, нами в наших дослідженнях за першочергову мету було проаналізувати зміну показників поживного режиму орного шару ґрунту за різних сценаріїв застосування як мінеральних, так і біологічних добрив та їх взаємодії з комплексними багатофункціональними препаратами (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури					
		«сходи»	«1 пара листків»	«утворення кошика»	«цвітіння»	«формування насіння»	«повна стиглість»
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	3,91	3,65	3,22	2,62	2,04	1,56
	Біологізована I	1,94	2,27	2,97	2,17	1,88	1,22
	Біологізована II	3,83	3,53	3,17	2,90	2,23	1,71
	Органічна	1,82	2,33	3,11	2,56	2,01	1,32
	Екстенсивна	1,42	1,24	1,20	1,19	0,90	0,63
Tunca F1	Традиційна – контроль	4,07	3,49	3,22	2,70	2,16	1,60
	Біологізована I	1,94	2,22	2,91	2,24	1,81	1,27
	Біологізована II	3,98	3,39	3,17	2,95	2,34	1,90
	Органічна	1,82	2,19	3,30	2,64	2,10	1,29
	Екстенсивна	1,60	1,44	1,40	1,31	1,04	0,77
НІР ₀₅	для середніх (головних) ефектів	А-0,14; В-0,31					
	для часткових відмінностей	А-0,08; В-0,18					

Визначення вмісту легкогідролізованого азоту показало, що рівень забезпеченості цим елементом порівняно низький. Аналіз наведених вище даних дозволяє зробити висновок, що динамічний процес зміни вмісту в ґрунті доступної форми азоту має суттєві особливості, а саме: за варіантом інтенсивної та біологізованої II технологій, де застосовувалася повна норма мінеральних туків, вміст азоту в ґрунті істотно зменшуватися впродовж всього вегетаційного періоду аж до фази повної стиглості насіння. Аналогічна тенденція спостерігалася нами і за варіантом екстенсивної (мінімальної) технології вирощування культури.

За варіантами біологізованої I та органічної технологій вирощування картина була дещо іншою: починаючи з фази сходів і до утворення кошика нами було відмічене незначне зростання вмісту легкогідролізованого азоту в орному шарі ґрунту, що пояснюється нами інтенсифікацією нітрифікуючої діяльності як природної ґрунтової мікрофлори, так і штамів бактерій, що входили до складу мікробіологічних препаратів. Починаючи з фази цвітіння і до припинення вегетації нами відмічалася зменшення вмісту елемента мінерального живлення в 0–30 см шарі ґрунту.

В середньому за фактором А, інтенсивність втрати ґрунтових запасів доступного азоту в орному шарі за вегетацію культури складала: у варіанті традиційної інтенсивної технології – з 3,99 до 1,58 мг/100 г (використано 60,4%), біологізованої I – з 1,94 до 1,25 мг/100 г (36,6%), біологізованої II – з 3,91 до 1,81 мг/100 г (53,7%), органічної – з 1,82 до 1,31 мг/100 г (28,0%), а екстенсивної – з 1,51 до 0,70 мг/100 г (53,7%), тобто варіанти із застосуванням елементів біологізації системи мінерального живлення характеризувалися істотно вищою ефективністю та економічністю споживання ґрунтових запасів основного для формування потенційного врожаю макроелементу.

Дослідження нами динаміки вмісту в ґрунті другого макроелементу – фосфору дає можливість стверджувати про абсолютно аналогічний характер залежності цього показника від факторів, що досліджувалися.

Так, за варіантами інтенсивної, біологізованої II та екстенсивної технологій вміст P_2O_5 в ґрунті зменшуватися впродовж всього вегетаційного періоду з тією лише різницею, що до фази цвітіння інтенсивність цього процесу була незначною, а з початком формування генеративної частини врожаю (від фази цвітіння і до фази повної стиглості насіння) інтенсивність споживання рослинами фосфору з орного шару ґрунту суттєво збільшилась (табл. 5).

Стосовно ефективності споживання рослинами соняшника ґрунтових запасів P_2O_5 впродовж вегетаційного періоду, то в середньому за фактором А вона становила за роки проведення досліджень: традиційна інтенсивна технологія – з 7,63 до 5,71 мг/100 г (використано 25,2%), біологізована I – з 6,29 до 5,57 мг/100 г (14,5%), біологізована II – з 7,67 до 5,44 мг/100 г (29,1%), органічна – з 6,20 до 5,29 мг/100 г (14,7%) і екстенсивна – з 7,62 до 6,11 мг/100 г (19,8%), тобто, як і у випадку з доступним азотом, біологізація системи мінерального живлення культури зумовила зростання ефективності та раціональності споживання рухомого фосфору також. Зважаючи на ту обставину, що вміст рухомого калію K_2O в ґрунті дослідної ділянки характеризується як високий (36,7 мг/100 г), і розрахована норма мінеральних добрив, що застосовувалася за варіантами традиційної інтенсивної та біологізованої II технологій вирощування не передбачала внесення калійної складової, аналіз динаміки вмісту обмінного калію в ґрунті і його споживання рослинами культури нами не проводився. Стосовно динаміки ґрунтових запасів NO_3 та P_2O_5 , то застосування елементів біологізації системи мінерального

живлення в технології вирощування соняшника визнане нами за високоефективний метод підвищення ефективності споживання даних макроелементів рослинами культури з ґрунту.

Таблиця 5

Динаміка вмісту доступного фосфору в орному шарі ґрунту дослідної ділянки, мг/100 г ґрунту

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури					
		«сходи»	«1 пара листіків»	«утворення кошика»	«звігіння»	«формування насіння»	«повна стиглість»
PR64F66 F1	Традиційна – контроль	7,63	7,34	6,48	6,06	5,77	5,70
	Біологізована I	6,29	6,33	6,60	6,19	5,65	5,53
	Біологізована II	7,67	7,25	6,49	6,21	5,73	5,43
	Органічна	6,20	6,44	6,64	6,09	5,69	5,30
	Екстенсивна	7,62	7,37	6,85	6,61	6,40	6,09
Tunca F1	Традиційна – контроль	7,63	7,39	6,55	6,10	5,80	5,72
	Біологізована I	6,29	6,38	6,62	6,17	5,66	5,60
	Біологізована II	7,67	7,26	6,57	6,26	5,79	5,45
	Органічна	6,20	6,50	6,68	6,15	5,73	5,29
	Екстенсивна	7,62	7,41	6,87	6,72	6,50	6,12
HIP ₀₅	для середніх (головних) ефектів	A-0,07; B-0,06					
	для часткових відмінностей	A-0,02; B-0,05					

У сучасних працях як вітчизняних, так і зарубіжних науковців неодноразово наголошувалося про інгібуючий вплив діючих речовин і метаболітів синтетичних пестицидів (передусім, фунгіцидних і бактерицидних препаратів) на загальну чисельність і активність ґрунтотриваючої мікробіоти [13, с. 63]. В своїй абсолютній більшості, сучасні групи згаданих пестицидів не вирізняються селективністю дії на патогенну та корисну мікрофлору, відтак разом із контролем чисельності збудників хвороб сільськогосподарських культур є суттєва потенційна небезпека бактерицидної дії по відношенню до груп мікроорганізмів, що приймають безпосередню участь в ґрунтоутворюючому процесі, виконують мінералізуючу, азотфіксуєуючу, аммоніфікуючу, целюлозолітичну місію, виступають антагоністами по відношенню до патогенної мікробіоти [5, с. 35]. В разі інтенсифікації виробництва соняшника інтенсивність зазначених вище негативних процесів потенційно зростає на порядок, приймаючи до уваги передчасне повернення соняшника в те ж поле сівозміни, а то й випадки повторних посівів і навіть монокультури в одноосібних і фермерських господарствах регіону. Спровоковане цим збільшення пестицидного навантаження на гектар соняшникового клину спричиняє ще більш несприятливі умови для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів в орному шарі ґрунту. Нижче нами наведені результати експериментальних досліджень щодо динаміки інтенсивності мікробіологічної діяльності ґрунту за різних

технологій вирощування соняшника в перерізі основних груп мікроорганізмів, що приймають участь в ґрунтоутворюючому процесі і відповідають за різні аспекти формування рівня його родючості. Експериментальні дані свідчать, що впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшника як загальна заселеність орного шару ґрунту дослідної ділянки, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш принциповими групами істотно зменшувалися у порівнянні з варіантами, де реалізовувалися окремі елементи біологізації чи їх комплексне застосування (органічна технологія вирощування) (табл. 6).

Таблиця 6

**Динаміка мікробіологічної активності 1 г абсолютно сухого ґрунту
за різних технологій вирощування соняшника**

Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури													
	«І пара листків»						«повна стиглість»							
	Аеробні види, млн.	Амоніфікуючі, млн.	Олігонітрофіли, млн.	Актиноміцети, млн.	Нітрофіли, млн.	Целюлолітичні, тис.	Нітрифікуючі, тис.	Аеробні види, млн.	Амоніфікуючі, млн.	Олігонітрофіли, млн.	Актиноміцети, млн.	Нітрофіли, млн.	Целюлолітичні, тис.	Нітрифікуючі, тис.
Традиційна	17,5	16,6	12,9	1,0	15,1	1,3	7,1	10,3	11,3	8,9	0,7	9,7	0,7	5,1
Біологізована I	18,9	17,0	16,2	1,1	15,0	1,3	8,3	20,6	23,0	19,0	0,9	18,4	2,2	10,9
Біологізована II	19,5	17,2	16,9	1,0	15,6	1,7	8,5	20,9	23,3	19,4	0,8	19,0	2,3	11,6
Органічна	19,6	17,6	17,2	1,1	15,4	1,8	8,6	21,3	23,7	19,3	0,9	19,2	2,5	12,1
Екстенсивна	18,0	16,9	12,5	1,1	13,0	1,1	7,5	11,9	14,2	10,7	0,6	11,8	0,8	5,9

Завдяки відсутності негативного пестицидного пресингу на агроценоз і додаткового надходження КУО за окремими групами ґрунтової мікробіоти, впродовж періоду спостереження нами відмічена позитивна динаміка чисельності мікроорганізмів у варіантах біологізованої I та II і органічної технології вирощування соняшника. В середньому за фактором А, починаючи з фази «І пара справжніх листків» і до фази «повна стиглість насіння», загальна заселеність 1 г абсолютно-сухого ґрунту аеробними видами зростає: за біологізованої I – на 8,3%, біологізованої II – на 6,7%, органічної – на 8,0%; амоніфікуючими видами – відповідно на 6,1%, 6,2% та 5,7%; олігонітрофілами – на 14,7%, 12,9% та 10,9%; нітрофілами – на 18,5%, 17,9% та 19,2%; целюлолітичними – на 40,9%, 28,0% та 28,0%; нітрифікуючими – на 23,9%, 26,7% та 28,9%. За групою актиноміцетів нами відмічене зменшення заселеності ґрунту за вегетаційний період у варіантах біологізованих та інтенсивної технологій, що вбачається нами за позитивний ефект, адже дана група в більшості представлена патогенними видами, що є збудниками хвороб культурних рослин і, зокрема, соняшника. Аналіз динаміки мікробіологічної активності ґрунту за варіантами традиційної та екстенсивної технології вирощування дає можливість стверджувати про скорочення кількості КУО за всіма групами, окрім актиноміцетів, причому інтенсивність цього процесу була більш

інтенсивною за традиційної технології вирощування, що пояснюється нами застосуванням в ній синтетичних пестицидів, що мають інгібуючий вплив на ґрунтову мікробіоту.

Висновки.

1. В досліді нами була відмічена залежність скорочення середньодобового споживання ґрунтової вологи за застосування елементів біологізації: за інтенсивної технології вирощування 1 га посіву за добу споживав в середньому 10,1 т води, за біологізованої I це споживання скоротилося до 9,1 т, за біологізованої II – до 8,9 т, а найбільш економне споживання було за органічної технології вирощування – 8,6 т/га/добу. Варіант екстенсивної технології вирощування за середньодобовим споживанням вологи не відрізнявся від контрольного варіанту і склав, в середньому, 10,1 м³/га/добу. За обома гібридами культури мінімальне значення коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки проведення дослідження нами відмічено за органічної технології вирощування культури – відповідно 407 і 423 м³/т сухої речовини, а найменш економне споживання активної вологи на формування біомаси було зафіксоване за варіантом екстенсивної технології вирощування – 523 і 624 м³/т відповідно.

2. Варіанти із застосуванням елементів біологізації системи мінерального живлення характеризувалися істотно вищою ефективністю та економністю споживання ґрунтових запасів азоту – в середньому за фактором А, інтенсивність втрати ґрунтових запасів доступного азоту в орному шарі за вегетацію культури складала: у варіанті традиційної інтенсивної технології – з 3,99 до 1,58 мг/100 г (використано 60,4%), біологізованої I – з 1,94 до 1,25 мг/100 г (36,6%), біологізованої II – з 3,91 до 1,81 мг/100 г (53,7%), органічної – з 1,82 до 1,31 мг/100 г (28,0%), а екстенсивної – з 1,51 до 0,70 мг/100 г (53,7%); рухомого фосфору відповідно: традиційна інтенсивна технологія – з 7,63 до 5,71 мг/100 г (використано 25,2%), біологізована I – з 6,29 до 5,57 мг/100 г (14,5%), біологізована II – з 7,67 до 5,44 мг/100 г (29,1%), органічна – з 6,20 до 5,29 мг/100 г (14,7%) і екстенсивна – з 7,62 до 6,11 мг/100 г (19,8%).

3. Впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшника як загальна заселеність орного шару ґрунту дослідної ділянки, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш принциповими групами істотно зменшувалися у порівнянні з варіантами, де реалізовувалися окремі елементи біологізації чи їх комплексне застосування (органічна технологія вирощування) на 6,1–40,9%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Добровольський А.В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. № 4 (92). С. 77–84.
2. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Козлова О.П. Вплив стимуляторів росту та біофунгіцидів на архітектоніку різних морфобіотипів соняшника. *Науково-виробничий журнал: Техніка і технологія АПКІВ* № 2 (111). 2019. С. 24–28.
3. Волгогон В.В., Зарішняк М.І. та ін. Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба*. 2017. № 1. С. 180–235.
4. Гораш О., Сендецький В. Оптимізація продукційного процесу агроценозу соняшнику за використання регуляторів росту. *Фахові видання Національного університету біоресурсів і природокористування України*. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/index> (дата звернення: 25.08.2023).

5. Дегодюк Є.Г., Вітвицька О.І., Дегодюк Т.С. Сучасні підходи до оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. № 1–2. С. 33–39.
6. Добровольський А.В., Домарацький Є.О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами сояшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. №. 84. С. 39–45.
7. Добровольський А. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування сояшнику в Південному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2019. 174 с.
8. Домарацький О.О., Сидякіна О.В., Іванів М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління Хелафіт у технології вирощування гібридів сояшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 51–56.
9. Домарацький Є. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим сояшника. Наукові доповіді НУБіП України. *Фахові видання Національного університету біоресурсів і природокористування України*. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10027> (дата звернення: 25.08.2023).
10. Дяченко О. Шляхи підвищення урожайності сояшнику в умовах сучасних інтеграцій процесів України. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25.08.2023).
11. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Дослідження продуктивності та якісних показників гібридів сояшника середньоранньої групи за різних технологій вирощування в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 109. Том 1. С. 42–48.
12. Заїка С.О. Тенденції розвитку органічного землеробства. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: «Полісся», 2013. 492 с.
13. Іваніна В. В. Баланс біогенних елементів та його регулювання в агроєкосистемах Лісостепу за умов біологізації землеробства. *Агробіологія*. 2011. № 6. С. 63–67.
14. Камінський В.Ф. Біологічне землеробство в умовах зміни клімату. *Посібник українського хлібороба*. Київ, 2017. № 1. С. 28–31.
15. Каталог товарів компанії «AGRO–ENZIM». URL: www.agro.enzim.biz (дата звернення: 29.03.2019)
16. Каталог товарів компанії «Еко-Рост» URL: www.ecorost.ua (дата звернення: 29.03.2019)
17. Клименко І.І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння лійної та гібридів сояшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 183–188.
18. Маркова Н. В. Агроєкологічні аспекти вирощування гібридів сояшнику в умовах південного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2014. Вип. 1(77). С. 133–139.
19. Покопцева Л.А., Єременко О.А., Булгаков Д.В. Використання регуляторів росту рослин для передпосівної обробки насіння сояшнику гібриду Армада. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2015. Вип. 4. С. 127–135.
20. Ретьман С., Ткаленко Г., Михайленко С. Сучасні агротехнології застосування біопрепаратів-регуляторів росту. *Пропозиція*. Київ, 2015. С. 18–20.
21. Світове досягнення українських вчених для фермерів аграріїв (полікомпонентні біостимулятори розвитку рослин з біозахисним ефектом). / Пономаренко С.П та ін. Київ: Агробіотех, 2017. 44 с.
22. Ткаліч І.Д., Ткаліч І.Ю., Кохан П.О. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. Київ, 2014. № 1. С. 30–34.
23. Шевченко М.С. Лебідь Є.М. Оптимізація посівних площ сояшнику. Агрономічні закони та економічні пріоритети. *Агроном*. Київ, 2016. № 11. С. 23–26.