

УДК 633.854.78:631.5:631.46(477.7)  
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.4>

## ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТОНІКИ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСИМІЛЯЦІЙНОГО АПАРАТУ СОНЯШНИКУ НА ФОНІ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТУ ЗА ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

**Жуйков О.Г.** – д.с.-г.н., професор,  
професор кафедри землеробства,  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»  
**Бурдюг О.О.** – аспірант кафедри землеробства,  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті наведено результати наукових досліджень кількісно-якісних показників листкового апарату соняшнику залежно від вирощування культури за традиційною інтенсивною (із застосуванням мінеральних туків і синтетичних пестицидних препаратів – гербіцидів, фунгіцидів та інсектицидів) та органічною (використання органічних добрив, хелатних комплексів мікроелементів та органічних пестицидів) технологіями. Відображено експериментальні дані щодо показників загальної площі асиміляційної поверхні посіву, індексу облистяності посіву, фотосинтетичного потенціалу й чистої продуктивності фотосинтезу, сумарного накопичення сухої речовини, геометрії листкової пластинки та загального габітусу рослин культури, вмісту в ній хлорофілового пігменту і його фракційного складу (фракції «А» і «Б»), вмісту в паренхімному шарі ферментів, що зумовлюють жаро- й посухостійкі властивості культури за вирощування в типових останнім часом для Півдня України жорстких і стресових за гідротермічним коефіцієнтом погодних умовах (пероксидази та каталази) залежно від обраних технологій вирощування двох гібридів соняшнику середньоранньої агроecологічної групи стиглості – PR64F66 F1 селекції компанії Pioneer і Tupsa F1 селекції компанії Limagrain. Також досліджено вплив технологій вирощування культури на мікробіологічну активність орного шару ґрунту в динаміці («3-тя пара справжніх листків – повна стиглість насіння») як у перерізі загальної заселеності 1 г абсолютно сухого ґрунту, так і диференційовано за основними групами ґрунто мешкаючих мікроорганізмів. Окреслено перспективні вектори стабілізації насінневої продуктивності соняшнику в зоні вирощування за умови сучасних кліматичних трансформацій і переорієнтації ринку агроcировини в бік збільшення виробництва продукції органічного статусу.

**Ключові слова:** соняшник, інтенсивна й органічна технологія вирощування, площа листкової поверхні, індекс облистяності посіву, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, форма листкової пластинки, хлорофіл, фракційний склад, пероксидаза, каталаза, мікробіологічна активність орного шару, ґрунтова мікрофлора.

### **Zhuikov A.G., Burdiuh A.A. The formation of architectonic and functional properties of the assimilation apparatus of sunflower on the background of the microbiological activity of soil under conventional and organic technologies of cultivation in the Southern Steppe**

The article presents the results of scientific research of quantitative and qualitative indicators of the sunflower leaf apparatus depending on the cultivation of traditional intensive crops (with the use of mineral fertilizers and synthetic pesticides – herbicides, fungicides and insecticides) and organic (the use of organic fertilizers, chelated complexes of trace elements and organic pesticides) technologies. The scientific work reflects the experimental data on the indicators of the total area of assimilation of the surface of the crop, the index of the foliage sowing, photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis, the total accumulation of dry matter, the geometry of the leaf blade and the total habit of the plant culture, the content of chlorophyll pigment and its fractional composition (fraction "A" and "B"), the content in the parenchymal layer of enzymes that cause heat- and drought-resistant properties of the crop for growing in typical in recent years for the South of Ukraine tough and stressful on hydrothermal coefficient of weather conditions (peroxidase and catalase), depending on the selected technology of cultivation of two hybrids of sunflower mid-range agroecological group of ripeness – PR64F66 F1

*breeding company pioneer and Tunca F1 breeding company Limagrain. Also, the influence of crop cultivation technologies on the microbiological activity of the arable soil layer in the dynamics ("the 3rd pair of real leaves – full ripeness of seeds") both in the cross section of the total population of 1 g of absolutely dry soil, and differentiated by the main groups of soil-dwelling microorganisms. Outlined promising vectors stabilize seed yield of sunflower in area of cultivation under the condition of contemporary climate of transformation and reorientation of the market of agricultural raw materials in the direction of increasing production of organic status.*

**Key words:** sunflower; intensive and organic technology of cultivation, leaf surface area, index of seedling, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, leaf blade shape, chlorophyll, fractional composition, peroxidase, catalase, microbiological activity of the arable layer, soil microflora.

**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 [1, с. 31]. 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 [2, с. 3]. Тому її розв'язання (зменшення пресингу на агроландшафти за одночасного збереження показників ефективності господарсько-економічної діяльності) є перспективним та актуальним завданням дослідників [3, с. 32]. 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 [4, с. 26].

**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 [5, с. 40]. 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. 79]. 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 [7, с. 70]. 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 [8, 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) [9, с. 20]. Друга група вчених дотримується іншої концепції: декларація науково обґрунтовану насиченість культурою агрофітоценозів (15–16%) без принципового перегляду зональної технології вирощування в бік залучення до неї елементів біологізації [10, с. 103]. На фоні вищезгаданого наукові публікації іноземних учених та особливо вітчизняних науковців стосовно результатів досліджень суто органічних технологій вирощування соняшнику виглядають у край недостатніми, що набуває особливої актуальності саме зараз, коли питання прямого експорту органічної рослинницької продукції й, отже, законодавчого закріплення «органічного коефіцієнта» для сертифікованих сільгосптоваровиробників є майже вирішеним [11, с. 22]. Проблеми ж дослідження вмісту в губчастій паренхімі листка ферментів, що прямо зумовлюють стійкість рослинного організму до ґрунтової та насамперед повітряної посухи – пероксидази й каталази, в наукових часописах і дисертаційних роботах узагалі не приділено уваги.

**Постановка завдання.** З метою розроблення зональної органічної технології вирощування соняшнику до завдань наукового дослідження входило встановити доцільність та ефективність органічної технології вирощування сучасних гібридів соняшнику порівняно з інтенсивною загальноприйнятою зональною технологією вирощування; зробити порівняльну оцінку кількісно-якісних показників асиміляційного апарату культури на фоні різних технологій вирощування; дослідити ефективність елементів біологізації технології вирощування соняшнику порівняно з традиційними технологічними прийомами щодо їх впливу на пігментний і ферментний склад паренхіми, мікробіологічну активність орного шару ґрунту. Реалізація поставлених завдань здійснена шляхом закладання двофакторного польового дослідження в умовах ПАПФ «Вера» Голопристанського району Херсонської області на площі 2 га впродовж 2018–2019 років. Фактор А (гібрид соняшнику) представлений двома варіантами: PR64F66 F1 селекції компанії Pioneer і Tunca F1 селекції компанії Limagrain, фактор В (технологія вирощування) – п'ятьма варіантами: традиційна (інтенсивна) – контроль і модифікаціями органічної технології (обробіток органічними препаратами посівного матеріалу, обробіток ґрунту перед сівбою, вегетаційні обробітки рослин і комплексний, що поєднував попередні обробітки). Усі варіанти органічної технології виключали основне і стартове внесення мінеральних туків, інсекто-фунгіцидну інкрустацію насіннєвого матеріалу й вегетаційні фунгіцидні та інсектицидні обробітки. Натомість застосовані органічне бактеріальне добриво та хелатні комплекси макро-, мезо- й мікроелементів ТМ «Гілея»®. Захист від бур'янів реалізовувався шляхом проведення досходового боронування та вегетаційних міжрядних культиваций. Спосіб закладання дослідження – розщепленими ділянками, повторність дослідження – чотириразова. Показник площі листової поверхні та архітектоніка листової пластинки вивчалися методом експрес-сканування, вміст зеленого пігменту і його фракційний склад – фотометричним колориметруванням спиртової витяжки за М.І. Булатовим, уміст і фракційний склад ферментів – фотометричним колориметруванням ацетонової витяжки в присутності перекису водню з подальшою фотосепарацією, мікробіологічну активність ґрунту – методом лляного полотна й висіву колоній на живильне середовище з подальшою кількісно-якісною диференціацією.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** За результатами досліджень, як інтенсивність формування площі асиміляційного апарату соняшнику обох гібридів, так і її абсолютне значення були вищими за органічної технології вирощування культури (таблиця 1).

Таблиця 1

Динаміка формування площі листової поверхні гібридів соняшнику залежно від технології вирощування (середнє за 2018–2019 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фаза розвитку культури			
		3 пари справжніх листків	формування кошику	цвітіння	МВС
PR64F66	Інтенсивна – контроль	2,2	20,0	31,5	22,4
	Органічна (грунт)	2,4	22,2	32,9	26,8
	Органічна (насіння)	2,3	22,4	33,8	27,2
	Органічна (вегетація)	2,6	22,8	35,0	27,0
	Органічна (комплекс)	2,8	23,9	36,9	28,1
Тунка	Інтенсивна – контроль	2,4	21,7	32,2	23,3
	Органічна (грунт)	2,4	21,5	33,0	27,0
	Органічна (насіння)	2,5	25,2	32,7	26,7
	Органічна (вегетація)	2,7	26,0	34,4	29,2
	Органічна (комплекс)	2,9	27,1	37,1	29,0

Найсуттєвішим впливом на показник індексу облистяності посіву культури, за результатами досліджень, характеризувався варіант комплексної органічної технології, що поєднував у собі застосування препаратів природного походження (обробіток ґрунту перед сівбою, інокуляція посівного матеріалу, вегетаційні позакореневі підживлення). Так, за варіантом гібриду PR64F66 зазначений показник становив у фазу цвітіння соняшнику в середньому за роки проведення досліджень 3,69 проти 3,15 за інтенсивної технології вирощування; за варіантом гібриду Тунка площа асиміляційного апарату в 3,71 рази перевищувала посівну площу культури на фоні комплексної органічної технології вирощування проти 3,22 за традиційної



а)

б)

Рис. 1. Архітектура листової пластинки (а) та загальний вигляд рослин (б) соняшнику гібриду PR64F66 за інтенсивної й органічної технології вирощування

технології вирощування. Водночас нами відмічена більш істотна динаміка відмирання асиміляційного апарату культури на фінальних стадіях онтогенезу культури на фоні застосування інтенсивної технології вирощування.

Відмова в технології вирощування соняшнику від синтетичних мінеральних туків і пестицидів зумовила й суттєві відмінності в архітектоніці справжніх листків I–VI ярусів. Так, на фоні застосування органічної технології вирощування листкова пластинка культури була значно менш видовжена та більш широка, а самі рослини характеризувалися меншою висотою й більшим ступенем облистяності (рис. 1).

Загалом більший ступінь облистяності, лінійні розміри окремих листових пластинок і тривалість продуктивного функціонування асиміляційного апарату соняшнику на фоні органічної технології вирощування зумовили істотно вищі показники як фотосинтетичного потенціалу, так і чистої продуктивності фотосинтезу гібридів, що вивчалися в досліді (таблиця 2).

Таблиця 2

**Залежність основних показників фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику за період «3 пари листків – цвітіння» залежно від технології вирощування (середнє за 2018–2019 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Фотосинтетичний потенціал, тис. м <sup>2</sup> /га * діб	Приріст сухої біомаси за період, кг/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу
PR64F66	Інтенсивна – контроль	1271	1927	1,57
	Органічна (грунт)	1338	1984	1,61
	Органічна (насіння)	1400	2001	1,77
	Органічна (вегетація)	1484	2426	1,99
	Органічна (комплекс)	1515	2644	2,12
Тунка	Інтенсивна – контроль	1305	2119	1,64
	Органічна (грунт)	1335	2182	1,70
	Органічна (насіння)	1397	2278	1,88
	Органічна (вегетація)	1491	2434	1,98
	Органічна (комплекс)	1582	2707	2,22

Аналіз основного показника – чистої продуктивності фотосинтезу в перерізі обох гібридів – дає змогу зробити висновок, що застосування органічної технології вирощування гібриду PR64F66, що базується на застосуванні органічних добрив, котрі вносяться в грунт, покращувало цей показник порівняно з контролем на 2,6%, за обробітку лише насіння – на 12,7%, за вегетаційних позакореневих підживлень – на 26,8%, а комплексної органічної технології – на 35,0%; гібриду Тунка – на 3,7%, 14,6%, 20,7% і 35,4% відповідно.

Останнім часом у працях вітчизняних і закордонних науковців усе більше приділяється уваги не лише вмісту в паренхімі культури зеленого пігменту, а і його фракційному складу. При цьому більшість технологічних заходів розглядаються саме в аспекті їх впливу на вміст саме фракції хлорофілу «А» як такої, що є найбільш істотною у формуванні органічної речовини рослинного організму (таблиця 3).

Таблиця 3

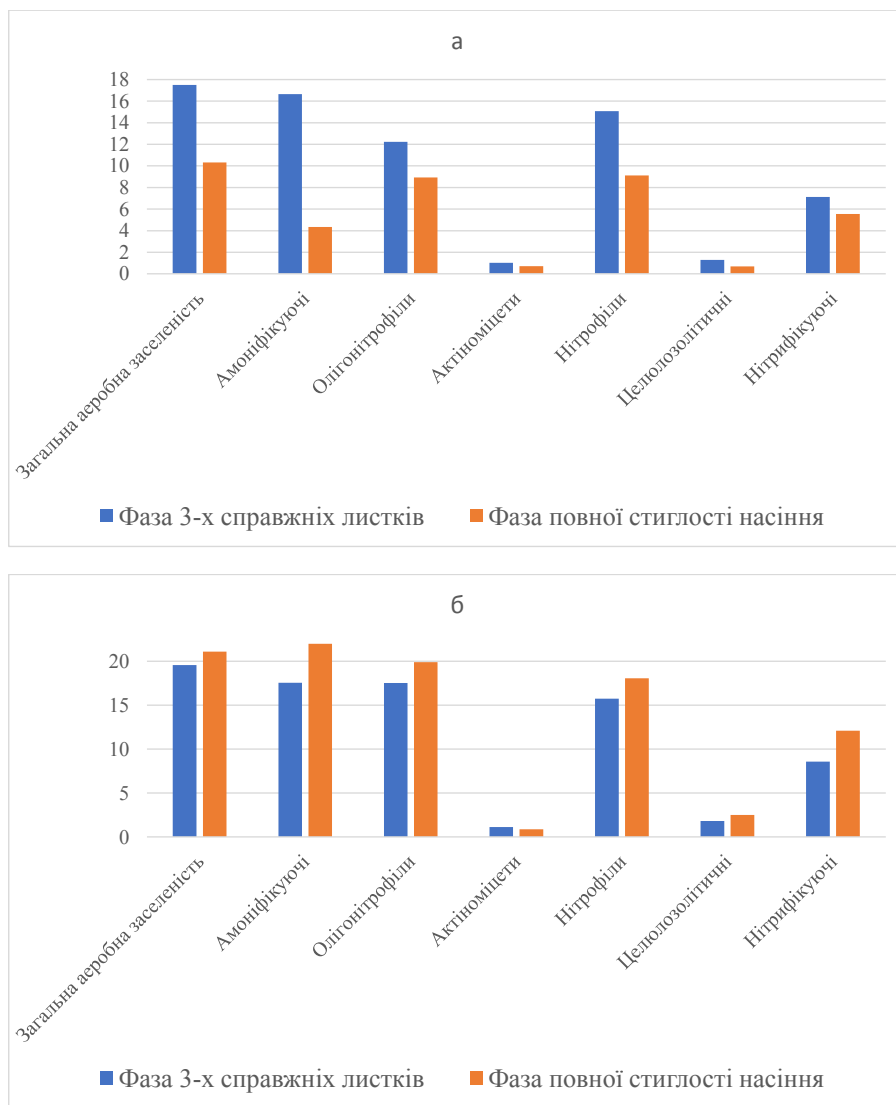
**Пігментно-ферментний склад губчастої паренхіми листків гібридів  
соняшнику залежно від технології вирощування (середнє за 2018–2019 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Хлорофіл			Ферменти	
		загальний вміст, мг/ 1 г сухої маси	фракція «А», %	фракція «Б», %	пероксидаза, ум. од./1 г сирої маси	каталаза, ум. од./1 г сирої маси
PR64F66	Інтенсивна – контроль	5,29	60,2	39,8	6,36	1524
	Органічна (грунт)	5,88	64,2	35,8	6,39	1726
	Органічна (насіння)	6,39	62,9	37,1	6,51	1752
	Органічна (вегетація)	8,11	70,1	29,9	6,57	1754
	Органічна (комплекс)	9,02	73,3	26,7	6,88	1789
Тунка	Інтенсивна – контроль	6,23	74,0	26,0	6,43	1549
	Органічна (грунт)	6,50	75,1	24,9	6,49	1622
	Органічна (насіння)	6,37	75,8	24,2	6,61	1646
	Органічна (вегетація)	8,28	78,4	21,6	6,72	1690
	Органічна (комплекс)	9,71	79,9	20,1	6,82	1695

Аналіз наведених вище експериментальних даних дає змогу зробити висновок, що за органічної технології вирощування соняшнику за роки проведення досліджень формувалися більш сприятливі умови для формування зеленого пігменту, вмісту в ньому фізіологічно активної фракції «А» та ферментів, що відповідають за антиоксидантні властивості й кисневий обмін у рослинних клітинах, як наслідок – посухо- та жаростійкість рослинного організму.

У працях як вітчизняних, так і зарубіжних науковців неодноразово наголошувалося на інгібуючому впливові синтетичних пестицидів стосовно чисельності й активності ґрунтотриваючої мікробіоти [12, с. 17]. У разі з інтенсивною технологією вирощування соняшнику інтенсивність зазначеного негативного явища, на наш погляд, додатково істотно збільшується, якщо брати до уваги випадки повторних посівів і навіть монокультури в одноосібних і фермерських господарствах. Отже, нами досліджено питання динаміки інтенсивності мікробіологічної діяльності ґрунту за різних технологій вирощування в перерізі груп мікроорганізмів, що сприяють переведенню органічної речовини рослинних решток і зв'язаних сполук макроелементів у доступні для споживання рослинним організмом форми (рис. 2).

Експериментальні дані свідчать, що впродовж вегетаційного періоду за умов застосування інтенсивної технології вирощування соняшнику як загальна заселеність ґрунту аеробними мікроорганізмами, так і кількість мікрофлори за окремими найбільш важливими групами істотно знижувалася. За вирощування культури за органічною технологією із застосуванням бактеріальних добрив характер залежності був діаметрально протилежний: із фази 3-х справжніх листків культури й до повної стиглості насіння нами відмічений приріст чисельності за всіма



*Рис. 2. Вплив технології вирощування гібриду соняшнику PR64F66 на динаміку мікробіологічної активності темно-каштанового супіщаного ґрунту (в 1 г абсолютно сухого ґрунту: а – інтенсивна технологія, б – органічна комплексна технологія)*

групами ґрунтотрофних мікроорганізмів, що пояснюється нами відсутністю пестицидного пресингу на агроценоз.

**Висновки і пропозиції.** Органічна технологія вирощування гібридів соняшнику характеризувалася більш сприятливими умовами для формування асиміляційного апарату: показник загальної площі листової поверхні та індекс облістяності агрофітоценозу за всіма фазами розвитку культури були більшими, порівняно з ділянками, де реалізовувалася інтенсивна технологія вирощування, на 5,5–31%. Архітектура листової пластинки й загальний габітус рослини

на контрольних ділянках поступалися відповідними показникам на ділянках, де реалізовувалися елементи органічної технології, що виражено в зміні форми листка (більш видовжена й тонка пластинка світло-зеленого забарвлення, більш видовжена рослина з більшою відстанню між ярусами листків). Максимальних значень показник фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу набули у варіанті поєднання всіх елементів органічної технології в єдиний комплекс (обробіток органічними добривами ґрунту перед сівбою, насінневого матеріалу й вегетаційні позакореневі підживлення рослин), перевага над традиційною технологією становила в середньому 16,2%. Цей же варіант технології вирощування обох гібридів забезпечував максимальний уміст у листках культури зеленого пігменту, його оптимальний фракційний склад, а також уміст ферментів, що забезпечують трафік кисню до тканин рослини в стресових за гідротермічним коефіцієнтом умовах (пероксидаза та каталаза). За використання органічної технології вирощування гібридів соняшнику нами зафіксовано позитивний баланс кількісно-якісного складника мікробіологічної активності орного шару ґрунту за всіма групами мікрофлори, на відміну від інтенсивної технології вирощування, за якої впродовж міжфазного періоду «3 пари справжніх листків – повна стиглість насіння» нами відмічено як істотне зменшення загальної аеробної заселеності ґрунту дослідної ділянки, так і зниження кількості біоти за основними групами.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андриенко А., Семеняка Й., Андриенко О. Подсолнечник в Україні: мифы и сенсация. *Зерно*. 2011. № 4. С. 30–36.
2. Базалій В.В., Добровольський А.В. Наукові можливості підвищення ефективності виробництва продукції соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 93. С. 3–6.
3. Ткаліч І.Д., Ткаліч І.Ю., Кохан П.О. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. 2014. № 1. С. 30–34.
4. Маслак О. Привабливість олійних культур. *Економічний гектар*. 2015. № 22. С. 24–29.
5. Добровольський А.В., Домарацький Є.О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип. 84. С. 39–45.
6. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Добровольський А.В. Агротехнічний спосіб пролонгації фотосинтетичної діяльності рослин соняшника. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. № 4 (92). С. 77–84.
7. Біостимулятори «Фертігрейн» – надійний захист урожаю. *Зерно*. 2011. № 1. С. 70.
8. Завалин М.И. Биопрепараты, удобрение и урожай. Москва : ВНИИА, 2005. 302 с.
9. Кадыров С.В., Силян А.В. Урожай и качество масла семян подсолнечника в зависимости от применения фунгицидов, стимуляторов роста и микроудобрений. *Вестник Воронежского ГАУ*. 2015. № 42 (47). С. 19–25.
10. Жук В.В., Мусієнко М.М. Роль пігментних комплексів у формуванні продуктивності злаків за умов дефіциту води. *Регуляція росту і розвитку рослин* : матеріали конференції. Харків, 2011. С. 99–106.
11. Чмир С.М. Ефективність екологічно-чистих прийомів вирощування соняшника у Південному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 1994. 29 с.
12. Фадеев А.В. Точная агротехнология для подсолнечника (текст). *Порада до часу*. 2016. № 12. С. 16–20.