

DOI 10.26886/2414-634X.6(42)2020.9

UDC 631.874: 631.67: 633.1:633.82 (477.7)

**INFLUENCE OF BIOLOGICS ON WATER CONSUMPTION OF
WINTER BARLEY AND SUNFLOWER IN CONDITIONS OF UKRAINIAN
SOUTHERN STEPPE**

***V.V. Gamajunova, Doctor of Agriculture, Professor**

<http://orcid.org/0000-0002-4151-0299>

e-mail: gamajunova2301@gmail.com

***A.O. Kuvshinova**

<http://orcid.org/0000-0002-7433-8026>

e-mail: kuvshinova7891@gmail.com

***V.S. Kudrina**

e-mail: vs.kudrina@gmail.com

****O.V. Sydiakina, PhD of Agriculture**

<http://orcid.org/0000-0001-8812-6078>

**Mykolayiv National Agrarian University, Ukraine, Mykolayiv*

***The State Higher Educational Institution "Kherson State Agrarian University», Ukraine, Kherson*

The article analyzes the value of the studied crops for the Steppe zone of Ukraine, their total water consumption during the growing years under the influence of nutritional optimization by using biologics. The main attention is paid to the peculiarities of moisture consumption of winter and sunflower barley plants for the formation of the crop unit and changes in this indicator under the influence of resource-saving nutrition.

It has been established that regardless of the weather conditions of the growing years, the use of modern biologics for extracurricular feeding during the main periods of vegetation of both crops, contributes to a more economical use by plants of soil moisture and precipitation that fell during

vegetation. Thus, the coefficient of water consumption of winter barley, depending on varietal features, the year of cultivation and the food option, decreases from 10,8 to 30,1%, and sunflower from 39,4 to 44,2% compared to inconvenient control.

Key words: winter barley, sunflower, total water consumption, weather and climatic conditions, water consumption coefficient, biologics, nutritional optimization.

доктор сільськогосподарських наук, професор, Гамаюнова В.В., аспірант, Кудріна В. С., аспірант, Кувшинова А.О., кандидат сільськогосподарських наук, Сидякіна А.В., Вплив біопрепаратів на водоспоживання ячменю озимого і соняшника в умовах Південного Степу України / Миколаївський національний аграрний університет, Україна, Миколаїв

У статті проаналізовано значення досліджуваних культур для зони Степу України, їх сумарне водоспоживання у роки вирощування під впливом оптимізації живлення шляхом використання біопрепаратів. Головна увага приділена особливостям витрат вологи рослинами ячменю озимого та соняшника на формування одиниці врожаю і змінам цього показника під впливом ресурсозберігаючого живлення.

Встановлено, що незалежно від погодних умов років вирощування, застосування сучасних біопрепаратів для позакореневих підживлень в основні періоди вегетації обох культур, сприяє економнішому використанню рослинами ґрунтової вологи та опадів, що випали впродовж вегетації. Так, коефіцієнт водоспоживання ячменю озимого залежно від сортових особливостей, року вирощування і варіанту живлення знижується від 10,8 до 30,1%, а соняшника від 39,4 до 44,2 % порівняно з неудобренним контролем.

Ключові слова: ячмінь озимий, соняшник, сумарне водоспоживання, погодно-кліматичні умови, коефіцієнт водоспоживання, біопрепарати, оптимізація живлення.

Постановка проблеми. Зона півдня України за біокліматичним потенціалом придатна для вирощування практично усіх сільськогосподарських культур. У структурі землекористування найбільшу частку відводять зерновим культурам та соняшнику, площі під яким щорічно зростають. Урожайність усіх культур істотно коливається за роками вирощування і значно залежить від кількості опадів, що випадають упродовж періоду вегетації та вмісту вологи в ґрунті на період сівби. Зі зміною кліматичних умов, що відбуваються в останні десятиріччя, необхідно технології вирощування рослин удосконалювати з метою підвищення їх продуктивності за цієї ситуації. Перш за все це полягає у розробці ресурсозберігаючих підходів до оптимізації живлення сільськогосподарських культур і створення умов для ефективного використання ними вологи.

Ми провели дослідження з ячменем озимим та соняшником і на основі відмінностей у кліматичних умовах років, визначили особливості використання ними вологи залежно від створених фонів живлення. Зазначене питання є виключно актуальним для посушливих умов Південного Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стале вирощування сільськогосподарських культур передбачає забезпечення їх усіма основними факторами життя, у тому числі вологою, яка в умовах посушливого Степу України знаходиться у першому мінімумі і виступає лімітуючим чинником у рівнях сформованої продуктивності, а також елементами живлення (другий за значимістю фактор). Стосовно забезпеченості рослин вологою, то лише на зрошенні можливо

управляти цим процесом, а без поливу необхідно найбільш ефективно накопичувати вологу в ґрунті та створювати умови для рослин, використовувати її і опади вегетаційного періоду досить економно на отримання врожаю, не допускаючи непродуктивних втрат на випаровування [1].

Відносно забезпечення потреб рослин необхідною кількістю елементів живлення, також це питання в останні роки є виключно важливим, так як за відсутності сівозмін і застосування недостатніх обсягів добрив, особливо органічних, основні типи ґрунтів України з часом втрачають свій потенціал родючості [2-4]. На збіднених ґрунтах навіть у сприятливі за кількістю опадів роки, отримати високу продуктивність сільськогосподарських культур без оптимізації живлення неможливо.

Разом з тим органічних добрив у сучасний період вносять дуже мало (у тому числі через відсутність гною), що призводить до збіднення ґрунтів на гумус та погіршення їх водно-фізичних властивостей і водоутримуючої здатності. Опади на ущільнених, не оструктурених ґрунтах слабо поглинаються ґрунтом і переважно втрачаються на випаровування [5]. Мінеральних добрив застосовують також недостатньо внаслідок високої їх вартості та значно зростаючої посушливості.

В останні роки живлення більшості рослин базується на засадах ресурсозбереження у тому числі використанні по фоні кращих попередників або невисоких доз основного внесення мінеральних добрив сучасних біопрепаратів і рістрегулюючих речовин [6-8]. Більшість із них є продуцентами рослинного походження з гормональними властивостями. Ці речовини приймають участь у формуванні стійкості рослин до стресів біотичного і абіотичного походження. В умовах Південного Степу України найпоширенішим

стресовим фактором, що обмежує ростові процеси рослин і в цілому призводить до зниження рівнів урожайності, є посухи (за одночасно високих температур та тривалої відсутності опадів). Біопрепарати і рістрегулюючі речовини здатні послаблювати дію негативних явищ на рослини, змінювати їх жирнокислотний склад, впливати на властивості клітинних мембран, що в свою чергу дозволяє рослинам протистояти як низьким, так і високим температурам та посухам. Під їх впливом в організмі рослин відбуваються біохімічні зміни, які здатні модифікувати більшість частин їх метаболізму, внаслідок чого формується стійкість і стабільність рослинного організму [9, 10].

Відомо, що всі сільськогосподарські культури реагують на елементи технології вирощування по різному, це залежить від їх біологічних особливостей та погодних умов, що складаються впродовж вегетації. Так, для озимих рослин, зокрема ячменю озимого, важливо правильно обрати сорти, строки сівби і норму висіву насіння [11-13]. Виключно важливою для нього є оптимізація живлення, від якої також залежать умови успішної перезимівлі, кількість накопичених цукрів, рівень формування врожаю та якість зерна [14 - 16].

Дані щодо водоспоживання культури ячменю озимого за вирощування його без зрошення в літературі практично відсутні. Потреби у волозі цієї культури, як і пшениці озимої, високі й особливо вона необхідна у критичний період з кінця виходу рослин у трубку – початку колосіння. У зерновому балансі серед хлібних злаків ячмінь озимий є досить поширеною культурою у тому числі у регіонах з теплими зимами, має ряд переваг порівняно з ячменем ярим. Урожайність зерна ячменю озимого може досягати 7-8 і навіть 9-10 т/га, зокрема у країнах ЄС середня врожайність зерна становить 7,0 т/га, а в Україні вона вдвічі нижча, хоч за останні 7 років зросла з 2,0 до 3,4 т/га [17].

Такі коливання у рівнях урожаю звісно ж пов'язані з умовами і технологіями вирощування та істотно залежать від кількості опадів.

Соняшник вважають посухостійкою культурою, проте він також вибагливий до кліматичних умов й у різні фази вегетації потребує значної кількості сонячної енергії і вологи.

З початку розвитку рослин до утворення кошиків соняшник витрачає вологи 20–30% від загальної потреби, засвоюючи її, в основному, з шару ґрунту 0–60 см. Найбільше вологи до (50%) він засвоює у міжфазний період утворення кошиків – цвітіння, за нестачі її в цей проміжок вегетації кошики і насіння можуть бути недорозвиненими [18]. Пізніше від цвітіння до дозрівання насіння рослини цієї культури витрачають вологи ще 30–40 %. Тому заходи, які застосовують для накопичення вологи в ґрунті, є основою отримання високих урожаїв не лише соняшника, а й усіх інших культур. У той же час для землеробства в умовах Південного Степу України вологозабезпечення є основним лімітуючим фактором, що максимально впливає на продуктивність сільськогосподарських культур [19-20].

Від інших сільськогосподарських культур соняшник вирізняється потужною кореневою системою, яка проникає на глибину до 150-300 см і більше залежно від умов, тобто він володіє здатністю використовувати воду з глибоких шарів ґрунту, яка для більшості сільськогосподарських рослин є недоступною. Звичайно ж, він висушує ґрунт, особливо без дотримання рекомендованих термінів повернення його на одне й те саме поле. Однак, площі під соняшником продовжують зростати, зважаючи на економічні аспекти його вирощування.

Разом з тим багатьма дослідженнями, зокрема і нашими з різними культурами, встановлено, що незалежно від кліматичних умов року

застосування оптимального удобрення призводить до більш ощадливого використання ними запасів ґрунтової вологи і опадів, порівняно з неудобреними аналогами й особливо на збіднених ґрунтах [21,22]. Це відбувається внаслідок формування удобреними рослинами більш потужної кореневої системи, кращої облистяності, щільності на одиниці площі, що в свою чергу стримує непродуктивні втрати вологи на надмірне випаровування.

Багатьма дослідженнями, про що ми вже зазначали вище, встановлена висока ефективність використання для живлення рослин сучасних біопрепаратів та рістрегулюючих речовин. Визначено їх позитивний вплив і на рослини соняшника за вирощування в зоні Півдня України в останні роки [23].

Мета, завдання та методика досліджень. Враховуючи сучасний стан господарювання, метою досліджень передбачали розробити заходи ресурсозберігаючого живлення ячменю озимого і соняшника шляхом використання для його оптимізації сучасних біопрепаратів і рістрегуляторів. Визначити водоспоживання різних за біологією культур: озимої – ячменю озимого та ярої – соняшника, встановити, як воно змінюється за впливу оптимізації живлення на засадах ресурсозбереження.

У досліджах, проведених протягом 2016–2018 рр. в умовах ДГ ДП «Зелені кошари», що розташоване у Первомайському районі Миколаївської області, вивчали ефективність проведення обробки посівів соняшника рістрегулюючими препаратами. Ґрунтова відміна – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі 3,3–3,5 % та середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору і калію. На дослідження взяті наступні препарати: Ретардин, Фреш Енергія та Фреш Флорид. Дослідженнями передбачали удосконалити окремі агротехнічні прийоми вирощування соняшника в умовах Південного

Степу України, зокрема оптимізувати живлення цієї культури на засадах ресурсозбереження, з метою підвищення рівня врожаю та ефективності водоспоживання.

Поле закладки дослідів вирівняне, без схилів і ерозійних формувань. Попередником соняшника була пшениця озима, після збирання якої було проведено луцнення стерні та оранку, а перед сівбою фоново внесено 1 ц/га складного мінерального добрива NPK 16-16-16 (нітроамофоска).

Площа посівної ділянки 80 м², облікової – 50 м², розміщення їх систематичне, повторність триразова. Дослідження проводили з гібридом соняшника Драган, який внесений до реєстру сортів рослин України з 2004 року. Оригігатор гібриду – Інститут рільництва і овочівництва, м. Новий Сад (Сербія), АФ «Сади України».

Фенологічні спостереження проводили відповідно до методики дослідної справи. Обробку рослин соняшника препаратами Ретардин, Фреш Енергія та Фреш Флорид проводили ручним обприскувачем у фази 3–4 пар листків та бутонізації. У фазу 3–4 пар листків посіви соняшнику обробляли Фреш Енергією з розрахунку від 0,25 кг/га до 1,00 кг/га та Ретардином по 0,25 кг/га. У фазу бутонізації посіви обробляли Фреш Енергією, 0,5 кг/га, Фреш Флоридом, 0,5 кг/га, та сумісно Фреш Енергією і Фреш Флоридом по 0,25 кг/га, а також досліджено варіанти (у обидва періоди) поєднання препаратів для обробки посіву з накладанням фаз. Норма робочого розчину складала 200 л/га, у контролі посіви рослин обробляли водою. Повна схема дослідіу наведена в таблиці 3.

З метою визначення ефективності сучасних біопрепаратів та їх вплив на водоспоживання нами були проведені дослідження упродовж 2016-2019 рр. з чотирма сортами ячменю озимого. Взяті на вивчення сорти висівали в оптимальні для даної кліматичної зони терміни.

Дослідження проводили в Навчально-науково практичному центрі Миколаївського НАУ. Грунт дослідних ділянок - чорнозем південний, що має середню забезпеченість рухомими елементами живлення, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см складає 2,9-3,2%, рН-6,8-7,2. Схема досліду включала наступні варіанти: Фактор А – сорт: 1. Достойний; 2. Валькірія; 3. Оскар; 4. Ясон; Фактор В – позакореневі підживлення: 1. Контроль (обробка водою); 2. Азотофіт; 3. Мікофренд; 4. Меланоріз; 5. Органік-баланс. Дослідження з останнім провели впродовж 2017-2018 та 2018-2019 рр. Норма використання препаратів складала 200 г/га, а робочого розчину 200 л/га. Позакореневі листові підживлення ячменю озимого проводили одноразово у фазу весняного куцання та двічі за вегетацію, окрім куцання ще й на початку виходу рослин у трубку.

Площа посівної ділянки 72м² облікової - 30 м², повторність досліду чотириразова. Попередником ячменю озимого був горох. Враховуючи значення попередника та забезпеченість ґрунту елементами живлення, мінеральні добрива під ячмінь озимий не вносили.

Вологість ґрунту на глибину 0–100 см визначали перед сівбою і після збирання обох досліджуваних культур термостатно-ваговим методом. Сумарне водоспоживання визначали методом водного балансу, а коефіцієнт водоспоживання за відношенням величин сумарного водоспоживання до рівня врожайності насіння.

Агротехніка вирощування ячменю озимого і соняшника була загальноприйнятою для зони Степу України окрім факторів, що взяті на вивчення.

Результати досліджень. Вирощування сортів ячменю озимого у роки досліджень (2016-2019) істотно різнилося як за запасом вологи в ґрунті на період сівби, так і кількістю опадів вегетаційного періоду. Хоча сумарне водоспоживання для цієї культури у 2016-2017 і 2017-2018 роках було практично близьким і склало 2668 та 2843 м³/га відповідно,

а у наступному 2018 - 2019р. вегетації значно більшим і склало 4638 м³/га, або порівняно з попередніми роками досліджень на 73,8 і 63,1 % вищим (табл.1).

Таблиця 1

Сумарне водоспоживання ячменю озимого і соняшника та його баланс у роки досліджень

Роки досліджень		Складові водоспоживання, м ³ /га			Частка у сумарному водоспоживанні, %	
		Грунтова волога	Опади вегетаційного періоду	Загальне водоспоживання	Грунтова волога	Опадів вегетаційного періоду
Ячмінь озимий	2016-2017рр.	280	2388	2668	10,5	89,5
	2017-2018рр.	470	2373	2843	16,5	83,5
	2018-2019рр.	630	4008	4638	13,6	86,4
	середнє за 2016 - 2019 рр.	460	2923	3383	13,5	86,5
Соняшник	2016р.	980	2293	3273	29,9	70,1
	2017р.	670	1636	2306	29,1	70,9
	2018р.	1026	1931	2957	34,7	65,3
	середнє за 2016 - 2018 рр.	892	1953,3	2845	33,5	66,5

Вирощування соняшника таких істотних коливань у цьому показникові не зазнало. Запаси ґрунтової вологи на період сівби цієї ярої культури (середина квітня) порівняно з озимою були значно вищими, про що свідчать дані таблиці 1. Найбільшими вони визначені для 2018 року - 1026 м³/га, а найменшими для 2017р. – 670 м³/га. Сумарний баланс вологи максимальним склався у 2016 році.

Загалом, якщо порівнювати ячмінь озимий і соняшник, то на частку ґрунтової вологи у роки досліджень припадало в межах 10,5 – 16,5 % (13,5 % у середньому за три роки) при вирощуванні ячменю та 29,1 – 34,7 % (33,5 у середньому) – при вирощуванні соняшника, або вдвічі

більше порівняно з озимою культурою. Решта від визначеного загального сумарного водоспоживання приходилася на опади вегетаційного періоду – 83,5 – 89,5 (86,5 %) ячменю озимого та 65,3 – 70,9 % (66,5) – соняшника.

Звичайно ж від сумарного водоспоживання, тобто запасу вологи у ґрунті на період сівби культури та кількості атмосферних опадів, що випадають упродовж вегетації, істотно залежать рівні врожаїв усіх вирощуваних рослин як озимих, так і ярих. Існує чітка пряма залежність між цими двома складовими. У сприятливі за зволоженням роки продуктивність усіх культур формується високою, а у посушливі – низькою. До того ж за недостатньо високої культури землеробства без дотримання чергування сільськогосподарських культур та відносно слабкої родючості ґрунту (низький вміст органічної речовини, гумусу, висока щільність зложення тощо) в екстремально посушливі роки в окремих господарствах урожайність можуть і зовсім не отримати. На збіднених, безструктурних і ущільнених ґрунтах навіть після рясних опадів волога не утримується, а одразу ж випаровується і непродуктивно втрачається, на що ми вже вказували [5]. За будь-яких погодно-кліматичних умов вирощування рослин та стану ґрунтової відміни важливо визначати коефіцієнт водоспоживання, він характеризує кількість вологи, яку сільськогосподарська культура витрачає на формування одиниці врожаю. Цей показник залежить і змінюється під впливом біологічних особливостей культури, кількості наявної вологи, стану посіву, продуктивності тощо. Численними дослідженнями у тому числі і нашими з різними культурами визначено значення живлення у істотному підвищенні ефективності використання вологи [21,24]. Підтверджується це і даними трирічних досліджень з ячменем озимим та соняшником.

Так, за вирощування озимої культури коефіцієнт водоспоживання істотно змінювався за роками досліджень (табл.2). Найменші значення цього показника визначено у найбільш несприятливому за зволоженням 2016-2017 році, а максимальним – у 2018-2019 році досліджень, у якому він був у середньому вдвічі більшим. Зазначимо, що загалом на третій рік вирощування ячменю озимого (2018-2019р.) випало 400,8 мм опадів за вегетацію.

Таблиця 2

Коефіцієнт водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту і біопрепаратів у роки досліджень, м³/т

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В) х)	Роки досліджень			Середнє за 2016- 2019рр. хх)
		2016- 2017рр.	2017- 2018рр.	2018- 2019рр.	
Достойний	Контроль (обробка водою)	549,0	859,7	1195,4	868,0
	Азотофіт 1	507,2	732,7	1026,1	755,3
	Азотофіт 1+2	477,3	716,1	960,2	717,9
	Мікофренд 1	512,1	750,1	1086,2	782,8
	Мікофренд 1+2	488,6	740,4	1030,7	753,2
	Меланоріз 1	545,6	791,9	1114,9	817,4
	Меланоріз 1+2	540,1	781,2	1061,3	794,2
	Органік-баланс 1	-	727,1	978,5	852,8
Органік-баланс 1+2	-	702,0	916,6	809,3	
Валькірія	Контроль (обробка водою)	575,0	882,9	935,1	757,7
	Азотофіт 1	541,2	633,2	790,1	654,8
	Азотофіт 1+2	509,2	626,2	755,4	630,3
	Мікофренд 1	545,6	705,5	822,3	681,1
	Мікофренд 1+2	521,1	683,5	788,8	664,5
	Меланоріз 1	558,2	803,1	878,4	746,6
	Меланоріз 1+2	543,4	736,5	829,7	703,2
	Органік-баланс 1	-	598,5	774,3	686,4
Органік-баланс 1+2	-	564,1	744,5	654,3	
Оскар	Контроль (обробка водою)	619,0	717,9	851,9	729,6
	Азотофіт 1	554,7	626,2	759,1	646,7
	Азотофіт 1+2	530,4	612,7	742,1	628,4
	Мікофренд 1	567,7	650,6	754,2	657,5
	Мікофренд 1+2	547,8	629,0	738,5	638,4
	Меланоріз 1	605,0	696,8	809,4	703,7
	Меланоріз 1+2	558,2	670,5	788,8	672,5
	Органік-баланс 1	-	603,6	751,7	677,7
	Органік-баланс 1+2	-	579,0	737,4	658,2

Ясн	Контроль (обробка водою)	652,3	846,1	1076,1	858,2
	Азотофіт 1	614,7	738,4	938,9	764,0
	Азотофіт 1+2	553,5	665,1	861,4	653,3
	Мікофренд 1	630,7	752,1	958,3	780,4
	Мікофренд 1+2	556,9	748,2	925,7	743,6
	Меланоріз 1	646,0	751,9	1023,8	807,6
	Меланоріз 1+2	636,8	717,9	962,2	772,3
	Органік-баланс 1	-	667,4	868,5	768,0
	Органік-баланс 1+2	-	633,2	844,8	739,0

- х) 1- підживлення у фазу весняного кушення
 1+2 – підживлення у фази весняного кушення та виходу рослин у
 трубку
 хх) Дані по Органік-балансу за 2017-2018 та 2018-2019рр.

Дощі, йшли нерівномірно, а переважно у вигляді злив. За лютий всього випало 9,8 мм опадів, березень – 7,3, квітень – 56,0 мм (з них 50,7 мм у другій декаді), травень – 72,8 (у тому числі 59,2 в кінці 3 декади), за червень кількість опадів загалом склала 92,6 мм, у тому числі 84,2 мм за 1 декаду.

Тобто значна і більша частина опадів вегетаційного періоду випала в кінці вегетації, коли зерно вже дозрівало. Це призвело до часткового полягання рослин ячменю озимого та значного недобору зерна при збиранні врожаю. Звичайно ж опади періоду завершення вегетації не посприяли істотному приросту врожайності зерна, а, навпаки, призвели до деякого її зниження через полягання рослин й до істотного збільшення коефіцієнта водоспоживання. На жаль, за посушливих умов зони Південного Степу України зливові дощі, що випадають у передзбиральний період зернових культур вже не являються продуктивними для рослин, а навпаки, можуть призводити до зниження як рівнів урожайності, так і значного погіршення основних показників якості зерна. Отож зазначене призвело до найвищого показника коефіцієнта водоспоживання у 2018-2019 році, який значно перевищував його рівень у попередні роки вирощування та посприяв збільшенню середнього значення.

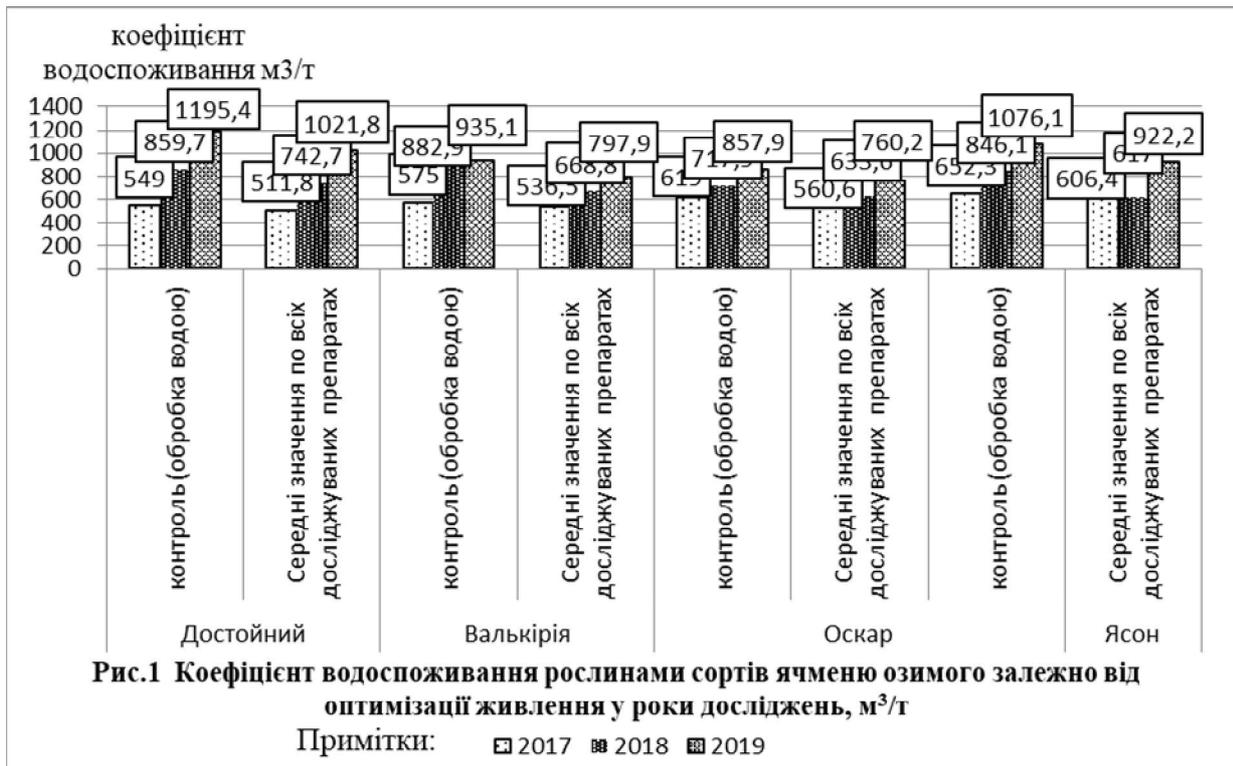
На витрати (споживання) вологи рослинами ячменю озимого на формування 1 тонни зерна та відповідної кількості надземної біомаси (соломи) істотно впливало їх живлення і особливості сорту. Так, незалежно від умов року вирощування за оптимізації живлення волога використовувалась рослинами значно ефективніше, що можна простежити за ілюстрацією рис. 1.

Разом з тим на рисунку наведено усереднені дані щодо проведення позакореневих підживлень усіма взятими на дослідження препаратами, ефективність яких істотно різнилася. Найбільшою мірою коефіцієнт водоспоживання зменшувався за використання для обробки посіву рослин Азотофіту та Органік-балансу, а найменше – від Меланорізу порівняно з контрольним варіантом, у якому рослини обробляли водою без препарату. Стосовно взятих на вивчення сортів, то їх реакція на витрати вологи різнилася за роками вирощування, що тісно корелювало з рівнями сформованого врожаю.

Так, у 2016-2017 році досліджень найвищу продуктивність забезпечив сорт дворучка Достойний.

У цей рік вирощування витрати води на формування врожаю у нього визначені найменшими. У найбільш вологому 2018-2019р. у сорту ячменю озимого Достойний цей показник, навпаки, був максимальним і у контролі досяг 1195,4 м³/т, а за проведення позакореневих підживлень зменшився до 1114,9 – 916,6 м³/т залежно

від препарату та кількості обробок посіву рослин. Саме рослини цього



сорт у 2019р. перед збиранням найбільше проявили ознаки полягання. Найменше вологи на формування одиниці врожаю у цей рік вирощування витрачали рослини сортів Оскар і Валькірія й особливо за проведення двох позакорневих підживлень Органік-балансом або Азотофітом (табл.2). У цілому за всі три роки досліджень (у варіантах з використанням Органік-балансу за два роки) найбільш продуктивно запаси ґрунтової вологи та опади вегетаційного періоду використовували рослини ячменю озимого сорту Оскар, потім Валькірія, Ясон, а найменш продуктивно – сорту Достойний. Разом з тим, саме цей сорт у найменш оптимальному за зволоженням році вирощування (2016-2017) сформував найвищу врожайність та найбільш ефективно витрачав вологу на її утворення. У кращих варіантах досліду зменшення цього показника порівняно з контролями для зазначених сортів склало відповідно 10,8; 15,8; 30,1 та 7,3 %.

Аналогічним чином коефіцієнт водоспоживання під впливом використання для живлення рістрегулюючих речовин змінювався і у рослин соняшника (табл.3).

Таблиця 3

Коефіцієнт водоспоживання соняшника залежно від оптимізації живлення у роки досліджень, м³/т

Варіант досліджу		2016р.	2017р.	2018р.	Середнє за 2016-2018рр.	Зменшення до контролю (середнє за 2016-2018рр.)
Фаза обробки	Препарати та дози					
у фазу 3-4 листків	контроль (обробка водою)	1330,5	1310,2	865,3	1168,7	0,0
	фреш енергія 0,25	1239,8	1103,3	826,0	1056,4	-112,3
	фреш енергія 0,5	1203,3	1002,6	784,4	996,8	-171,9
	фреш енергія 0,75	1124,7	956,8	764,1	948,5	-220,2
	фреш енергія 1,0	1076,6	933,6	752,4	920,9	-247,8
	ретардин 0,25	1235,1	1188,7	788,5	1070,8	-97,9
	ретардин 0,25 + фреш енергія 0,25	1207,7	1048,2	733,7	996,5	-172,2
	ретардин 0,25 + фреш енергія 0,5	1069,6	956,8	728,3	918,2	-250,5
	ретардин 0,25 + фреш енергія 0,75	1049,0	907,9	717,7	891,5	-277,2
	ретардин 0,25 + фреш енергія 1,0	1029,2	854,1	707,4	863,6	-305,1
у фазу бутонізації	фреш енергія 0,5	974,1	847,8	692,5	838,1	-330,6
	фреш флорид 0,5	948,7	841,6	690,9	826,7	-342,0
	фреш енергія 0,25 + фреш флорид 0,25	1016,5	876,8	744,8	879,4	-289,3
у фази 3-4 пар листків та бутонізації	фреш енергія 0,5 (3-4 пари листків) + фреш енергія 0,5 (бутонізація)	946,0	800,7	702,4	816,4	-352,3
	фреш енергія 0,5 (3-4 пари листків) + фреш флорид 0,5 (бутонізація)	924,6	823,6	682,9	810,4	-358,3

фреш енергія 0,5 (3-4 пари листків) + фреш енергія 0,25 + фреш флорид 0,25 (бутонізація)	982,9	841,6	690,9	838,5	-330,2
--	-------	-------	-------	-------	--------

Для цієї культури характерним є глибока й добре розвинена коренева система, жорстке опушене стебло й листки, які є ознакою посухостійких рослин. Проте соняшник може витримувати тривалу посуху (грунтову і атмосферну) лише до початку утворення кошиків. За відсутності вологи у цей період урожайність істотно знижується, хоча може сформуватися вищою порівняно з іншими ярими культурами. При цьому також відомо, що соняшник на утворення одиниці сухої речовини витрачає значно більше вологи, ніж зернові культури, через що сильно висушує ґрунт. Рівень водоспоживання соняшника як і більшості рослин, залежить від погодних умов, рівнів живлення і агротехніки, попередника, густоти посіву, тощо, від впливу яких він може коливатись у широких межах.

Підтверджено це і нашими дослідженнями (табл.3). У контрольному варіанті без оптимізації живлення (за обприскування посіву рослин лише водою) у середньому за три роки на формування 1 тонни насіння рослини витрачали 1168,7 м³/вологи. За проведення позакореневих підживлень рістрегулюючими речовинами у фазу 3-4 пар листків цей показник знижувався незначно. Це, очевидно, пов'язано з тим, що у цей початковий період росту соняшника лише частково розчин потрапляв на рослини, а більшою мірою просто на ґрунт і випаровувався. За проведення підживлень у період бутонізації їх вплив на ефективність водоспоживання значно посилювався. Найбільшою мірою коефіцієнт водоспоживання знижувався від проведення позакореневих підживлень посіву рослин у обидві фази. Це досить чітко ілюструє рис.2.

Наведені показники також свідчать, що від дворазової обробки посіву рослин у фази 3-4 пар листків і бутонізації, визначені величини використання води соняшником різнилися не так суттєво порівняно зі строком проведення підживлення одноразово у період бутонізації. У цьому випадку зменшення кількості води на формування одиниці врожаю насіння соняшника склало у межах 289,3 – 342,0 м³/т, а у обидві зазначені фази – 330,2 – 358,3 м³/т, або відповідно на 32,9 – 41,4 і 39,4 – 44,2 % менше порівняно з контролем.

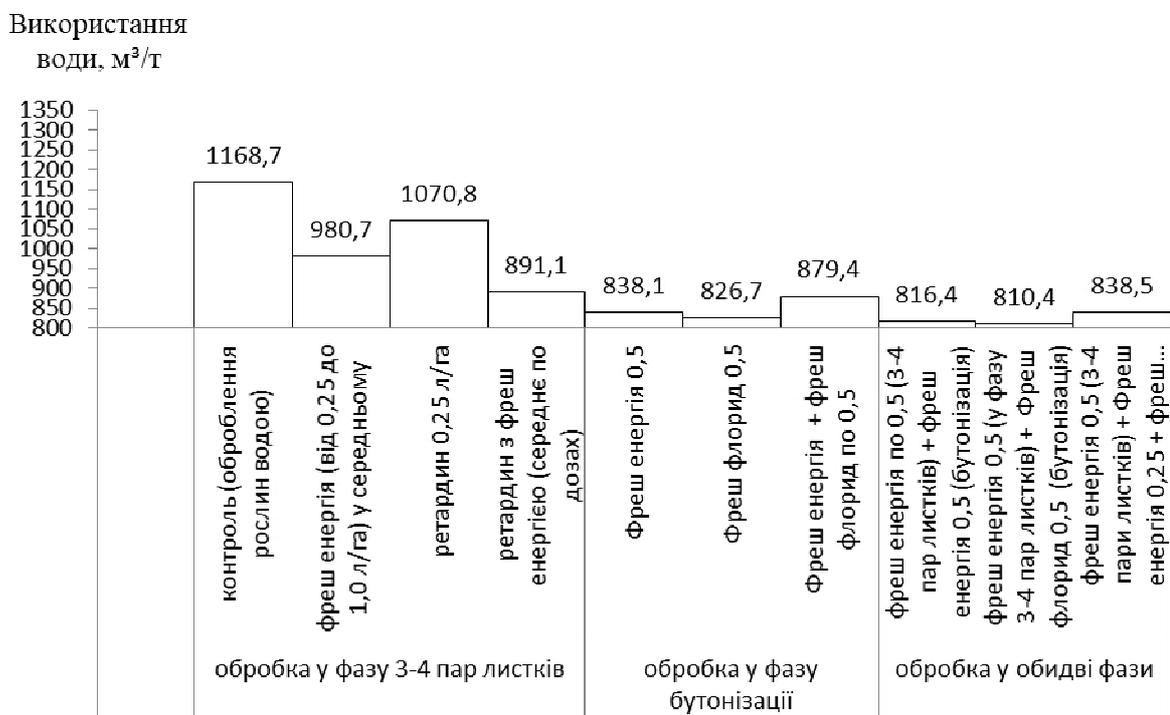


Рис. 2. Вплив доз і строків проведення підживлень біопрепаратами на коефіцієнт водоспоживання соняшника (середнє за 2016-2018 рр.), м³/т

Зазначене є виключно важливим для умов посушливого Південного Степу України, де наявність води знаходиться у першому мінімумі серед факторів, що найбільше впливають на рівень урожайності.

Висновки. Дослідженнями, проведеними з ячменем озимим та соняшником упродовж трирічного вирощування цих культур на чорноземі південному в зоні Степу України, встановлено, що вирішальним фактором, який визначає рівень урожайності і водоспоживання всіх сільськогосподарських культур у тому числі і взятих нами на вивчення, є кількість вологи. Створюється вона за рахунок запасів вологи в ґрунті на період сівби та атмосферних опадів, що випадають упродовж вегетації культури.

Встановлено, що в балансі сумарного водоспоживання озимих культур, зокрема ячменю, частка ґрунтової вологи за роками складає 10,5-16,6 % (13,5 % у середньому за три роки досліджень), а рослин соняшника – в межах 29,1-34,7 та 33,5 % відповідно, або вдвічі більше порівняно з озимими. Решту вологи від загального водоспоживання рослини використовують і задовольняють за рахунок опадів вегетаційного періоду. Відповідно по досліджуваних нами культурах, у роки вирощування на них приходилось 83,5-89,5 % (86,5%) та 65,3-70,9 (66,5%).

Коефіцієнт водоспоживання, або показник витрат вологи на формування 1 тонни зерна (з відповідною кількістю накопиченої біомаси рослинами) істотно змінюється залежно від погодно-кліматичних умов року вирощування, біологічних особливостей культури навіть сорту, технологічних заходів тощо й істотно зменшується за оптимізації живлення. У наших дослідженнях застосування сучасних біопрепаратів для проведення позакореневих підживлень рослин ячменю озимого і соняшника призводило до зменшення цього показника відповідно на 10,8-30,1 % та 39,4-44,2 %. Слід зазначити, що в найбільш несприятливій за зволоженням роки вирощування ефективність використання вологи за оптимізації

живлення (у нашому випадку на засадах ресурсозбереження істотно підвищується.

Отже польовими дослідженнями визначена доцільність проведення обробки посіву рослин ячменю озимого і соняшника в основні періоди вегетації біопрепаратами та рістрегулюючими речовинами, що посилює їх стійкість до умов середовища і призводить до підвищення ефективності використання запасів вологи та опадів на формування врожаю, попереджуючи при цьому непродуктивні їх втрати на випаровування.

Література:

1. Гамаюнова В.В. (2018) *Ефективність зрошення та вплив добрив на використання вологи рослинами і підвищення стійкості землеробства зони Степу*. Монографія «Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти (за науковою редакцією С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка) Харків, Стильна типографія, 364 с., 108-126.

2. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Чередник А. Ю. (2019) Значення органічних добрив у системі удобрення культур польової сівозміни. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія Агрономія. №23 (2), 184–190.

<https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.184>

3. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Глушко Т. В., Музика Н. М. (2019) Значення родючості ґрунтів та дотримання землеробства у збільшенні виробництва зерна та ефективному використанні вологи рослинами в умовах південного Степу України. *Сборник научных трудов «Азербайджанского научно-произв. объединения гидротехники и мелиорации за 2019 год, XXXIX том, Баку: год, «Элм» 430 с., 192-198.*

4. Балюк С. А., Носко Б.С., Воротинцева Л. І. (2018) Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату *Вісник аграрної науки*, 4, 5 – 12.
5. Gamajunova V. V. (2017) Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation // Soil science Working for a Living Applications of Soil science to Present – Day Problems. *Springer International Publishing Switzerland*. P. 159-166.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-45417-7_14
6. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. (2008) *Біологічно активні речовини в рослинництві*. К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 265 с.
7. Козлова О. П., Базалій В. В., Домарацький Є. О., Домарацький О. О. (2019) Вплив стимуляторів росту та біофунгіцидів на архітектоніку різних морфобіотипів соняшнику. *Журнал «Техніка і технологія АПК»* № 2 (111), 24-28.
8. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Іскакова О. Ш., Гирля Л. М., Пилипенко О. В. (2019) Оптимізація живлення картоплі за вирощування в умовах Південного Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія.*, № 23, 196-201. [https:// doi. org/ 10.31734/ agronomy 2019.01. 196](https://doi.org/10.31734/agronomy.2019.01.196).
9. Huang H., Ullah F., Zhou DX, Yi M, Zhao Y. (2019) *Mechanisms of ROS regulation of plant development and stress responses*. *Front Plant Sci.* 10: 800. [DOI 10.3389/fpls.2019.00800]
10. Shulaev V., Cortes D., Miller G., Miller R. (2008) *Metabolomics for plant stress response*. *Physiol Plant.*, 132 (2), 199-208. [DOI 10.1111/j.1399-3054.2007.01025.x]
11. Мойсієнко В. В., Подольський О. М. (2019) Продуктивність ячменю озимого сорту Хайлайт залежно від елементів технології вирощування.

Наукові горизонти. «Scientific Horizons» (Житомирський НАЕУ) №10(83), 13-19. doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19.

12. Ярчук І. І., Божко В. Ю., Мороз О. О. (2015) Зимостійкість та продуктивність сортів ячменю озимого залежно від строків сівби та норм висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, № 3, 54-57. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2015_3_12.

13. Мойсієнко В. В., Подольський О. М. (2019) *Зимостійкість ячменю озимого сорту Хайлайт залежно від строків сівби. «Трофологія (вчення про закономірності живлення біоти та правильного харчування людей) – новітній міждисциплінарний напрям в Україні» Матеріали I Всеукраїнської науково-освітньо-практичної конференції.* Житомир: Житомирський національний агроекологічний університет, 181-184.

14. Лихочвор В. В., Матковська М. В. (2017) Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Вип. 62, 91-101.

15. Веремеєнко С. І., Ткачук С. О., Трушева С. С. (2017) Продуктивність нових сортів ячменю озимого за мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. № 2(1), 12-19.

16. Gamayunova V. V., Fedorchuk M. I., Kuvshinova A. O., Nagirniy V. V. (2019) The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences*, VII(26), ISSUE 215, BUDAPEST, Dec. - P.7-10.

17. Каражбей Г. (2019) Стан та перспективи ячменю озимого на насіннєвому ринку України. Режим доступу: <https://infoindustria.com.ua/analitika/>

18. Анащенко А. В. (1975) Реакция растений подсолнечника на изменение условий влагообеспеченности в разные этапы онтогенеза *Вопросы физиологии: сб. науч. работ.* Краснодар, 77-82.
19. Тоцький В. М. (2012) Водоспоживання та урожайність гібридів соняшнику. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*, №2, 145-147.
20. Мельник А. В., Говорун С. А. (2014) Водоспоживання та урожайність соняшнику залежно від сортових особливостей та попередників в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету* Вип. 3 (27), 173-175.
21. Гамаюнова В., Литовченко А. (2017) Урожайность и водопотребление пшеницы озимой в зависимости от сортовых особенностей, предшественников и фона питания в условиях Степи Украины (<http://sa.uasm.md/index.php/sa/article/view/529>) *Stiinta Agricola*. Аграрная наука Молдова, №1, 23-27.
22. Гамаюнова В. В., Москва І. С. (2016) *Продуктивність рижю ярого на чорноземі південному під впливом сучасних регуляторів росту.* Збірник наукових праць національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Вип.1, 75-82.
23. Козлова А. П. (2019) *Продуктивність соняшнику при застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту у технології вирощування на Півдні України* (Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво), Херсон, 20с.
24. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. (2018) Водоспоживання соняшнику залежно від застосування біопрепаратів за вирощування в умовах

Південного Степу України. *Наукові горизонти. «Scientific Horizons»*. (Житомирський НАЕУ) №7-8(70), 27-35. [in Ukrainian].

References:

1. Gamaiunova V. V. (2018) *Efektivnist zroshennia ta vplyv dobryv na vykorystannia volohy roslynamy i pidvyshchennia stiikosti zemlerobstva zony Stepu*. Monohrafiia «Adaptatsiia ahrotekhnolohii do zmin klimatu: hruntovo-ahrokhimichni aspekty (za naukovoju redaktsiieju S.A. Baliuka, V.V. Medvedieva, B.S. Noska) Kharkiv, Styl'na typohrafiia, 364 s., 108-126. [in Ukrainian].
2. Hospodarenko H. M., Cherny O. D., Cherednyk A. Yu. (2019) Znachennia orhanichnykh dobryv u systemi udobrennia kultur polovoi sivozminy. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seriia Ahronomiia. no 23 (2), 184–190.
<https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.184> [in Ukrainian].
3. Gamaiunova V. V., Khonenko L.H., Hlushko T. V., Muzyka N. M. (2019) Znachennia rodiuchosti gruntiv ta dotrymannia zemlerobstva u zbilshenni vyrobnytstva zerna ta efektyvnomu vykorystanni volohy roslynamy v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy. *Sbornyk nauchnykh trudov «Azerbaidzhanskoho nauchno-proyzv. obedyenyia Hydrotekhniky y Melyoratsyy za hod, XXXIX tom, Baku: hod, «Elm» 430 s, 192-198. [in Azeybardzhan]*
4. Baliuk S. A., Nosko B. S., Vorotyntseva L. I. (2018) Rehuliuвання rodiuchosti gruntiv ta efektyvnosti dobryv v umovakh zmin klimatu. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4, 5 – 12. [in Ukrainian].
5. Gamajunova V. (2017) Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation Soil science Working for a Living Applications of Soil science to Present – Day Problems. *Springer International Publishing Switzerland*, 159-166. [in Germany].

6. Hrytsaienko Z. M., Ponomarenko S. P., Karpenko V. P., Leontiuk I. B. (2008) *Biologichno aktyvni rehovyny v roslynnystvi*. K.: ZAT «NICHLAVA», 265 s.
7. Kozlova O. P., Bazalii V. V., Domaratskyi Ye. O., Domaratskyi O. O. (2019) Vplyv stymulatoriv rostu ta biofunhitsydiv na arkhitektoniku riznykh morfobiotypiv soniashnyku. *Zhurnal «Tekhnika i tekhnolohiia APK»* № 2 (111), 24-28. [in Ukrainian].
8. Gamaiunova V. V., Khonenko L. H., Iskakova O. Sh., Hyrlia L. M., Pylypenko O. V. (2019) Optyimizatsiia zhyvlennia kartopli za vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahronomiia*. no 23, 196-201. [in Ukrainian].
9. Huang H., Ullah F., Zhou DX, Yi M, Zhao Y. (2019) *Mechanisms of ROS regulation of plant development and stress responses*. *Front Plant Sci.*, 10: 800. [DOI 10.3389/fpls.2019.00800]
10. Shulaev V., Cortes D., Miller G., Miller R. (2008) *Metabolomics for plant stress response*. *Physiol Plant.*, 132 (2): 199-208. [DOI 10.1111/j.1399-3054.2007.01025.x]
11. Moisiienko V. V., Podolskyi O. M. (2019) Produktyvnist yachmeniu ozymoho sortu Khailait zalezho vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia. *Naukovi horyzonty. «Scientific Horizons»*. (Zhytomyrskyi NAEU) no.10(83), 13-19. doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19. [in Ukrainian].
12. Yarchuk I. I., Bozhko V. Iu., Moroz O. O. (2015) Zymostiikist ta produktyvnist sortiv yachmeniu ozymoho zalezho vid strokiv sivby ta norm vysivu. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 3, 54-57. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2015_3_12. [in Ukrainian].
13. Moisiienko V. V., Podolskyi O. M. (2019) *Zymostiikist yachmeniu ozymoho sortu Khailait zalezho vid strokiv sivby*. «Trofolohiia (vchennia

pro zakonomirnosti zhyvlennia bioty ta pravylnoho kharchuvannia liudei) – novitnii mizhdystsyplynarnyi napriam v Ukraini» Materialy I Vseukrainskoi naukovo-osvitno-praktychnoi konferentsii. Zhytomyr. Zhytomyrskyi natsionalnyi ahroekolohichniy universytet, 181-184. [in Ukrainian].

14. Lykhochvor V. V., Matkovska M. V. (2017) Urozhainist sortiv ozymoho yachmeniu zalezho vid norm dobryv, morforehulatoriv ta funhitsydiv v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 62, 91-101. [in Ukrainian].

15. Veremeienko S. I., Tkachuk S. O., Trusheva S. S. (2017) Produktyvnist novykh sortiv yachmeniu ozymoho za mineralnoho udobrennia na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu, 2(1), 12-19. [in Ukrainian].

16. Gamayunova V. V., Fedorchuk M. I., Kuvshinova A.O., Nagirniy V. V. (2019) The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences*, VII(26), ISSUE 215, BUDAPEST, Dec. - P.7-10. [in Hungary].

17. Karazhbey H. (2019) Stan ta perspektyvy yachmeniu ozymoho na nasinnievomu rynku Ukrainy. Rezhym dostupu: <https://infoindustria.com.ua/analitika/>

18. Anashchenko, A. V. (1975). Reaktsiya rasteniy podsolnechnika na izmeneniye usloviy vlagoobespechennosti v raznyye etapy ontogeneza [The response of sunflower plants to changes in moisture conditions at different stages of ontogenesis]. *Voprosy fiziologii: sbornik nauchnykh rabot* (pp. 77–82). Krasnodar [in Russian].

19. Totskyi, V. M. (2012). Vodospozhyvannia ta urozhainist hibrydiv soniashnyku [Water consumption and productivity of sunflower hybrids]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 2, 145–147 [in Ukrainian].

20. Melnyk, A. V. & Hovorun, S. A. (2014). Vodospozhyvannia ta urozhainist soniashnyku zalezho vid sortovykh osoblyvostei ta poperednykiv v umovakh pivnichno-skhidnoho Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Water consumption and yield of sunflower, depending on varietal characteristics and predecessors in the conditions of the north-eastern Left Bank Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 3 (27), 173–175 [in Ukrainian].
21. Gamayunova, V., Litovchenko, A. (2017). Urozhaynost i vodopotrebleniye pshenitsy ozimoy v zavisimosti ot sortovykh osobnostey. predshestvennikov i fona pitaniya v usloviyakh Stepiv Ukrainy [Yield and water consumption of winter wheat, depending on the varietal characteristics, predecessors and food background in the conditions of the Steppe of Ukraine]. *Stiinta Agricola*, 1, 23–27 [in Russian].
22. Gamajunova, V. V., Moskva, I. S. (2016). Produktivnist ryzhiiu yarocho na chornozemi pvidennomu pid vplyvom suchasnykh rehulatoriv rostu [Productivity of the rhizome of spring on the chernozem of the south under the influence of modern growth regulators]. *Zbirnyk naukovykh prats natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1, 75–82 [in Ukrainian].
23. Kozlova A.P.(2019) *Produktivnist soniashnyku pry zastosuvanni biopreparativ ta stymulatoriv rostu u tekhnologii vyroshchuvannia na Pivdni Ukrainy* (Avtoreferat na zdobuttia naukovoho stupenia kandydata silskohospodarskykh nauk za spetsialnistiu 06.01.09 – roslynnytstvo), Kherson, 20s. [in Ukrainian].
24. Gamajunova V. V., Kudrina V. S. (2018) Vodospozhyvannia soniashnyku zalezho vid zastosuvannia biopreparativ za vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Naukovi horyzonty. «Scientific Horizons»*. (Zhytomyrskyi NAEU) №7-8(70), 27-35. [in Ukrainian].

Citation: V.V. Gamajunova, A.O. Kuvshinova, V.S. Kudrina, O.V. Sydiakina (2020). INFLUENCE OF BIOLOGICS ON WATER CONSUMPTION OF WINTER BARLEY AND SUNFLOWER IN CONDITIONS OF UKRAINIAN SOUTHERN STEPPE. New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science. 6(42). doi: 10.26886/2414-634X.6(42)2020.9

Copyright: V.V. Gamajunova, A.O. Kuvshinova, V.S. Kudrina, O.V. Sydiakina ©. 2020. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.