

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201902-186>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/186>

УДК 631.43:628.171:631.671

МЕТОД ВИВЧЕННЯ ВОДОСПОЖИВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ПОЛЬОВИХ ВЕГЕТАЦІЙНИХ ДОСЛІДАХ

С.С. Коломієць¹, канд. с.-г. наук, О.М. Нечай², канд. с.-г. наук, О.В. Тураєва³, О.В. Гнелиця⁴

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-4329-4382>; e-mail: kss2006@ukr.net

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-0365-1864>; e-mail: Daniva7@i.ua

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-3367-404X>; e-mail: turaieva.olga@gmail.com

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-3627-0163>; e-mail: npa21pkzb@ukr.net

Анотація. В умовах глобальних змін клімату вивчення водоспоживання нових сортів та гібридів сільськогосподарських культур стає актуальною проблемою через необхідність оцадливого використання наявних водних ресурсів у продукційному процесі та адаптації агротехнологій до кліматичних змін. Розроблений спосіб інструментального вимірювання складових сумарного водоспоживання базується на використанні керамічних мембран для автоматичного підтримання різних рівнів вологозабезпечення ґрунту у польовому вегетаційному досліді за впливу природних кліматичних чинників. Двофакторний вегетаційний дослід дозволяє проводити порівняльний аналіз структури водоспоживання культур за різних рівнів вологозабезпечення ґрунту та різних систем удобрення. Представлено конструктивні рішення та історію створення і становлення польових вегетаційних дослідів із керуванням рівнем вологозабезпечення ґрунту, їх переваги та недоліки. З 2017 р. полігон польових вегетаційних дослідів функціонує на постійній основі у с. Гора Бориспільського району Київської області. Перевагою цих дослідів є висока достовірність одержаних закономірностей, що забезпечує достатню кількість повторностей у кожному варіанті; інструментальне вимірювання складових водоспоживання – евапорації з ґрунту, сумарного водоспоживання і, за різницею, транспірації рослин, що доступно контролювати щоденно, і, навіть, погодинно у добовому циклі; подвійна дія пристрою вологозабезпечення дозволяє як подавати воду до ґрунту, так і відводити надлишок води після опадів до смкостей живлення, що попереджає анаеробіозис у ґрунті.

За результатами проведених дослідів встановлено закономірності фундаментального характеру: кількісно оцінено співвідношення евапорації і транспірації протягом періоду вегетації культур; достовірно встановлено вплив різних систем удобрення на складові сумарного водоспоживання культур, зокрема доведено вплив мікробіологічних препаратів та участь ґрунтової біоти у витрачанні води; факторний аналіз довів рівнозначність факторів вологозабезпечення (38 %) та удобрення (36 %) на продуктивність зерна гречки; в умовах гарантованого вологозабезпечення ґрунтова біота покращує параметри родючості ґрунту.

Нині польовий вегетаційний дослід є незамінним інструментом одержання нових знань, первинних закономірностей, що стануть основою сценарного моделювання адаптації агротехнологій до кліматичних змін, має високий нереалізований потенціал можливостей, а також високий демонстраційний і освітній потенціал для навчання студентів і аспірантів.

Ключові слова: біопрепарати, вегетаційний дослід, евапорація, закономірності водоспоживання, польові культури, системи удобрення, транспірація.

Постановка проблеми. Сучасні досить швидкі глобальні зміни клімату у бік аридизації, особливо в Україні, вимагають адаптації агротехнологій землеробства до зростаючого дефіциту водних ресурсів. Проблема зниження водозабезпечення продукційного процесу сільськогосподарських культур загострюється практично для всіх ґрунтово-кліматичних зон України – від Степу до Полісся, адже, в умовах змін клімату, в Україні, окрім

Карпат, практично зникла гумідна (перезволожена) зона. Це вимагає активного регулювання водного режиму ґрунтів фактично для всієї території України, однак ліміт водних ресурсів обмежує масштаби гідротехнічних меліорацій. Важливим напрямком адаптації землеробства до змін клімату є пошук шляхів економного використання наявних водних ресурсів. Особливо гостро це питання стоїть у богарному землеробстві при виборі нових

сортів і культур, для яких необхідне порівняння структури та інтенсивності сумарного водоспоживання протягом періоду вегетації.

Норми водопотреби, що були встановлені ще за радянських часів, вже застаріли, адже з тих пір впроваджуються і нові культури, і нові сорти, і гібриди, для яких не визначена ця норма.

Актуальність дослідження. Встановлення закономірностей динаміки складових водоспоживання сільськогосподарських культур протягом вегетаційного періоду для обґрунтування інноваційних агротехнологій та вибору нових сортів і гібридів для ощадливого використання наявних водних ресурсів на богарних землях та оптимізації водного режиму меліорованих земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними методами вивчення водоспоживання сільськогосподарських культур є польові балансові розрахункові методи, що базуються на дослідженнях вологості ґрунту, опадів і поливів та напруженості метеопараметрів [1; 2; 3], а також капіталоємкий лізиметричний метод [4; 5]. Ці методи мають певні недоліки, головним з яких є непряме (опосередковане) визначення складових водоспоживання.

Мета дослідження – вивчення закономірностей водоспоживання нових сортів культур на основі інструментального подового вимірювання динаміки складових сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур – евапорації і транспірації за різних систем їх удобрення та різних рівнів вологозабезпечення ґрунту. Ідея інструментального вимірювання складових сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур за регульованого рівня вологозабезпеченості ґрунту виникла в Інституті водних проблем і меліорації НААН у 2009 р. при виконанні бюджетної тематики по дослідженню впливу добрив та інокуляції біопрепаратами на продуктивність сільськогосподарських культур. Перший вегетаційний дослід із вирощування ячменю був організований на території Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ. В його організації активну участь приймали к.с.-г.н Натальчук А.М., Коломієць С.С., Нацяк О.П., Лукашук В.П. Від Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ куратором цих досліджень був заступник директора Коць С.Я. Схемою дослідження передбачалось чотири градації вологозабезпеченості ґрунту (Фактор А) та три варіанти удобрення (Фактор Б), зокрема контроль (без біопрепаратів), бактеризація насіння мікрогуміном та комплексним біопре-

паратом «Коктель» виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАНУ.

Матеріали і методи дослідження. Перший вегетаційний дослід із вирощування ярого ячменю проводився за канонами класичного вегетаційного дослідження [1] під накриттям на стелажах, для виключення попадання опадів до вегетаційних посудин для попередження загнивання коренів і анаеробіозису за суттєвого добового (атмосферного) коливання температури вегетаційних посудин.

Для технічного забезпечення автоматичного підтримання рівня вологозабезпечення ґрунту вегетаційних посудин був застосований спеціальний пристрій, основою якого були керамічна напівпроникна (проникна для вологи, але непроникна для атмосферного повітря) мембрана (рис. 1), що за рахунок всмоктуючого тиску ненасиченою вологою ґрунту забезпечувала подачу води до вегетаційної посудини в заданій кількості для підтримання в ґрунті заданого капілярного потенціалу, що імітувало подачу води з певної заданої глибини рівня ґрунтових вод (РГВ). Зокрема у цьому досліді задавали РГВ=0,4; 0,6; 0,8 та 1,0 м від поверхні ґрунту у вегетаційних посудинах. Принципова конструкція полігону вегетаційних дослідів наведена на рис. 2.

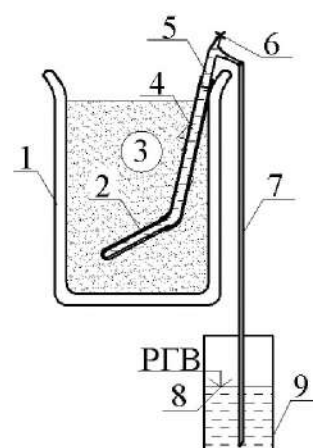


Рис. 1. Пристрій для автоматичного підтримання заданого рівня забезпеченості вологості у вегетаційних посудинах:
1 – вегетативна посудина; 2 – керамічний зонд; 3 – ґрунт; 4 – з'єднувальна трубка ПЕ;
5 – прозорий газовловлювач; 6 – штуцер із запором; 7 – трубка для подачі води; 8 – позначка заданого рівня подачі води;
9 – ємкість живлення

Добутком цього вегетаційного дослідження була п'ятиразова повторність кожного варіанта та можливість щодобового контролю

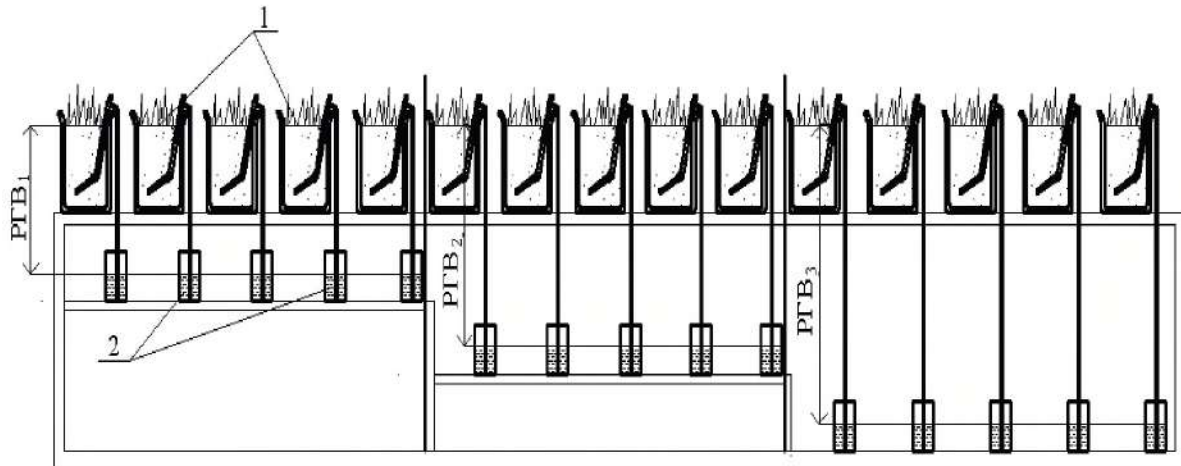


Рис. 2. Конструкція полігону для забезпечення заданих рівнів вологозабезпеченості ґрунту по варіантах досліду
1 – вегетаційні посудини з ґрунтом; 2 – ємкості живлення водою;
 PGB_1 , PGB_2 , PGB_3 – задані норми осушення (рівні ґрунтових вод)

складових водоспоживання, чого, зазвичай, невзможі забезпечити польові розрахункові методи визначення складових водоспоживання і капіталоємні лізиметричні досліді, що загалом підвищувало достовірність визначуваних параметрів водоспоживання.

Результати досліді були опубліковані [2], де продемонстровані можливості його щодо визначення інтенсивності сумарного водоспоживання, побудови кумулятивних графіків сумарного водоспоживання, визначення коефіцієнтів водоспоживання та параметрів біопродуктивності за різного рівня вологозабезпеченості ґрунту.

Головні висновки з проведеного досліді такі:

- було доведено працездатність системи технічного забезпечення рівня сталого зволоження ґрунту за заданими градаціями;

- підтверджено принципову можливість визначення динаміки сумарного водоспоживання не тільки щоденної, але й динаміки добового циклу;

- встановлено суттєвий вплив інокуляції насіння біопрепаратами на фізіологічну здатність рослин до споживання вологи з ґрунту, зокрема було сформульовано гіпотезу гідропротекторної дії біопрепаратів, що полягала у стабілізації водоспоживання за рівнів неоптимального зволоження;

- прямими вимірюваннями встановлено диференційовану азотфіксуючу активність ризосфери ячменю за інокуляції різними біопрепаратами, що визначалась за методом Харді [3];

- п'ятиразова повторність дозволила оцінювати статистичну достовірність основних зако-

номірностей впливу досліджуваних факторів на складові водоспоживання та біопродуктивність ячменю.

Недоліками досліді, на нашу думку, є:

- проведення вегетаційного досліді під накриттям без впливу природних опадів, адже пристрій автоматичного забезпечення заданого рівня вологозабезпечення ґрунту має подвійну дію: подачу води до ґрунту з певної глибини та скидання надлишку вологи після великих атмосферних опадів, що запобігало загниванню коренів і виникненню анаеробіозису у ґрунті;

- ґрунт вегетаційних посудин, перебуваючи під атмосферним впливом, відчував суттєві добові коливання температури, відмінні від їх коливань у ґрунтового профілі, що має важливе значення для життєдіяльності ґрунтової біоти;

- на ділянці подвір'я, де знаходились стелажі з вегетаційними ємкостями, був відсутній польовий режим циркуляції повітря і відчувалось затінення частини ємкостей у певні години доби тінню від високих дерев, що змінювало умови евапотранспірації з них.

З метою усунення цих недоліків, другий вегетаційний дослід з вирощування ярого ячменю (сорт Геліос) на дерново-підзолистому супіщаному осушуваному ґрунті проводили у 2012 р. спільно з лабораторією меліорації та агроєкології Волинського інституту АПВ на території Копачівської осушувальної системи, що у Рожищенському районі Волинської області. В організації цього досліді активну участь приймали кандидати сільськогосподарських наук Новосад І.М., Натальчук А.М.,

Коломієць С.С., аспірант Поліщук К.В. та інші. [4].

Другий вегетаційний дослід проводили в польових умовах з відтворенням природного термічного режиму ґрунту, коли вегетаційні ємності були по вінця засипані ґрунтом – створювався режим переважно вертикальних градієнтів енергомасообміну. Схемою дослідів було передбачено три градації вологозабезпеченості ґрунту РГВ= 0,5; 0,75 та 1,0 м (фактор А) та чотири варіанти удобрення (фактор Б): абсолютний контроль (без добрив); інокуляція зерна мікрогуміном; мінеральна система удобрення (СУ) $N_{60}P_{60}K_{60}$; мінеральна СУ ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + мікрогумін). Окрім цього, для вивчення евапорації в кожному з 12 варіантів дослідів додано одну ємність без посіву (4+1).

Результативність цього дослідів відбиває діаграма врожайності ячменю, зображена на рис. 3.

Надзвичайна контрастність врожаю зерна ячменю свідчить про низьку природну родючість осушуваних дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів і високу ефективність застосування на них мінеральних добрив. Позитивного ефекту від застосування біопрепарату асоціативної азотфіксуючої дії мікрогумін не встановлено, навіть спостерігався негативний ефект – зниження врожайності зерна за відповідними варіантами.

За одержаними результатами і обґрунтованими висновками слід констатувати, що вегетаційний дослід з регульованими рівнями

ґрунтових вод є незамінним і ефективним інструментом оптимізації водного режиму осушуваних земель, а також перспективним методом управління якістю продукції меліорованого землеробства та оптимізації системи удобрення [4].

За розрахованими коефіцієнтами водоспоживання на одиницю зернової продукції ячменю у варіантах з мінеральною СУ підтверджено зниження сумарного водоспоживання, особливо в умовах перезволоження за РГВ = 0,5 м, що демонструє таблиця 1.

Однак мали місце і недоліки, зокрема за вегетаційний період з 04.05 по 17.07.2012 р. випало понад 135 мм опадів. У травні дощі проходили майже щодня, а у червні спостерігались потужні зливи нормою до 42 мм. Тож був порушений водний баланс ґрунту вегетаційних посудин через часте неконтрольоване переливання води з ємностей живлення. Через віддаленість дослідів від лабораторії та стан доріг спостерігалась недостатня частота проведення вимірів водоспоживання – один раз на 3–4 дні. Тому результати даного дослідів були некондиційними, особливо щодо складових водоспоживання.

Переважно ініціативна форма проведення перших двох вегетаційних дослідів дозволила отримати незамінний досвід експериментального вивчення складових водоспоживання сільськогосподарських культур за умов різного рівня вологозабезпеченості ґрунту та різних систем удобрення, зокрема

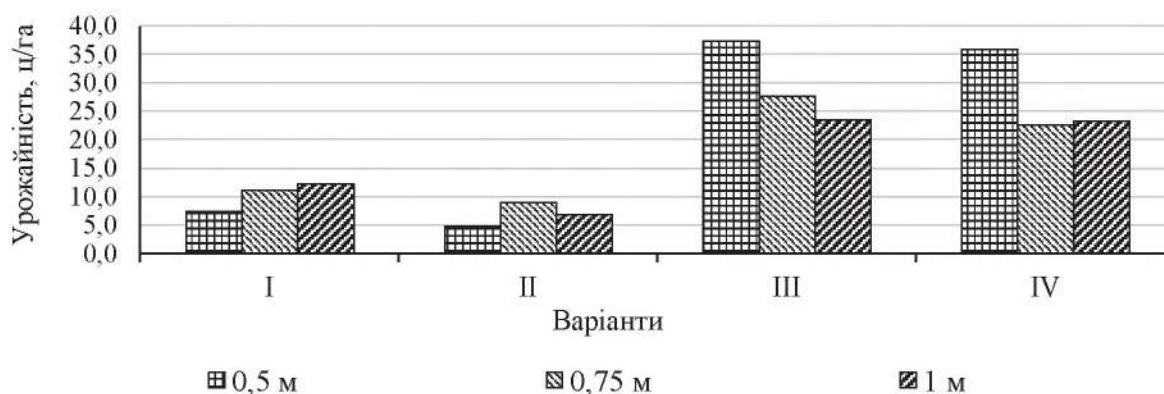


Рис. 3. Діаграми врожайності ярого ячменю за варіантами дослідів, 2012 р.

1. Коефіцієнти водоспоживання ячменю, м³/ц

№ з/п	Варіант	Градації РГВ, м		
		0,5	0,75	1,0
I	Абсолютний контроль (без добрив)	131,8	95,5	91,6
II	Без добрив + інокуляція біопрепаратом мікрогумін	228,8	125,0	175,8
III	Добрива $N_{60}P_{60}K_{60}$	13,5	25,9	36,7
IV	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + інокуляція біопрепаратом мікрогумін	15,9	33,0	43,4

встановлено вплив мікробіологічних препаратів на процеси водоспоживання та отримано інші результати фундаментального характеру.

Результати дослідження і їх обговорення. З 2016 р. у тематичному плані ІВПіМ НААН започаткований фундаментальний проект 05.03.01.01 «Встановити закономірності водного обміну нових сортів культур суцільної сівби на меліорованих землях та обґрунтувати методологію формування інноваційних агротехнологій меліоративного землеробства» (2016–2020 рр.). Місцем проведення польових вегетаційних дослідів визначена територія ДП «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН в с. Гора Бориспільського району Київської області, де протягом 2017 та 2018 років вирощували гречку нових сортів Мальва (2015) та Ольга (2014), а у 2019 р. – сою (сорт Ніагара). З 2017 р. полігон польових вегетаційних дослідів працює на постійній основі.

Веgetаційні досліді проводили на місцевому сірому опідзоленому супіщаному ґрунті. За схемою двофакторні веgetаційні досліді з вирощування гречки у 2017 та 2018 роках були ідентичними: 3 градації вологозабезпечення ґрунту (Фактор А) та три системи удобрення (Фактор Б): абсолютний контроль (без добрив); мінеральна СУ; біологічна СУ. Веgetаційний дослід 2017 р. був результативним, однак недостатньо кондиційним через відсутність контролю метеопараметрів (почалися лише з 20.07), високу варіабельність водоспоживання у межах кожного варіанту, негативний ефект впливу біопрепаратів Хетомік та Діазобактерин, певне перезволоження ґрунту у варіанті з РГВ = 0,5 м, біоіндикація якого проведена по заростанню поверхні ґрунту мохом.

Отже, у веgetаційному досліді 2018 р були знижені рівні водоподачі синхронно на 10 см і становили – 0,6, 0,9 та 1,2 м, для зниження варіабельності площа керамічного зонду була збільшена у 3,5 рази, у біологічній СУ використаний біопрепарат азотофіт від виробника БТУ-центр. У результаті конденційно проведеного веgetаційного досліді 2018 р. одержано важливі фундаментальні результати.

Зокрема, в таблиці 2 за варіантами веgetаційного досліді наведено складові водного обміну, біопродуктивність гречки, коефіцієнти водоспоживання та транспіраційні коефіцієнти.

Наведена в таблиці інформація є унікальною за кількістю та якістю, що носить фундаментальний характер. Зокрема, на рис. 4 для прикладу наведено графічну інтерпретацію даних таблиці щодо співвідношення значень сумарного водоспоживання, випаровування з ґрунту та транспірації за різного рівня вологозабезпечення ґрунту.

Проведений факторний аналіз результатів цього двофакторного веgetаційного досліді засвідчив певне переважання впливу вологозабезпеченості ґрунту (Фактор А – 38%) над Фактором Б (систем удобрення – 36%) на продуктивність зерна гречки. Отриманий в досліді рівень врожайності майже вдвічі переважав паспортні дані гречки сорту Ольга (2014 р.), що свідчить про наближення умов веgetації до реалізації біологічного потенціалу сорту.

Висновки. Фундаментальним результатом веgetаційних дослідів є достовірне встановлення впливу різних систем удобрення на складові водоспоживання сільськогосподарських культур і зокрема мікробіологічних препаратів, встановлено також участь ґрунтової

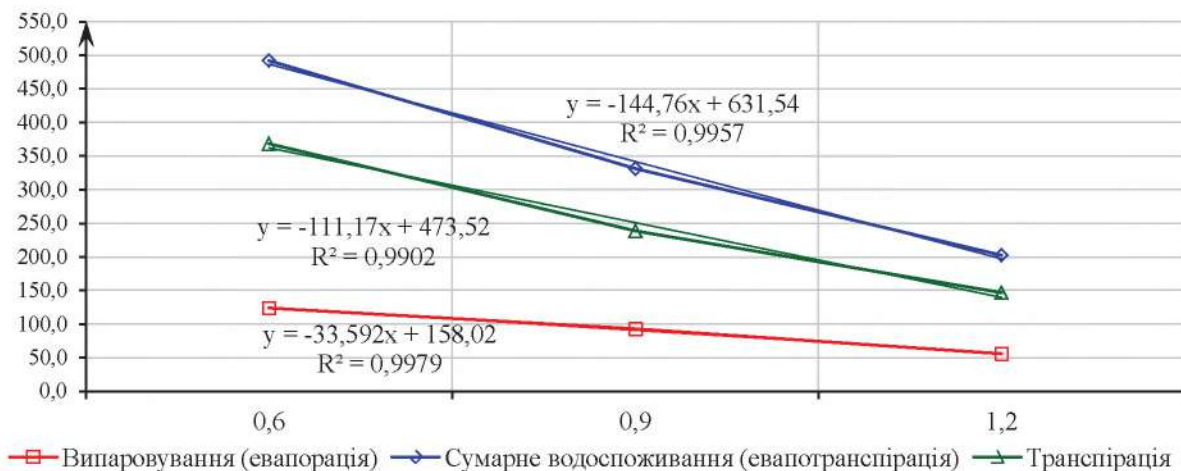


Рис. 4. Співвідношення сумарного водоспоживання, випаровування і транспірації (мм) гречки за різного рівня вологозабезпеченості ґрунту за результатами веgetаційного періоду

2. Складові водного обміну, біопродуктивність та коефіцієнти водоспоживання і транспірації гречки за варіантами вегетаційного дослідю

Рівень вологозабезпеченості ґрунту РГВ, м (фактор А)	Система удобрення (фактор Б)	Варіанти	Випаровування (евапорация), мм	Сумарне водоспоживання (евапотранспірація), мм	Інфільтрація, мм		Опади, мм	Врожайність, т/га	Біопродуктивність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	Транспіраційний коефіцієнт
0,6 м	К	без посіву	144,51		-106,91		212,60				
		з посівом		474,27		-51,62	212,60	4,54	9,77	1399,23	651,73
	Б	без посіву	120,46		-101,94		212,60				
		з посівом		442,19		-57,67	212,60	4,29	9,48	1391,89	631,16
	М	без посіву	105,65		-111,81		212,60				
		з посівом		560,39		-47,10	212,60	7,09	15,68	1023,82	463,79
середнє		123,54	492,28	-106,89	-52,13	212,60	5,31	11,64	1229,28	561,72	
0,9 м	К	без посіву	98,42		-96,77		212,60				
		з посівом		296,97		-51,06	212,60	3,62	8,35	1266,60	550,19
	Б	без посіву	91,70		-92,05		212,60				
		з посівом		342,91		-59,26	212,60	4,17	9,13	1190,05	544,64
	М	без посіву	87,75		-94,37		212,60				
		з посівом		353,23		-34,41	212,60	5,13	12,22	1035,91	435,73
середнє		92,62	331,04	-94,40	-48,24	212,60	4,30	9,90	1152,09	501,44	
1,2 м	К	без посіву	54,50		-92,48		212,60				
		з посівом		182,47		-37,19	212,60	3,07	6,93	1165,73	517,15
	Б	без посіву	55,98		-89,80		212,60				
		з посівом		191,04		-35,31	212,60	3,11	7,06	1184,34	522,79
	М	без посіву	58,59		-81,29		212,60				
		з посівом		234,78		-26,39	212,60	4,00	7,18	1052,48	587,69
середнє		56,36	202,77	-87,86	-32,96	212,60	3,39	7,06	1128,05	542,96	
	Середнє по дослідю		90,84	342,03	-96,38	-44,45	212,60	4,33	9,53	1178,24	536,26
Системи удобрення (фактор Б)	Ксер		99,15	317,90	-98,72	-46,62	212,60	3,74	8,35	1293,80	580,63
	Бсер		89,38	325,38	-94,60	-50,75	212,60	3,85	8,56	1265,53	570,63
	Мсер		84,00	382,80	-95,82	-35,97	212,60	5,41	11,69	1034,07	479,33
	Середнє по дослідю		90,84	342,03	-96,38	-44,45	212,60	4,33	9,53	1178,24	536,26

біоти у витрачанні ґрунтової вологи, а також її позитивний вплив на зростання параметрів родючості ґрунту після проведення дослідів (рухомі форми NPK, органічна речовина), найвірогідніше, за рахунок розвитку мікрота мезобіоти (водорості, мохи тощо) в умовах гарантованого зволоження ґрунту.

У 2019 р. проводиться вегетаційний дослід із вирощування сої (сорт Ніагара), до схеми якого додано четверту органічну систему удобрення та чотири варіанти різних композицій біопрепаратів за рекомендаціями ТОВ «Торговий дім «БТУ-центр»». Первинні результати цього дослідів загалом підтверджують закономірності водоспоживання, що були одержані у попередніх дослідів.

Розроблений в ІВПіМ НААН спосіб проведення польових вегетаційних дослідів з регулюванням рівня вологозабезпечення ґрунту є незамінним для інструментального вивчення

закономірностей евапорації і транспірації протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, які використовують у подальшому при сценарному моделюванні агротехнологій адаптивних до різного рівня вологозабезпеченості ґрунту меліорованих територій, а також богарного землеробства за довготермінованими прогнозами забезпеченості опадами вегетаційного періоду, які спрямовані на ощадливе використання вологи у продукційному процесі.

Нереалізованою залишається можливість прямої порівняльної оцінки водоспоживання різних нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур за різних рівнів вологозабезпечення ґрунту у польовому вегетаційному досліді.

Польовий вегетаційний дослід має високий демонстраційний і освітній потенціал для навчання студентів і аспірантів.

Бібліографія

1. Алпат'єв А.М. Влагодобороти в природі і їх преобразованія. Ленінград: Гидрометеоздат, 1969. 322 с.
2. Алпат'єв С.М. О поливних режимах сельскохозйственних культур // Орошаемое земледелие в европейской части СССР. Москва, 1965. С. 185–190.
3. Алпат'єв С.М. Зрошення і осушення земель. Київ: Урожай, 1971. 320 с.
4. Лизиметрические исследования в луговодстве / Н.А. Семенов и др. Ярославль, 2005. 498 с.
5. Муромцев Н.А. Мелиоративная гидрофизика почв. Ленінград: Гидрометеоздат, 1991. 272 с.
6. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. Москва, 1968. 250 с.
7. Методика проведення вегетаційних дослідів з регульованим водним режимом / Коломієць С.С. та ін. // Меліорація і водне господарство. Вип. 98. 2010. С. 128–137.
8. Hardij, R.W., Holsten, R.D., Jackson, E.K., & Burns, R.S. The acetylene – ethylene assay for N₂ fixation: laboratory and field evaluation // Plant Physiol. 1968. № 8. P. 1185–1207.
9. Розробити технології вирощування сільськогосподарських культур з елементами органічного та альтернативного землеробства з урахуванням агроресурсного потенціалу гумідної зони: звіт про НДР (проміжний, 2012 р.): № ДР 0111U006041/ІВПіМ НААН. Київ, 2012. 86 с.
10. Встановити закономірності водного обміну нових сортів культур суцільної сівби на меліорованих землях та обґрунтувати методологію формування інноваційних агротехнологій меліоративного землеробства: звіт про НДР (проміжний, 2018 р.): № ДР 0116U003970/ІВПіМ НААН. Київ, 2018. 70 с.

References

1. Alpat'yev, A.M. (1969). Vлагоoboroty v prirode i ikh preobrazovaniya [Moisture in nature and their transformation]. Leningrad: Gidrometeoizdat. [in Russian].
2. Alpat'yev, S.M. (1965). O polivnykh rezhimakh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Oroshayemoye zemledeliye v yevropeyskoy chasti SSSR [On crop irrigation regimes. Irrigated agriculture in the European part of the USSR]. Moskva. [in Russian].
3. Alpat'yev, S.M. (1971). Zroshennya i osushennya zemel' [Irrigation and drainage of land]. Kyiv: Urozhay. [in Ukrainian].
4. Semenov, N.A., Muromtsev, N.A., Sabitov, G.A., & Korotkov, B.I. (2005). Lizimetricheskiye issledovaniya v lugovodstve [Lysimetric studies in meadow farming]. Yaroslavl'.
5. Muromtsev, N.A. (1991). Meliorativnaya gidrofizika pochv [Soil drainage hydrophysics]. Leningrad: Gidrometeoizdat. [in Russian].
6. Zhurbitskiy, Z.I. (1968). Teoriya i praktika vegetatsionnogo kharaktera [Theory and practice of the vegetative method]. Moskva. [in Russian].

7. Kolomiêts', S.S., Natal'chuk, A.M., Lukashuk, V.P., Polishchuk, K.V., & Zhemoyda, A.V. (2010). Metodika provedennya vegetatsiynikh doslidiv z regul'ovanim vodnim rezhimom [Method of conducting vegetation experiments with regulated water regime]. Melioratsiya i vodne gospodarstvo, 98, 128–137. [in Ukrainian].

8. Hardij, R.W., Holsten, R.D., Jackson, E.K., & Burns, R.S. (1968). The acetylene – ethylene assay for N₂ fixation: laboratory and field evaluation [The acetylene – ethylene assay for N₂ fixation: laboratory and field evaluation]. Plant Physiol, 8, 1185–1207.

9. IWPiM NAAN. (2012). Rozrobyty tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil'skohospodars'kykh kul'tur z elementamy organichnoho ta al'ternatyvnoho zemlerobstva z urakhuvanniam ahroresurnoho potentsialu humidnoyi zony [To develop technologies of cultivation of crops with elements of organic and alternative agriculture taking into account the agrosresource potential of the humid zone]: Zvit pro NDR (promizhniy, 2012 r.). № DR 0111U006041. Kyiv.

10. IWPiM NAAN. (2018). Vstanovyty zakonmirmosti vodnoho obminu novykh sortiv kul'tur sutsil'noyi sivby na meliorovanykh zemlyakh ta obgruntuvaty metodolohiyu formuvannya innovatsiynikh ahrotekhnolohiy melioratyvnoho zemlerobstva [To establish regularities of water exchange of new varieties of crops of continuous sowing on the reclaimed lands and to substantiate the methodology of formation of innovative agro-technologies of reclamation agriculture]: Zvit pro NDR (promizhniy, 2018 r.). № DR 0116U003970. Kyiv.

С.С. Коломиец, О.Н. Нечай, О.В. Тураева, А.В. Гнелица

Метод изучения водопотребления сельскохозяйственных культур

в полевых вегетационных опытах

Аннотация. В условиях глобальных изменений климата изучение водопотребления новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур становится актуальной проблемой из-за необходимости экономного использования имеющихся водных ресурсов в производственном процессе и адаптации агротехнологий к климатическим изменениям. Разработанный способ инструментального измерения составляющих суммарного водопотребления базируется на использовании керамических мембран для автоматического поддержания различных уровней влагообеспеченности почвы в полевом вегетационном опыте при влиянии природных климатических факторов. Двухфакторный вегетационный опыт позволяет проводить сравнительный анализ структуры водопотребления культур при разных уровнях влагообеспеченности почвы и различных системах удобрения. Представлены конструктивные решения, история создания и становления полевых вегетационных опытов с управляемым уровнем влагообеспеченности почвы, их преимущества и недостатки. С 2017 г. полигон полевых вегетационных опытов функционирует на постоянной основе в с. Гора Бориспольского района Киевской области. Преимуществом этих опытов является высокая достоверность полученных закономерностей, обеспечивающая достаточное количество повторностей в каждом варианте; инструментальное измерение составляющих водопотребления – эвапорации из почвы, суммарного водопотребления и, по разнице, транспирации растений, которые доступно контролировать ежедневно и даже почасово в суточном цикле; двойное действие устройства влагообеспеченности позволяет как подавать воду в почву, так и отводить излишек воды после осадков к емкостям питания, что предупреждает анаэробнозис в почве.

По результатам проведенных опытов установлены закономерности фундаментального характера: количественно оценено соотношение эвапорации и транспирации в течение периода вегетации культур; достоверно установлено влияние различных систем удобрения на составляющие суммарного водопотребления культур, в частности, доказано влияние микробиологических препаратов и участие почвенной биоты в расходовании воды; факторный анализ показал равнозначность факторов влагообеспеченности (38 %) и системы удобрений (36 %) на урожайность гречихи; в условиях гарантированной влагообеспеченности почвенная биота улучшает параметры плодородия почвы.

Сейчас полевой вегетационный опыт является незаменимым инструментом получения новых знаний, первичных закономерностей, которые станут основой сценарного моделирования адаптации агротехнологий к климатическим изменениям, имеет высокий нереализованный потенциал возможностей, а также высокий демонстрационный и образовательный потенциал для обучения студентов и аспирантов.

Ключевые слова: биопрепараты, вегетационный опыт, эвапорация, закономерности водопотребления, полевые культуры, системы удобрения, транспирация.

S.S. Kolomiets, O.M. Nechaj, O.V. Turaieva, O.V. Hnelytsia

The method of studying water consumption of crops in field vegetation experiments

Abstract. *In the context of global climate change, the study of water consumption of new varieties and hybrids of agricultural crops becomes an urgent problem because of the need for economical use of available water resources in the production process and the adaptation of agro-technologies to climate change. The developed method of instrumental measurement of the components of total water consumption is based on the use of ceramic membranes to automatically maintain different levels of soil moisture in the field vegetation experience under the influence of natural climatic factors. A two-factor vegetation experiment allows a comparative analysis of the structure of water consumption of crops at different levels of soil moisture and different fertilizer systems. The constructive decisions and the history of creation of field vegetation experiments with a controlled level of soil moisture supply, their advantages and disadvantages are presented. Since 2017, the field of vegetation field experiments has operated on a permanent basis in the village Mountain of Boryspil district of Kyiv region. The advantages of these experiments are the high reliability of the obtained patterns, which is ensured by a sufficient number of vascular replications in each variant; instrumental measurement of the components of water consumption - evaporation from the soil, total water consumption and, by difference, transpiration of plants, it is possible to control daily, and even hourly, in the daily cycle; the double action of the moisture supply device allows both to supply water to the soil, and to divert excess water after precipitation to the supply tanks, preventing anaerobiosis in the soil. Based on the results of the experiments, the mechanism of fundamental character were established: quantification of the ratio of evaporation and transpiration during the growing season of crops; the influence of different fertilizer systems on the components of total water consumption of crops has been reliably established, in particular the influence of microbiological preparations and the participation of soil biota in the water consumption have been proved; factor analysis proved the equivalence of moisture supply factors (38 %) and fertilizer (36 %) on buckwheat grain productivity; in conditions of guaranteed moisture supply, soil biota improves soil fertility parameters (organic matter, mobile NPK forms).*

For today the field vegetation experiment is an indispensable tool for obtaining new knowledge, primary a mechanisms enabling to form the basis of scenario modeling of the adaptation of agro-technologies to climate change and has high untapped potential, and high demonstration and educational potential for teaching students and postgraduate students.

Key words: *biological products, vegetative experience, evaporation, patterns of water consumption, field crops, fertilizer systems, transpiration.*