



# Сторінка молодого вченого

УДК 631.675:631.671:  
633.854.78:635.657:631.674.6

© 2023

## ЕВАПОТРАНСПІРАЦІЯ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ І НУТУ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

О.І. Гуленко<sup>1</sup>, В.В. Калілей<sup>2</sup>

Інститут водних проблем і меліорації НААН  
вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>gulenkoai@gmail.com, <sup>2</sup>vkaliley@gmail.com  
ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-1007-5677, <sup>2</sup>0000-0002-4366-0397

\*Науковий керівник — доктор сільськогосподарських наук,  
професор, член-кореспондент НААН А.П. Шатковський

Надійшла 19.12.2022

**Мета.** Визначити параметри режимів зрошення, величину евапотранспірації  $ET_c$  та врожайність посівів соняшнику і нуту залежно від конструкцій систем краплинного зрошення та режиму водоподачі. **Методи.** Короткотермінові польові досліді, аналітичні і статистичні методи обробки експериментальних даних. **Результати.** Доведено, що спосіб укладання поливних трубопроводів систем краплинного зрошення достовірно впливає на евапотранспірацію, водний режим та врожайність соняшнику і нуту в умовах Степу Сухого. Так, величина евапотранспірації соняшнику варіювала залежно від водного режиму: 2,94 – 3,05 тис.  $m^3/га$ , коли поля взагалі не зрошувалися; 4,36 – 4,62 тис.  $m^3/га$  у разі підґрунтового розміщення поливних трубопроводів (на глибині 0,3 м) та 4,73 – 5,24 тис.  $m^3/га$ , коли трубопроводи прокладали на поверхні. Величина евапотранспірації нуту змінювалася так: 3,15 тис.  $m^3/га$  на незрошуваних полях, 5,47 – 5,76 тис.  $m^3/га$  за умови підґрунтового краплинного зрошення та 6,23 – 6,99 тис.  $m^3/га$  у разі, коли поливні трубопроводи розміщувалися на землі. Евапотранспірація за реалізації імпульсного режиму водоподачі становила 4,85 тис.  $m^3/га$  для соняшнику і 5,69 тис.  $m^3/га$  для нуту. **Висновки.** При вирощуванні соняшнику і нуту доцільніше впроваджувати підґрунтове краплинне зрошення, що пояснюється посухостійкістю цих культур. Внутрішньогрунтове укладання поливних трубопроводів краплинного зрошення забезпечує практично ідентичну врожайність за нижчих коефіцієнтів водоспоживання рослин. Так, мінімальних коефіцієнтів водоспоживання ( $1077,8 m^3/т$  — соняшник,  $1329,7 m^3/т$  — нут) вдається досягти за умови реалізації імпульсного режиму водоподачі. Цей режим забезпечує і найвищий рівень врожайності культур — 4,50 т/га (соняшник) та 4,28 т/га (нут).

**Ключові слова:** водний режим ґрунту, імпульсний режим водоподачі, норма зрошення, коефіцієнт водоспоживання.

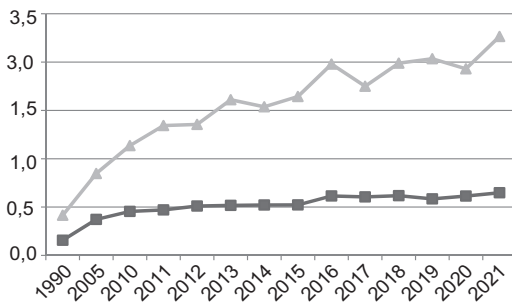
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-09>

За останні 15–20 років сільськогосподарське виробництво України переорієнтувалося на вирощування більш рентабельних, високоліквідних та посухостійких культур. Так, посівні площі соняшнику, що належить до таких культур, зросли із 3,72 (2005 р.) до 6,48 млн га (2021 р.), а його валове виробництво за цей період збільшилося [1] з 4,75 до 16,17 млн т (рис. 1).

З одного боку, зростання посівних площ соняшнику вважається не завжди доцільним, оскільки призводить до зниження родючості ґрунтів [2]. З другого боку, тенденція до зміни клімату в бік посушливості [3–5] може стати причиною подальшого збільшення посівних площ цієї відносно посухостійкої культури.

Відомо, що нут також належить до відносно посухостійких сільськогосподарських культур. За останні 10 років площа посівів нуту в Україні зросла у більш як 10 разів і наразі становить близько 40–50 тис. га, а в перспективі Україна може успішно засівати до 1 млн га щорічно [6]. Нут, на противагу соняшнику, в умовах зрошуваної сівозміни збагачує ґрунт азотом, а тому є рекомендованим попередником практично для всіх зернових культур.

Потенційна врожайність соняшнику і нуту у разі застосування зрошення становить понад 4 т/га, причому найбільший ефект забезпечує впровадження мікрозрошення.



**Рис. 1.** Динаміка росту посівних площ та валового збору соняшнику в Україні впродовж 1990–2021 рр.: ▲ — об'єм, млн т; ■ — площа, млн га

Це доведено дослідженнями як закордонних [7–10], так і українських учених [11, 12].

Відмінність наших досліджень від проведених іноземними спеціалістами полягає в аналізі та обґрунтуванні ефективності різних конструкцій краплинного зрошення (КЗ), підґрунтового краплинного зрошення (ПКЗ) та імпульсного підґрунтового краплинного зрошення (ІПКЗ) у ланці сівозміни «нут — соняшник».

**Мета досліджень** — визначити параметри зрошення ґрунту, величину евапотранспірації ЕТс, а також орієнтовну врожайність посівів соняшнику і нуту залежно від конструкцій систем мікрозрошення та режиму водоподачі.

**Матеріали та методи досліджень.**

Польові експериментальні дослідження проводили на землях Брилівського дослідного поля ІВПіМ НААН (с. Привітне, Виноградівська сільська громада Херсонського р-ну Херсонської обл., підзона Степу Сухого, 46°40' пн.ш., 33°12' сх.д.) упродовж 2020–2022 рр. Трифакторним (соняшник) і двофакторним (нут) польовими дослідженнями передбачено такі конструкції систем мікрозрошення: краплинне зрошення із наземним укладанням поливних трубопроводів (ПТ), підґрундове краплинне зрошення з укладанням поливних трубопроводів на глибину 30 см. Як конструктивний параметр розглядали також відстань між трубопроводами — 0,7 м (1,0 м) і 1,4 м. Еталонним був варіант із режимом підґрунтового краплинного зрошення з імпульсним режимом водоподачі, а контрольним слугував варіант, що передбачав режим природного вологозабезпечення — без зрошення (Б/З). Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками: розміщення ділянок — систематичне, повторність — 4-разова, площа облікових ділянок — 32 м<sup>2</sup> [13, 14]. При цьому використовували гібриди соняшнику кондитерського двох сортів — Український F1 і Рімісол F1 та нут сорту Буджак.

Ґрунт дослідної ділянки — темно-каштановий легкосуглинковий, щільність складення його 50-сантиметрового шару

становила 1,47 г/см<sup>3</sup>, уміст гумусу — 1,44%, азоту лужногідролізованого (визначали методом Корнфілда) — 70 мг/100 г ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (метод Чирікова) — 32,3 та 9,3 мг/100 г ґрунту відповідно.

Кількість продуктивних опадів упродовж вегетаційного періоду соняшнику і нуту була різною за роки досліджень. Так, у 2020 р. їх випало лише 68 мм, що становить 35,5% від кліматичної норми, упродовж 2021 р. — 393,8 мм, або 205,5%, що також є аномальним явищем для умов Степу Сухого, а у 2022 р. — 167,6 мм, або 87,5% від кліматичної норми. Рівень передполивної вологості у 50-сантиметровому шарі ґрунту дорівнював – 21 кПа. Для визначення термінів поливу використовували інструментальні комплекси: зонд-воломір Drill and Drop компанії Sentek та станцію моніторингу вологості ґрунту iMetos із датчиками Echo Probe EC-5 [15]. Статистичний аналіз отриманих результатів проводили дисперсійним, кореляційним і регресійним методами з використанням програми «Statistica 6.0».

**Результати досліджень та їх обговорення.** Польові дослідження показали, що фактично водний режим ґрунту та евапотранспірація соняшнику і нуту залежали від конструкції систем зрошення, способу водоподачі та метеорологічних умов вегетаційного періоду окремо взятого року. З метою спрощення процесу аналізування даних було усереднено кількість вегетаційних поливів, норми зрошення і величину евапотранспірації культур у розрізі років досліджень (таблиця).

Упродовж усіх років досліджень для підтримання вологозапасів ґрунту на рівні –21 кПа (80% від найменшої вологомісткості) у разі вирощування гібридів соняшнику щорічно проводили 11–14 вегетаційних поливів із нормою зрошення 1,67–1,96 тис. м<sup>3</sup>/га за умови підґрунтового способу зрошення та 14–19 поливів із нормою зрошення 1,96–2,43 тис. м<sup>3</sup>/га за умови краплинного. Отже, за усередненими даними, норма зрошення за умови підґрунтового поливу була меншою на 0,384 тис. м<sup>3</sup>/га, або на 17,4%, ніж у разі наземного розміщення поливних трубопроводів. Величина ЕТс соняшнику варіювалася від 2,94

до 3,05 тис. м<sup>3</sup>/га, коли ґрунт взагалі не зрошувався, від 4,36 до 4,62 тис. м<sup>3</sup>/га у разі проведення підґрунтового поливу (розміщення поливних труб на глибині 0,3 м) та від 4,73 до 5,24 тис. м<sup>3</sup>/га, коли поливні трубопроводи прокладали на поверхні. У розрізі гібридів евапотранспірація була практично однаковою: Рімісол F1 — 4,35 тис. м<sup>3</sup>/га, Український F1 — 4,44 тис. м<sup>3</sup>/га. Реалізуючи імпульсний режим водоподачі, в середньому щорічно проводили 148 вегетаційних поливів із загальною нормою зрошення 2,22 тис. м<sup>3</sup>/га. Евапотранспірація при цьому становила 4,85 тис. м<sup>3</sup>/га. Мінімальний коефіцієнт водоспоживання (КВ) соняшнику був характерним для варіантів із підґрунтовим краплинним зрошенням — він становив 1088,7–1254,2 м<sup>3</sup>/т. Максимально цей коефіцієнт зростав в умовах богарного вирощування — до 1839,8–1847,8 м<sup>3</sup>/т. Слід відзначити порівняно низьке значення коефіцієнта водоспоживання, а саме 1077,8 м<sup>3</sup>/т, в експериментальному варіанті підґрунтового краплинного зрошення з режимом імпульсної водоподачі, що свідчить про найбільш ефективне використання води рослинами соняшнику.

За розглядуваний період вирощування нуту щороку проводили 16–19 вегетаційних поливів із нормою зрошення 2,84–3,11 тис. м<sup>3</sup>/га в умовах підґрунтового краплинного зрошення та 19–22 поливів із нормою 3,61–4,23 тис. м<sup>3</sup>/га в умовах наземного. За усередненими даними, норма у разі проведення підґрунтового краплинного зрошення була меншою на 0,955 тис. м<sup>3</sup>/га, або на 24,3%, ніж за наземного розміщення поливних трубопроводів. Значення ЕТс посівів нуту були на рівні 3,15 тис. м<sup>3</sup>/га у незрошуваних умовах, 5,47–5,76 тис. м<sup>3</sup>/га у разі прокладання поливних трубопроводів на глибині 0,3 м та 6,23–6,99 тис. м<sup>3</sup>/га у разі їх наземного розміщення. За умови реалізації імпульсного режиму водоподачі здійснили 156 вегетаційних поливів загальною зрошувальною нормою 2973 м<sup>3</sup>/га. Величина ЕТс при цьому становила 5,69 тис. м<sup>3</sup>/га. Мінімальний коефіцієнт водоспоживання нуту був характерним для варіантів досліджень, що передбачали підґрунтове краплинне зрошення — 1438,8–1482,4 м<sup>3</sup>/т.

**Параметри водного режиму ґрунту та евапотранспірація гібридів соняшнику, а також нуту залежно від конструкції системи зрошення**

Варіант досліджу			Кількість поливів	Норма зрошення, м³/га	Опади, м³/га	Ґрунтова волога, м³/га			ЕТс, м³/га	КВ, м³/га	
фактор А	фактор В	фактор С				початкова	кінцева	баланс			
<i>Соняшник</i>											
Рімісол F1	КЗ	0,7	18	1960	2098	1363	693	670	4728	1127,5	
		1,4	14	2313		1317	490	827	5238	1414,4	
	ПКЗ (–30 см)	1,0	13	1667		1380	783	597	4362	1088,7	
		1,4	11	1872		1303	813	490	4460	1226,4	
	Контроль (Б/3)		–	–		–	1327	487	840	2938	1847,8
	Український F1	КЗ	0,7	19		2140	1377	753	624	4862	1102,5
1,4			14	2427	1307	750	557	5082	1298,6		
ПКЗ (–30 см)		1,0	14	1803	1403	700	703	4604	1125,7		
		1,4	11	1963	1310	747	563	4624	1254,2		
Контроль (Б/3)		–	–	–	1317	367	950	3048	1839,8		
<i>Імпульсний режим водоподачі за умови підґрунтового краплинного зрошення</i>											
Український F1	ПКЗ (–30 см)	1,0	148	2222	2098	1335	805	530	4850	1077,8	
<i>Нут</i>											
Буджак	КЗ	1,0	22	4247	2098	1443	793	650	6995	1677,5	
		1,4	19	3607		1370	850	520	6225	1655,6	
	ПКЗ (–30 см)	1,0	19	3107		1473	923	550	5755	1438,8	
		1,4	16	2837		1390	855	535	5470	1482,4	
Контроль (Б/3)		–	–	–	1443	392	1051	3149	1931,9		
<i>Імпульсний режим водоподачі за умови підґрунтового краплинного зрошення</i>											
Буджак	ПКЗ (–30 см)	1,0	156	2973	2098	1575	955	620	5691	1329,7	

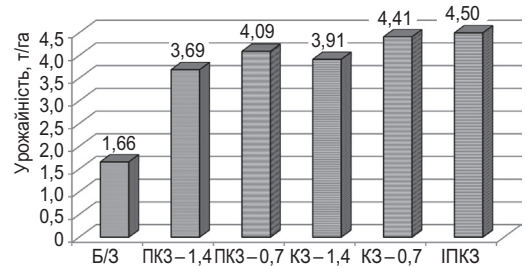
Максимальне значення цього коефіцієнта зафіксовано в умовах богарного вирощування (контроль) — 1931,9 м³/т. Мінімальним його значення було у варіанті з режимом імпульсної водоподачі — 1329,7 м³/т, що свідчить про найефективніше використання вологи рослинами нуту.

Вивчення динаміки добової евапотранспірації на прикладі варіанта підґрунтового краплинного зрошення за допомогою зонда (воломіра) Drill & Drop показало, що максимальним цей показник був у I декаді серпня і становив для соняшнику 63, а для нуту — 76 м³/га.

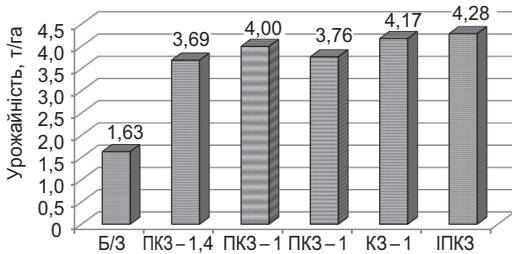
Найвищу врожайність соняшнику було отримано у варіанті з розміщенням поливних трубопроводів через кожні 0,7 м, а саме: 4,41 т/га за краплинного зрошення та 4,09 т/га — за підґрунтового краплинного

зрошення (рис. 1).

Урожайність соняшнику за умови розміщення поливних трубопроводів через кожні 1,4 м була достовірно нижчою — коливалась у межах від 3,69 т/га (КЗ) до 3,91 т/га (ПКЗ). Середній показник його урожайності



**Рис. 1. Урожайність соняшнику залежно від конструкції систем краплинного зрошення (НІР<sub>АВ</sub>=0,352 т/га)**



**Рис. 2. Урожайність нуту залежно від конструкцій систем краплинного зрошення ( $НІР_{AB}=0,285$  т/га)**

у разі підґрунтового краплинного зрошення (3,89 т/га) був дещо нижчий порівняно з варіантом наземного розміщення поливних трубопроводів (4,16 т/га), але різниця у 0,27 т/га перебувала в межах похибки польового дослідження.

Завдяки відносно достатній забезпеченості вегетаційного періоду в роки досліджень (2020–2022 рр.) продуктивними опадами урожайність соняшнику в контрольному варіанті (без зрошення) становила 1,66 т/га. Однак це практично у 2,5 рази менше порівняно з вирощуванням культури в умовах зрошування.

Урожайність соняшнику в еталонному варіанті дослідження (імпульсний режим водоподачі за підґрунтового укладання трубопроводів) була максимальною — 4,50 т/га. Таким чином, це збільшення (+0,09–0,41 т/га

порівняно з ПКЗ) врожайності насіння також перебувало в межах похибки польового дослідження.

Максимальною врожайність нуту (за нормативної 14-відсоткової вологості) була за умови розміщення поливних трубопроводів через кожний 1 м — 4,00–4,17 т/га (рис. 1). Урожайність у разі їх розміщення через 1,4 м достовірно впала до 3,69–3,76 т/га (на  $-0,31$ – $0,41$  т/га,  $НІР_{0,5} = 0,285$  т/га).

Середній показник урожайності нуту за умови підґрунтового краплинного зрошення (3,85 т/га) практично відповідав варіанту з наземним розміщенням поливних трубопроводів (3,97 т/га), а різниця між ними у 0,12 т/га перебувала у межах похибки польового дослідження. Середня кількість продуктивних опадів упродовж трьох років досліджень перевищувала кліматичну норму і завдяки цьому продуктивність контрольного варіанта (без зрошення) становила 1,63 т/га, що свідчить про таку характерну особливість культури нуту, як посухостійкість. Урожайність нуту в еталонному варіанті досліджень (імпульсний режим водоподачі) дорівнювала 4,28 т/га. Таке зростання продуктивності також перебуває у межах похибки польового дослідження (порівняно з варіантом краплинного зрошення) та є достовірно вищим, ніж у разі підґрунтового краплинного зрошення.

## Висновки

Спосіб укладання поливних трубопроводів систем зрошення достовірно впливає на параметри евапотранспірації та врожайність соняшнику і нуту. Більш доцільним для цих культур є впровадження підґрунтового краплинного зрошення, що пояснюється їх посухостійкістю. Варіант із внутрішньоґрунтовим укладанням поливних трубопроводів забезпечив

практично ідентичні параметри врожайності за нижчих коефіцієнтів водоспоживання рослин. Мінімальні коефіцієнти водоспоживання (1077,8 м<sup>3</sup>/т для соняшнику та 1329,7 м<sup>3</sup>/т для нуту) зафіксовано під час реалізації імпульсного режиму водоподачі. Цей самий варіант досліджень забезпечив і найвищий рівень урожайності культур — 4,50 т/га соняшнику і 4,28 т/га нуту.

Gulenko O.<sup>1</sup>, Kaliley V.<sup>2</sup>

Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS of Ukraine; 37, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>gulenkoai@gmail.com, <sup>2</sup>vkaliley@gmail.com; ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-1007-5677, <sup>2</sup>0000-0002-4366-0397

**Evapotranspiration and yield of sunflower and chickpea under drip irrigation**

**Goal.** Set the parameters of irrigation regimes, evapotranspiration (ETc) and crop and chickpea yields depending on the designs of drip irrigation

systems and water supply regime. **Methods.** Short-term field experiments, analytical and statistical methods of experimental data processing. **The results.** It has been proven that the method of laying irrigation pipelines of drip irrigation systems significantly affects the parameters of evapotranspiration, the water regime, and the yield of sunflower and chickpea in the conditions of the Dry Steppe. Thus, sunflower evapotranspiration parameters were at the level of 2,94–3,05 thousand m<sup>3</sup>/ha in non-irrigated conditions, 4,36–4,62 thousand m<sup>3</sup>/ha with underground placement of irrigation pipelines (at a depth of 0,3 m) and 4,73–5,24 thousand m<sup>3</sup>/ha for the above-ground placement of irrigation pipelines. The same parameters for growing chickpeas were: 3,15 thousand m<sup>3</sup>/ha in non-irrigated conditions, 5,47–5,76 thousand m<sup>3</sup>/ha under subsoil drip irrigation and 6,23–6,99 thousand m<sup>3</sup>/ha — for the above-ground placement of irrigation pipelines. The amount of evapotranspiration when

implementing the pulse water supply regime was 4,85 thousand m<sup>3</sup>/ha and 5,69 thousand m<sup>3</sup>/ha for sunflower and chickpea, respectively. **Conclusions.** The introduction of subsurface drip irrigation is more appropriate for the cultivation of sunflower and chickpea, which is explained by their drought resistance. The variant with subsurface laying of irrigation pipelines of drip irrigation provided almost identical yield parameters with lower plant water consumption coefficients. Thus, the minimum water consumption coefficients (1077,8 m<sup>3</sup>/t — sunflower, 1329,7 m<sup>3</sup>/t — chickpea) were obtained under the condition of implementation of the pulse water supply mode. The same version of the experiment provided the highest level of crop yield — 4,50 t/ha for growing sunflowers and 4,28 t/ha for chickpeas.

**Keywords:** soil water regime, pulse water supply regime, irrigation rate, water consumption coefficient.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-09>

## Бібліографія

1. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами у 2021 році. Державна служба статистики України: веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 12.11.2022)
2. Ткаліч Ю.І., Ткаліч І.Д., Кохан А.В. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. 2014. № 1. С. 64–66.
3. Krakovska S.V. et al. Projections of air temperature and relative humidity in Ukraine regions to the middle of the 21st century based on regional climate model ensembles. *Geoinformatics*. 2018. № 3 (67). С. 62–77.
4. Ромащенко М.І. та ін. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 1. С. 5–22. doi: 10.31073/mivg202001-235
5. Вожегова Р.А. та ін. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України: монографія. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 751 с.
6. Скитський В.Ю., Герасимова Ю.І. Аналіз колекції нуту для використання в селекції на підвищення технологічності при вирощуванні. *Генетичні ресурси рослин*. 2010. Вип. 8. С. 40–45.
7. Kadasiddappa M.M., Rao V.P., Reddy K.Y. et al. Effect of Irrigation (Drip/Surface) on Sunflower Growth, Seed and Oil Yield, Nutrient Uptake and Water Use Efficiency — A Review. *Agricultural Reviews*. 2017. V. 38. P. 152–158. doi: 10.18805/ag.v38i02.7947
8. Akca S., Dağdelen N. Water use efficiency, yield and yield components of second crop sunflower under deficit irrigation. *Turkish Journal of Field Crops*. 2016. V. 21(2). P. 190–199. doi: 10.17557/tjfc.05690
9. Sezen S.M., Tekin S., Bozdoğan Konuşkan D. Effect of Irrigation Strategies on Yield of Drip Irrigated Sunflower Oil and Fatty Acid Composition and its Economic Returns. *J. of Agricultural Sciences*. 2019. V. 25 (2). P. 163–173. doi: 10.15832/ankutbd.382617
10. Pendergast L., Bhattarai S., Midmore D. Evaluation of aerated subsurface drip irrigation on yield, dry weight partitioning and water use efficiency of a broad-acre chickpea (*Cicer arietinum*, L.) in a vertosol. *Agricultural Water Management*. 2019. V. 217. P. 38–46. doi: 10.1016/j.agwat.2019.02.022
11. Вожегова Р.А., Коваленко А.М. Ефективність застосування краплинного зрошення на Півдні України за вирощування соняшнику. Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття. III Міжнар. наук.-практ. конф.: тези доп. Київ, 2014. С. 29–30.
12. Шелудько О.Д. та ін. Вирощування соняшника на краплинному зрошенні. *Пропозиція*. 2015. № 6. С. 60–63.
13. Методика польового досліду (зрошуване землеробство); за ред. Ушкаренко В.О. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.
14. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення; за ред. Ромащенко М.І. Київ: ТОВ «ДІА», 2014. 46 с.
15. Шатковський А.П., Журавльов О.В. Управління краплинним зрошенням на основі використання інтернет-метеостанцій iMetos®. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 2 (59). <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidil/article/view/6489/6373>