
МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.675:631.671:633.853.52:633.15:631.674
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.39>

РЕЖИМИ ЗРОШЕННЯ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ СОЇ І КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ЗРОШЕННЯ

Шаткоєвський А.П. – д.с.-г.н., член-кореспондент

Національної академії аграрних наук,
заступник директора з наукової роботи,
Інститут водних проблем і меліорації

Національної академії аграрних наук

Журавльов О.В. – к.с.-г.н., докторант,

Інститут водних проблем і меліорації

Національної академії аграрних наук

Овчатова І.М. – директор,

Державне підприємство «Дослідне господарство «Великі Клини»

Інституту водних проблем і меліорації

Національної академії аграрних наук

У статті наведено результати експериментальних досліджень з вивчення впливу способів зрошення на особливості формування водного режиму ґрунту та процеси сумарного водоспоживання сої і кукурудзи в умовах Степу України. Отримані результати підтверджують, що спосіб зрошення достовірно впливає на формування водного режиму ґрунту. Так, найменша кількість вегетаційних поливів (15–13), норма зрошення (2,80–2,41 тис. м³/га) та сумарне водоспоживання (4,97–4,72 тис. м³/га) формувались за підґрунтового краплинного зрошення. Максимальні ж параметри норм зрошення (4,10–3,55 тис. м³/га) та сумарного водоспоживання рослин (6,24–5,93 тис. м³/га) за вирощування сої і кукурудзи були характерними для дощування. У зрошуваних умовах частка поливної води була найбільша у формуванні показника сумарного водоспоживання – 56,3–65,7% за вирощування сої та 58,3–59,9% – кукурудзи. Без зрошення продуктивні опади були основою формування сумарного водоспоживання рослин – 65,3% на сої та 61,9% – на кукурудзі.

З точки зору питомих сумарних витрат вологи найбільш доцільним було поверхневе краплинне зрошення, де отримано найменші коефіцієнти водоспоживання (998,6–267,0 м³/т), коефіцієнти ефективності зрошення (857,5–191,2 м³/т) та вищі показники ефективності використання вологи – 1,0–3,74 кг/м³ для сої і кукурудзи відповідно. Натомість за зрошення культур способом дощування отримано найвищі величини коефіцієнтів водоспоживання (1592–374 м³/т), коефіцієнтів ефективності зрошення (1614–297 м³/т) та нижчі показники ефективності використання вологи – 0,63–2,67 кг/м³ для сої і кукурудзи відповідно. Проте за абсолютними параметрами витрат поливної води найбільш економним було підґрунтове краплинне зрошення, що дає підстави рекомендувати саме цей спосіб зрошення для вирощування сої і кукурудзи в умовах Степу України за жорсткого дефіциту водних ресурсів.

Закономірно, що у незрошуваних умовах питомі сумарні витрати вологи були максимальними – 1855 м³ та 701 м³ для формування 1 тонни сої і кукурудзи відповідно.

Ключові слова: способи зрошення, режими зрошення, сумарне водоспоживання, соя, кукурудза.

Shatkovskiy A.P., Zhuravlov O.V., Ovchakov I.M. Irrigation regimes and water consumption of soybeans and corn depending on irrigation methods

The article presents the results of experimental studies of the effect of irrigation methods on the peculiarities of the formation of the water regime of the soil and the processes of total water consumption of soybeans and corn in the conditions of the Steppe of Ukraine. The obtained results confirm that the method of irrigation significantly affects the formation of the water regime of the soil. Thus, the smallest number of vegetation waterings (15–13), the rate of irrigation (2.80–2.41 thousand m³/ha) and water consumption (4.97–4.72 thousand m³/ha) were formed under the subsurface drip irrigation. The maximum parameters of irrigation rates (4.10–3.55 thousand m³/ha) and total water consumption of plants (6.24–5.93 thousand m³/ha) when growing soybeans and corn were typical for sprinkling. Under irrigated conditions, the share of irrigation water was the largest in the formation of the total water consumption – 56.3–65.7% for growing soybeans and 58.3–59.9% – corn. Without irrigation, productive precipitation was the basis for the formation of total water consumption of plants – 65.3% for soybeans and 61.9% – for corn.

From the point of view of specific total moisture consumption, the most expedient was surface drip irrigation, where the lowest water consumption coefficients (998.6–267.0 m³/t) were obtained, irrigation efficiency coefficients (857.5–191.2 m³/t) and a high efficiency indicator use of moisture – 1.0–3.74 kg/m³ for soybeans and corn, respectively. Instead, under the sprinkling irrigation of crops were obtained the highest values of water consumption coefficients (1592–374 m³/t), irrigation efficiency coefficients (1614–297 m³/t) and lower indicators of moisture efficiency – 0.63–2.67 kg/m³ for soybeans and corn, respectively. However, in terms of the absolute costs of irrigation water, the most economical was subsurface drip irrigation, which gives grounds to recommend this particular method of irrigation when growing soybeans and corn in the Steppe in conditions of severe water scarcity.

It is natural that in non-irrigated conditions the specific total moisture consumption was maximum – 1855 m³ and 701 m³ for the formation of 1 ton of soybeans and corn, respectively.

Key words: irrigation methods, irrigation regime, water consumption, soybeans, corn.

Постановка проблеми. Соя і кукурудза є одними з основних та стратегічних культур в Україні, посівні площі під якими у 2020 р. становили 1,34 млн га та 5,45 млн га відповідно [1], що становить понад 20% від загальної площі всіх польових сільськогосподарських культур. Варто відзначити, що ще 10 років тому площа під соєю була лише 0,63 млн га, а зернова кукурудза займала близько 2,23 млн га, що становило менше 10% від загальної площі польових сільськогосподарських культур в Україні (рис. 1).

Лімітуючим фактором продуктивності сої і зернової кукурудзи в умовах Степу та Лісостепу, а останніми роками у зв'язку зі змінами клімату і зони Полісся, є несприятливий водний режим ґрунтів [2]. Можливими напрямками одержання високих і стійких урожаїв у цих умовах є створення нових посухостійких сортів і гібридів та розробка більш ефективних прийомів адаптивних технологій вирощування цих культур [3; 4; 5], впровадження технологій обробітку ґрунту, які спрямовані на максимальне збереження вологи – mini-till, strip-till та no-till, мульчування і щілювання ґрунту тощо [6]. Проте, як свідчить практика і наукові дослідження, найбільш ефективним є застосування зрошувальних меліорацій у поєднанні із фертигацією. Приріст урожайності від оптимізації водного та поживного режимів є найбільш дієвим і становить від 100 до 380% порівняно із незрошуваними умовами [7; 8]. Останніми роками зрошувані площі під соєю і кукурудзою становлять від 130 до 175 тис. га щорічно [9], а основним способом зрошення цих культур є дощування. Тому обґрунтування водного режиму ґрунту є основним стабілізуючим чинником вирощування сої і кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням оцінки та науковому обґрунтуванню способів зрошення кукурудзи в умовах Степу України у різні періоди приділено увагу вчених Інституту зрошеного землеробства (ІЗЗ) та Херсонського державного аграрного університету. Перші досліді (Ф.І. Гончаров, П.В. Мацко, 1983–1985 рр.) були менш вдалі, оскільки за поверхневого поливу та краплинного зрошення було прийнято однакову норму зрошення [10]. Протягом 2014–2016 рр. С.В. Коковіхінім та І.М. Біляєвою досліджено ефективність вирощування гібридів кукурудзи за краплинного зрошення та дощування на фоні різних систем фунгіцидного захисту рослин [11]. Вченими ІЗЗ [12] визначено вплив краплинного зрошення, дощування та густоти рослин на насінневу продуктивність ліній кукурудзи, що є батьківськими компонентами інноваційних гібридів. Комплексний вплив різних способів зрошення, зокрема дощування, краплинного та підґрунтового краплинного зрошення, на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Степу Сухого дослідили вчені Ю.О. Лавриненко, О.В. Аверчев та М.О. Іванів протягом 2017–2019 рр. [13; 14; 15; 16].

Що стосується сої, то вплив способів зрошення вітчизняними вченими практично не досліджено. Такого стибу досліді найбільш ґрунтовно проведені у США [17; 18; 19], а також частково – у Російській Федерації [20].

Актуальність проведених нами досліджень полягає у комплексному вивченні водного режиму ґрунту за різних способів зрошення у короткочасній сівозміні «соя – кукурудза».

Постановка завдання. Метою досліджень було встановлення параметрів режимів зрошення та водоспоживання рослин сої і зернової кукурудзи залежно від способів зрошення в умовах Степу України.

Польові дослідження на культурах сої і кукурудзи проведено на землях Кам'янсько-Дніпровської дослідної станції ІВПіМ НААН у 2018–2020 рр. Вивчали три способи зрошення: дощування (Д) (шланго-барабанна ДМ – ІРТЕК 43FBT/120), краплинне зрошення (КЗ) із наземним укладанням поливних трубопроводів (ПТ) та підґрунтове краплинне зрошення (ПКЗ) з укладанням ПТ на глибину 25 см. Умовним контролем був варіант без зрошення (БЗ). Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками: розміщення ділянок – систематичне, повтор-

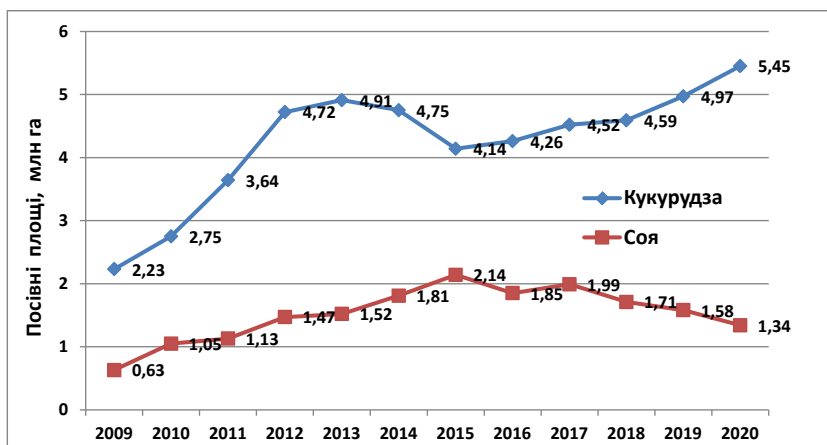


Рис. 1. Динаміка посівних площ сої і зернової кукурудзи в Україні (2009–2020 рр.)

ність – чотириразова, площа облікових ділянок – 30 м² [21; 22], гібрид кукурудзи – ДКС 5276 (ФАО 460), сорт сої – Оксана. Джерело зрошення – свердловина з мінералізацією води від 0,76 до 1,14 г/дм³ (II класу якості за ДСТУ 2730, ДСТУ 7286, ДСТУ 7591).

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньосуглинковий, щільність складення – 1,35–1,50 т/м³, НВ кореневого шару – 18,8%, ВЗ – 9,2 %, реакція ґрунтового розчину – близька до нейтральної. За вегетаційний період 2018 р. (травень–вересень) випало 116,3 мм опадів, або 50,0% кліматичної норми, 2019 р. – 212,0 мм (91,3%), 2020 р. – 173,4 мм (74,6%).

Рівень передполивної вологості у досліді – 80% від НВ. Моніторинг вологозапасів проводили за допомогою станції вологості ґрунту iMetos (підґрунтове краплинне зрошення) і тензіометричного методу визначення капілярного потенціалу ґрунтової вологи [23]. З урахуванням технологічної специфіки підґрунтового краплинного зрошення сходи рослин на цьому варіанті отримували за рахунок природних вологозапасів ґрунту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати проведених польових досліджень показали, що фактичні режими зрошення та параметри водоспоживання культур формувалися залежно від способу зрошення і метеорологічних умов вегетаційного періоду окремо взятого року. Нами було усереднено кількість вегетаційних поливів, величини норм зрошення і сумарного водоспоживання за різних способів зрошення у розрізі років досліджень (таблиця 1).

Таблиця 1

Кількість вегетаційних поливів, норми зрошення та сумарне водоспоживання сої і кукурудзи залежно від способу зрошення (2018–2020 рр.)

Культура	Спосіб зрошення	Кількість поливів	Норма зрошення, м ³ /га	Продуктивні опади, м ³ /га	Ґрунтова волога, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га
Со́я	Краплинне зрошення (КЗ)	20	3850	1672	340	5862
	Підґрунтове краплинне зрошення (ПКЗ)	15	2800	1672	498	4970
	Дощування (Д)	18	4100	1672	468	6240
	Без зрошення (БЗ)	–	–	1672	888	2560
Кукурудза на зерно	Краплинне зрошення (КЗ)	18	3220	1672	633	5525
	Підґрунтове краплинне зрошення (ПКЗ)	13	2410	1672	638	4720
	Дощування (Д)	15	3550	1672	703	5925
	Без зрошення (БЗ)	–	–	1672	1028	2700

Для підтримання РПВГ 80% від НВ за краплинного зрошення було проведено більшу кількість вегетаційних поливів – 18 і 20 для сої і кукурудзи відповідно. Цей же параметр був найменшим за підґрунтового краплинного зрошення –

15 та 13 поливів. За дощування технічні характеристики дощувальної машини IRTEK 43FBT/120 забезпечували проведення поливів у оптимальні строки нормами до 240 м³/га. Таким чином, їх кількість за вирощування сої становила у середньому 18, а кукурудзи – 15 поливів.

Величини норм зрошення залежно від способу зрошення змінювалися аналогічним чином. Так, мінімальні сумарні витрати поливної води були за підгрунтового краплинного зрошення – 2,80 та 2,41 тис. м³/га для сої і кукурудзи відповідно. Натомість максимальні – за дощування: 4,10 тис. м³/га та 3,55 тис. м³/га. За поверхневого краплинного зрошення цей параметр був на 6,1% та 9,3% нижчим ніж за дощування (3,85–3,22 тис. м³/га відповідно за культурами).

Сумарне водоспоживання рослин у середньому за роки досліджень становило 5,86–5,53 тис. м³/га за краплинного зрошення, 4,97–4,72 тис. м³/га – за підгрунтового зрошення та 6,24–5,93 тис. м³/га – за дощування для сої і кукурудзи відповідно.

Частка поливної води у формуванні параметрів сумарного водоспоживання була найбільша і становила за вирощування сої 56,3% (ПКЗ) і 65,7% (Д і КЗ), а за вирощування кукурудзи – 51,1% (ПКЗ), 58,3–59,9% (КЗ та Д відповідно).

Частка опадів у формуванні водоспоживання культур на зрошенні була більшою сталою величиною – 26,8–33,6% на сої та 28,2–35,4% – на кукурудзі. Без зрошення продуктивні опади були основою формування водоспоживання рослин – 65,3% на сої та 61,9% – на кукурудзі.

Використання рослинами вологозапасів ґрунту у формуванні параметрів сумарного водоспоживання в умовах зрошення було найменшим як за вирощу-

Таблиця 2

Ефективність використання води рослинами сої і кукурудзи залежно від способів зрошення (2018–2020 рр.)

Культура	Спосіб зрошення	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	Коефіцієнт ефективності зрошення, м ³ /т	WUE, кг/м ³	Урожайність, т/га
Соя	Краплинне зрошення (КЗ)	5862	998,6	857,5	1,00	5,87
	Підгрунтове краплинне зрошення (ПКЗ)	4970	1200,5	1014,5	0,83	4,14
	Дощування (Д)	6240	1591,8	1614,2	0,63	3,92
	Без зрошення (БЗ)	2560	1855,1	–	0,54	1,38
<i>HIP₀₅</i>						0,49
Кукурудза на зерно	Краплинне зрошення (КЗ)	5525	267,0	191,2	3,74	20,69
	Підгрунтове краплинне зрошення (ПКЗ)	4720	287,1	191,4	3,48	16,44
	Дощування (Д)	5925	374,5	296,6	2,67	15,82
	Без зрошення (БЗ)	2700	701,3	–	1,43	3,85
<i>HIP₀₅</i>						1,93

вання сої (5,8–10,0%), так і зернової кукурудзи (11,4–13,5%). Натомість у незрошуваних умовах цей параметр становив 34,7% для сої та 38,1% – за вирощування кукурудзи.

Ефективність використання вологи, як показує досвід вітчизняних і зарубіжних дослідників, можна визначити на основі коефіцієнта водоспоживання, показника ефективності використання вологи – WUE (water use efficiency) [24] і коефіцієнта ефективності зрошення. Усі ці параметри визначає величина сумарного водоспоживання, норма зрошення та врожайність сільськогосподарських культур. Так, коефіцієнт водоспоживання характеризує сумарну кількість спожитої вологи на формування одиниці врожаю, коефіцієнт ефективності зрошення характеризує витрату поливної води на одиницю збільшення врожаю від зрошення та показник ефективності використання вологи – кількість врожаю, яку продукує одиниця використаної вологи.

Аналіз даних таблиці 2 показує, що з точки зору питомих сумарних витрат вологи найбільш доцільним є поверхневе краплинне зрошення, де отримано найменші коефіцієнти водоспоживання (998,6–267,0 м³/т), коефіцієнти ефективності зрошення (857,5–191,2 м³/т) та вищий показник ефективності використання вологи – 1,0–3,74 кг/м³ для сої і кукурудзи відповідно.

Натомість за зрошення культур способом дощування отримано найвищі величини коефіцієнтів водоспоживання (1592–374 м³/т), коефіцієнтів ефективності зрошення (1614–297 м³/т) та нижчі показники ефективності використання вологи – 0,63–2,67 кг/м³ для сої і кукурудзи відповідно.

Реалізація зрошення із розміщенням ПТ на глибині 25 см достовірно підвищувала питомі витрати вологи – на 20,2–7,5% порівняно з їх поверхневим укладанням. Коефіцієнт ефективності зрошення сої за підґрунтового краплинного зрошення також був вищий на 18,3%, проте цей же показник за вирощування кукурудзи був на одному рівні із краплинним зрошенням (191,2–191,4 м³/т). Показник ефективності використання вологи – WUE був нижчий за підґрунтового укладання ПТ на 1% та 7% порівняно з краплинним зрошенням сої і кукурудзи.

Закономірно, що у незрошуваних умовах питомі сумарні витрати вологи були максимальними у досліді – 1855 м³ та 701 м³ для формування 1 тонни сої і кукурудзи відповідно.

Найвищі абсолютні значення врожайності як сої, так і кукурудзи отримано за краплинного зрошення – 5,87 та 20,69 т/га, за підґрунтового укладання ПТ була достовірно нижча врожайність культур – 4,14 т/га та 16,44 т/га відповідно. У варіанті з дощуванням зниження врожайності сої і кукурудзи (на 0,22 т/га та 0,62 т/га) порівняно із підґрунтовим зрошенням було у межах похибки польового досліду (НІР_{0,5} 0,49 і 1,93 відповідно) і свідчить лише про певні тенденції формування цього показника.

Висновки і пропозиції. За результатами експериментальних досліджень підтверджено, що спосіб зрошення достовірно впливає на формування водного режиму ґрунту і продуктивність сої і зернової кукурудзи. Впровадження краплинного зрошення у короткочасній сівозміні «соя – кукурудза» забезпечує найвищі рівні врожайності (5,87 та 20,69 т/га) за найменших питомих витрат поливної води на формування одиниці врожаю (коефіцієнтів водоспоживання) – 998,6 і 267,0 м³/т, коефіцієнтів ефективності зрошення – 857,5 і 191,2 м³/т, а також вищих показників ефективності використання вологи – 1,0–3,74 кг/м³ для сої і кукурудзи відповідно.

Водночас за абсолютними параметрами витрат поливної води найбільш економічним є підґрунтове краплинне зрошення з укладанням поливних трубопроводів на глибину 25 см. Це дає підстави рекомендувати саме цей спосіб зрошення для вирощування сої і кукурудзи в умовах Степу України за жорсткого дефіциту водних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами у 2020 році. Державна служба статистики України: *вебсайт*. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 10.10.2020).
2. Дудка В.В. Зернові культури на краплинному зрошенні. *Пропозиція*. 2013. № 3–4 (213–214). С. 72–82.
3. Кукурудза на зрошуваних землях Півдня України : монографія. / Ю.О. Лавриненко та ін. Херсон : Айлант, 2011. 467 с.
4. Золотов В.И. Устойчивость кукурузы к засухе – основы биологии, экологии и сортовой экологии. Днепропетровск : Новая идеология, 2010. 274 с.
5. Бабич А.О. Нові сорти сої і перспективи виробництва її в Україні. *Пропозиція*. 2007. № 4. С. 46–49.
6. Ромашенко М.І., Тараріко Ю.О., Шатковський А.П., Сайдак Р.В., Сорока Ю.В. Наукові засади розвитку землеробства у зоні Степу України. *Вісник аграрної науки*. Київ : Аграрна наука. 2015. № 10. С. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201510-01>.
7. Бабич А.О. Режим зрошення сої в умовах посухи та суховію. *Аграрний тиждень. Україна*. 2014. № 15. С. 24–25.
8. Шатковський А.П., Черевичний Ю.А., Журавлев А.В., Маринков О.А. Совершенствование технологии капельного орошения кукурузы гибридов ДЕКАЛБ®. *Зерно*. 2015. № 6 (111). С. 150–151.
9. Фомічов М.В. Зрошення як чинник підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур в Україні. *Економіка та держава*. 2019. № 4. С. 92–96. DOI: [10.32702/2306-6806.2019.4.92](https://doi.org/10.32702/2306-6806.2019.4.92).
10. Гончаров Ф.И., Мацко П.В. Эффективность капельного орошения кукурузы. *Орошаемое земледелие*. Киев : Урожай. 1987. № 32. С. 32–34.
11. Коковіхін С.В., Беляєва І.М. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та захисту рослин в умовах Півдня України. *Наукові доповіді НУБіП*. 2017. № 4 (168). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2017.04.013/8366>; <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.04.013>.
12. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Забара П.П. Продуктивність ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та густоти рослин у Південному Степу. *Вісник аграрної науки*. Київ : Аграрна наука. 2020. Том 98. № 2. С. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-09>.
13. Лавриненко Ю.О., Іванів М.О. Продуктивність та адаптивна здатність гібридів кукурудзи залежно від способів поливу і вологозабезпечення в посушливому Степу України. *Зернові культури*. 2019. Том 3. № 2. С. 207–216. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0079>.
14. Аверчев О.В., Іванів М.О., Михаленко І.В., Лавриненко Ю.О. Біометричні показники гібридів кукурудзи та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 3–13. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.1>.
15. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Мінливість елементів структури продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО та їх зв'язок

з урожайністю за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 3–15. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.1>

16. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 3–13. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.1>.

17. Wang D., Shannon M., Grieve C., Yates S. Soil water and temperature regimes in drip and sprinkler irrigation, and implications to soybean emergence. *Agricultural Water Management*. 2000. No. 43 (1). Pp. 15–28. URL: [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(99\)00057-8](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(99)00057-8).

18. Odhiambo L., Irmak S. Relative Evaporative Losses and Water Balance in Subsurface Drip and Center Pivot – Irrigated Soybean Fields. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 2015. No. 141 (11). Pp. 3–20. URL: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000907](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000907).

19. Bosch D., Powell N., Wright S. An Economic Comparison of Subsurface Microirrigation with Center Pivot Sprinkler Irrigation. *Journal of Production Agriculture*. 1992. No. 5(4). Pp. 431–437. URL: <https://doi.org/10.2134/jpa1992.0431>.

20. Балакай Г.Т., Силецкий С.А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2019. № 3 (35). С. 80–97. DOI: [10.31774/2222-1816-2019-3-80-97](https://doi.org/10.31774/2222-1816-2019-3-80-97).

21. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідження (зрошення землеробство). Херсон : Гринь Д.С., 2014. 448 с.

22. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромащенко. Київ : ТОВ «ДІА». 2014. 46 с.

23. Romashchenko M., Shatkowski A., Zhuravlev O. Features of application of the “Penman–Monteith” method for conditions of a drip irrigation of the Steppe of Ukraine (on example of grain corn). *Journal of Water and Land Development*. 2016. No. 31. Pp. 123–127. DOI: [10.1515/jwld-2016-0043](https://doi.org/10.1515/jwld-2016-0043).

24. Allen R., Pereira L., Raes D., Smith M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper 56*. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1998. 300 p. URL: <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>.