

УДК 633.51:631.6:631.52
(477.7)
© 2022

ВПЛИВ ЗРОШЕННЯ, ШИРИНИ МІЖРЯДЬ І ГУСТОТИ РОСЛИН НА ВРОЖАЙНІСТЬ БАВОВНИКУ GOSSYPIUM HIRSUTUM (L.) В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

*Р.А. Вожегова¹, В.О. Боровик², Л.В. Бояркіна³, О.О. Пілярська⁴,
Ю.О. Степанов⁵, Т.Ю. Марченко⁶*

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

^{2,4}кандидати сільськогосподарських наук

^{3,6}доктори сільськогосподарських наук

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна

e-mail: ¹icsanaas@ukr.net, ²veraborovik@meta.ua, ³boyarkina@gmail.com,

⁴izzbiblio@ukr.net, ⁵icsanaas@ukr.net, ⁶tmarchenko74@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-3895-5633, ²0000-0003-0705-2105, ³0000-0002-6605-8411,

⁴0000-0001-8649-0618, ⁵0000-0001-8649-0615, ⁶0000-0001-6994-3443

Надійшла 13.09.2022

Мета. Визначити ефективність зрошення скоростиглого середньоволокнистого бавовнику сорту Підозерський 4 в умовах Південного Степу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** На посівах бавовнику за вирощування в неполивних умовах сумарне водоспоживання з шару ґрунту 0 – 100 см становило 2210 – 2587 м³/га. Цей показник збільшувався зі зменшенням ширини міжрядь і норм висіву й істотно залежав від атмосферних опадів упродовж вегетаційного періоду та ґрунтових запасів вологи. Щодо зрошуваних ділянок, то сумарне водоспоживання тут було більшим на 585 – 752 м³/га (2962 – 3172 м³/га). Найбільший коефіцієнт водоспоживання був за зрошення – 1164,3 м³/т, за вирощування бавовнику з міжряддям 60 см і нормою висіву насіння 250 тис. шт./га, а мінімальний – 898,4 м³/т у неполивних умовах з міжряддям 90 см і нормою висіву 350 тис. шт./га. За вирощування бавовнику з різною шириною міжрядь і нормою висіву насіння спостерігається приріст урожайності бавовни-сирцю від застосування зрошення. **Висновки.** Проведення вегетаційних поливів компенсує недостатню кількість вологи в посушливі роки для формування вищого врожаю бавовни-сирцю. Умови зрошення за ширини міжряддя 60 см і норми висіву насіння 300 тис. шт./га дають змогу рослинам повністю реалізувати свій генетичний потенціал і сформувати максимальну врожайність бавовни-сирцю – 3,07 т/га. У середньому по фактору під впливом агротехнічних заходів вирощування урожайність бавовнику за зрошення зростала на 20,1% порівняно з варіантами без поливів. Оптимальною зрошувальною нормою поливу скоростиглого середньоволокнистого бавовнику сорту Підозерський 4 у Південному Степу України слід вважати 1250 м³/га за 70% НВ.

Ключові слова: водоспоживання, неполивні умови, екологічно безпечна поливна норма, врожайність бавовни-сирцю.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202210-07>

Територія України належить до найбільш північного регіону бавовносіяння [1, 2], який пролягає між паралелями 45,5° і 46,5° північної широти, має понад 100-літню історію випробувань і виробничого досвіду з вирощування цієї культури [3].

Аналіз наукових досліджень, проведених у Херсонській обл. на дослідній станції бавовнику, в Науково-дослідному інституті бавовнику, в Інституті зрошувального землеробства НААН, на Дослідній станції баштанництва, Генічеській, Скадовській та Брилівській дослідних станціях, починаючи з 1929 р., свідчить про високу ефективність вирощування цієї культури в Південному Степу України.

Розвиток бавовництва відповідає економічним інтересам сільського господарства і легкої промисловості, дає змогу збільшити зайнятість і заробітки населення, вносить значний вклад в економіку держави [4].

Як посухостійку рослину бавовник в основному вирощують у районах з обмеженою кількістю води [4–6]. Проте у багаточисленних дослідженнях повідомляється, що, незважаючи на стійкість рослин бавовнику до посухи, недостатня кількість вологи в ґрунті знижує його загальний урожай [7, 8].

Дефіцит водних ресурсів, зміна умов довкілля спонукають виробників до ефективного використання поливної води [9]. Використання води для бавовнику різне у різних куточках земної кулі, залежить від місцевого клімату, характеристики ґрунту, генотипу, способів і режимів зрошення [10, 11].

Науковці [12] стверджують, що споживання води бавовником змінюється від 735 до 915 мм в Індії, у прибережній частині Егейського регіону Туреччини — від 659 до 899 мм [13], в Узбекистані — від 432 до 739 мм [14], у Каліфорнії, США — від 594 до 778 мм [15, 16].

Дослідники виявили, що на всій території Туреччини використання поливної води бавовником залежить від зміни кліматичних чинників і становить у межах 257–867 мм [17].

Вивчення поливного режиму бавовнику в Болгарії (м. Чирпан, Інститут бавовнику і твердої пшениці) становить особливий інтерес, оскільки Болгарія та Україна географічно розташовані практично на одній широті.

Дослідження проводили з сортом 3279 на чорноземних ґрунтах. Болгарськими вченими встановлено, що оптимальна допливна вологість ґрунту при зрошенні цієї культури — не нижче 75% НВ для шару ґрунту 0–50 см і підтримується упродовж фаз сходи — цвітіння і цвітіння — плодоутворення поливами. Добове водоспоживання бавовнику 9–11 м³/га на початку вегетації зростає до 19–33 до періоду бутонізації, досягає свого максимуму — 57–72 у період цвітіння — плодоутворення і наприкінці вегетаційного періоду знову знижується до 12–21 м³/га. Результати досліджень також свідчать, що оптимальний режим зрошення — 2–3 поливи за 75% НВ зі зрошувальною нормою 1130 м³/га і 1 раціональний полив нормою 418 м³/га. В умовах дефіцитної або дорогої води раціональний режим зрошення, в середньому за 16 років, дав змогу збільшити вересневий збір бавовнику до 14%. Зрошувальна норма оптимального режиму сприяла приросту врожаю, отриманого від поливу, 64,4% [18, 19].

Після вивчення режиму зрошення на Півдні України Д.А. Штойко рекомендує для отримання врожайності бавовни-сирцю 2 т/га застосовувати поливи зрошувальною нормою 2000 м³/га [20].

Отже, щодо питання управління зрошенням бавовнику сорту Підозерський 4 для оптимізації його врожайності у науковців існують різні погляди. Тому для раціонального використання вологи постає питання оптимізації та збереження водних ресурсів під час зрошення в умовах Південного Степу України, впроваджуючи посухостійку культуру, зокрема бавовник [21–23] сорту Підозерський 4.

Мета досліджень — визначити ефективність зрошення бавовнику в умовах Південного Степу України.

Матеріали і методи досліджень. Об'єкт досліджень — культура бавовнику, скоростиглий середньоволокнистий бавовник сорту Підозерський 4, предмет — умови вирощування бавовнику. Польові досліді проводили в неполивних і зрошуваних умовах на полях селекційної сівозміни лабораторії селекції сої Інституту зрошуваного землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН) згідно з «Методикою польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях» [24] упродовж 2012–2013, 2018 рр. Попередник — пшениця озима. Оранку проводили на глибину 25–26 см, манкіровку — сівалкою СПЧ-6 на ширину 70 см. Гербіцид Стомп вносили після сівби по 5 кг/га під боронування. Висівали ручним способом 6–8 травня. Сівбу бавовнику в досліді проводили гніздовим способом ручною сівалкою, що має щітковий висівний механізм з різним діаметром отворів. Застосовували насіння сортів, оголене від підпушки концентрованою сірчаною кислотою. Ефективність зрошення бавовнику залежно від ширини міжрядь і норми висіву визначали проведенням досліді, де фактор А — умови вологозабезпечення ґрунту: природне зволоження та полив за 70% НВ; фактор В — ширина міжрядь 30, 60, 90 см; фактор С — норма висіву насіння 250, 300 та 350 тис. шт./га. Ділянки — 3-рядкові, площею 14,8 м². Повторність — 4-разова. Ширина міжрядь — 0,7 м, довжина — 7 м, відстань між рослинами — 22–25 см. За період вегетації проводили формування щільності стояння рослин при з'явленні 1–2 справжніх листків, 2 міжрядних обробки культиватором КРН-4,2 після сходів бур'янів і 3 ручних просапування. Хімчеканку рослин проводили в першій декаді серпня ретардантом Пікс нормою 1 л/га. Добрива вносили ручним способом, поливали за допомогою дощувальної машини ДДА-100МА. Вологість ґрунту вимірювали термостатно-ваговим методом. Забезпеченість продуктивними опадами впродовж вегетаційного періоду окремо за роками досліджень становило: у 2012 р. — 180,7 мм, 2013 р. — 179,6, у 2018 р. — 172,8 мм.

Статистичну обробку отриманих даних проводили згідно з методикою за ред. Р.А. Вожегової [24].

Ґрунт дослідної ділянки — темно-каштановий середньосуглинковий, в його орному шарі містилося: загального гумусу 2,0–2,2%, нітратного азоту — 1,8 мг/кг, рухомих сполук фосфору — 32,3, калію — 251,0 мг/кг ґрунту. Верхні горизонти темно-каштанових ґрунтів мають значну вологоємність і невелику щільність будови порівняно з нижніми шарами. Агрофізичні властивості метрового шару ґрунту характеризувалися такими показниками: щільність будови — 1,41 г/см³, загальна шпаруватість — 45%, найменша вологоємність — 21,3, вологість в'янення — 9,1%, рН водної суспензії — 7,2. Загалом ці ґрунти в роки з достатньою кількістю опадів гарантують одержання високих урожаїв.

Результати досліджень та їх обговорення. Головною ідеєю проведення досліджень було визначення ефективності поливів бавовнику в умовах Південного Степу України.

Важливою ланкою в розробці агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур є створення таких умов, які дають змогу одержувати високі та стійкі врожаї.

У наших дослідженнях зволоження посівів бавовнику здійснювали проведенням вегетаційних поливів за підтримання вологості на рівні 70% НВ у шарі ґрунту 0–70 см. Установлено, що за глибокого рівня залягання ґрунтових вод водоспоживання рослин бавовнику відбувається завдяки атмосферним опадам, запасам ґрунтової вологи та поливної води.

Так, у середньому за роки досліджень, на посівах бавовнику за вирощування без поливу сумарне водоспоживання з шару ґрунту 0–100 см становило 2210–2587 м³/га. Збільшення цього показника відбувалося за вектором зменшення ширини міжрядь і відсутності такого ефекту від збільшення норми сівби (таблиця).

На зрошуваних ділянках сумарне водоспоживання становило 2962–3172 м³/га і спостерігалася така сама залежність (див. таблицю).

Одним із головних показників, за яким можна судити про економічні витрати вологи, це коефіцієнт водоспоживання, тобто витрати вологи на одиницю одержаної сільськогосподарської продукції. У

Сумарне водоспоживання бавовнику залежно від умов зволоження, ширини міжрядь і норми висіву насіння (середнє за 2012–2013, 2018 рр.), м³/га

Умови зволоження Фактор А	Ширина міжрядь, см Фактор В	Норма висіву, тис. шт./га Фактор С	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Ґрунтова волога, м ³ /га	Зрошувана норма, м ³ /га	Опади, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	Урожайність, т/га
Без поливу	30	250	2536	1318	–	1218	1163,3	2,27
		300	2587	1369	–	1218	1055,9	2,52
		350	2506	1288	–	1218	1022,9	2,38
	60	250	2445	1227	–	1218	1186,9	2,33
		300	2540	1322	–	1218	1032,5	2,65
		350	2465	1247	–	1218	998,0	2,48
	90	250	2226	1008	–	1218	951,3	2,18
		300	2324	1106	–	1218	1019,3	2,40
		350	2210	992	–	1218	898,4	2,31
Зрошення при 70% НВ	30	250	3116	648	1250	1218	1124,9	2,72
		300	3172	704	1250	1218	1153,5	2,82
		350	3085	617	1250	1218	1063,8	2,77
	60	250	3062	594	1250	1218	1164,3	2,90
		300	3123	655	1250	1218	1073,2	3,07
		350	3077	609	1250	1218	1075,9	2,77
	90	250	2976	508	1250	1218	1135,9	2,84
		300	3055	587	1250	1218	1079,5	2,91
		350	2962	494	1250	1218	1032,1	2,90
НІР ₀₅ часткових відмінностей	Фактор А						0,251	
	Фактор В						0,116	
	Фактор С						3,260	
НІР ₀₅ середніх (головних) ефектів	Фактор А						0,084	
	Фактор В						0,047	
	Фактор С						0,027	

наших дослідів цей показник становив 898,4–1164,3 м³/т.

У середньому за 3 роки вивчення найбільший коефіцієнт водоспоживання був за зрошення — 1164,3 м³/т за вирощування бавовнику з міжряддям 60 см і нормою висіву насіння 250 тис. шт./га, а мінімальний — 898,4 м³/т у неполивних умовах з міжряддям 90 см і нормою висіву 350 тис. шт./га.

Отже, проведення вегетаційних поливів компенсує недостатню кількість вологи в посушливі роки для формування вищого врожаю бавовни-сирцю (див. таблицю, рис. 1).

Дані рис. 1 свідчать, що за вирощування бавовнику з різною шириною міжрядь і нормою висіву насіння спостерігається

тенденція приросту урожайності бавовни-сирцю від застосування зрошення. Розглядаючи питання загалом, можна зазначити, що умови зрошення за ширини міжряддя 60 см і норми висіву насіння 300 тис. шт./га допомагають рослинам повністю реалізувати свій генетичний потенціал і сформувати максимальну врожайність бавовни-сирцю — 3,07 т/га. У середньому по фактору під впливом агротехнічних заходів вирощування урожайність бавовнику за зрошення зростала на 20,1% порівняно з варіантами без поливів.

Слід зазначити, що проведення поливів затримувало вегетацію бавовнику на 4–6 діб (рис. 2) [25].

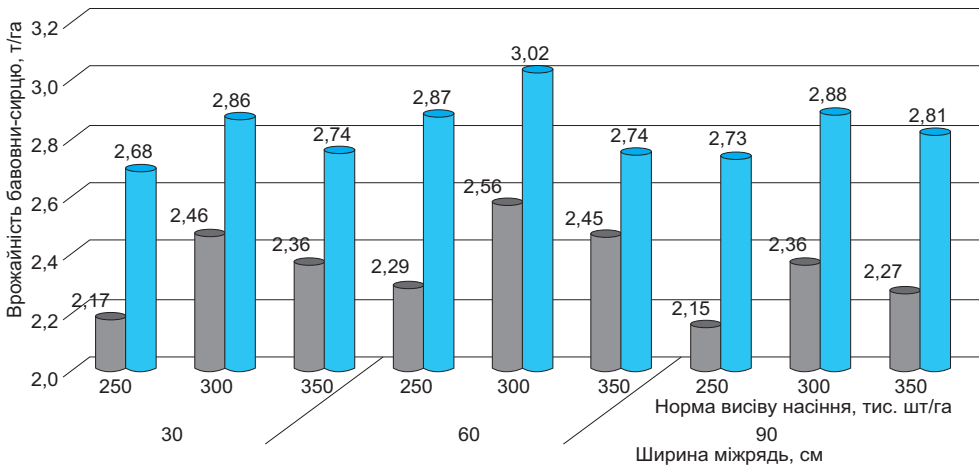


Рис. 1. Урожайність доморозного сирцю бавовнику сорту Підозерський 4 залежно від умов зволоження ґрунту, ширини міжрядь і норми висіву насіння, т/га: ■ – без зрошення; ■ – зрошення за 70% НВ

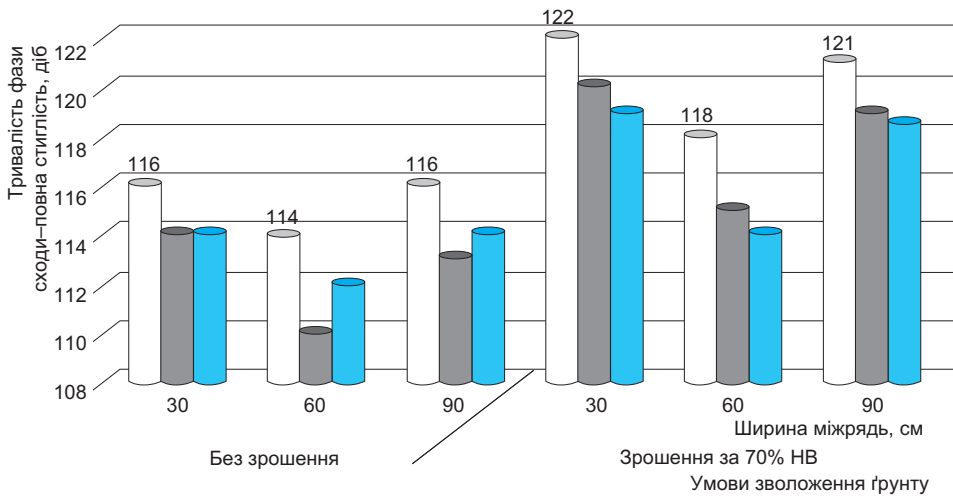


Рис. 2. Реакція рослин бавовнику сорту Підозерський 4 на тривалість фаз росту і розвитку залежно від ширини міжрядь та норм висіву насіння за різних умов вологозабезпечення, дб (середнє за 2012–2013, 2018 рр.): □ – норма висіву; ■ – норма висіву; ■ – норма висіву

Результати проведених досліджень свідчать, що в середньому за роки досліджень оптимальною зрошувальною нормою поливу в умовах Південного Степу України є 1250 м³/га за 70% НВ (див. таблицю).

У посушливих умовах першої половини літа проведення поливів, за достатніх запасів доступної вологи в метровому шарі ґрунту, сприяє продуктивним процесам зростання і не затримує розвиток культури.

Поливи у фазі цвітіння і плодоутворення пізніх посівів бавовнику затримують розвиток рослин, що підтверджено результатами досліджень інших авторів [26], відбувається їхнє інтенсивне зростання, спостерігається «жирування» рослин, не відкриваються сформовані коробочки. При цьому врожайність бавовнику підвищується здебільшого завдяки післяморозним зборам.

Отже, вирощування бавовнику на Півдні України можна вважати екологічно безпечнішим на відміну від культивування його в тропічній зоні і Середній Азії. Згідно з результатами досліджень Інституту зрошеного землеробства НААН отримання високих і стабільних урожаїв бавовнику забезпечується проведенням міні-

мальної кількості поливів (1–2). Оптимальною зрошувальною нормою поливу в умовах Південного Степу України слід вважати 1250 м³/га, тоді як у південніших зонах вирощування бавовнику зрошувальні норми значно вищі, що призводить до значного техногенного навантаження на довкілля.

Висновки

Проведення вегетаційних поливів компенсує недостатню кількість вологи в посушливі роки для формування високих урожаїв бавовни-сирцю. Умови зрошення за ширини міжряддя 60 см і норми висіву насіння 300 тис. шт./га допомагають рослинам повністю реалізувати свій генетичний потенціал і сформувати максимальну врожайність бавовни-сирцю —

3,07 т/га. У середньому по фактору під впливом агротехнічних заходів вирощування врожайність бавовнику за зрошення зростала на 20,1% порівняно з варіантами без поливів. Оптимальною зрошувальною нормою поливу скоростиглого середньоволокнистого бавовнику сорту Підозерський 4 у Південному Степу України слід вважати 1250 м³/га за 70% НВ.

Vozhehova R.¹, Borovik V.², Boyarkina L.³, Piliarska O.⁴, Stepanov Yu.⁵, Marchenko T.⁶

Institute of climate smart agriculture of NAAS, vil. Naddniproyske, Kherson, 73483; e-mail: ¹icsanaas@ukr.net, ²veraborovik@meta.ua, ³boyarkina@gmail.com, ⁴izzbiblio@ukr.net, ⁵icsanaas@ukr.net, ⁶tmarchenko74@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-3895-5633, ²0000-0003-0705-2105, ³0000-0002-6605-8411, ⁴0000-0001-8649-0618, ⁵0000-0001-8649-0615, ⁶0000-0001-6994-3443

The influence of irrigation, row space, and plant density on the yield of cotton *Gossypium hirsutum* (L.) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Goal. To determine the effectiveness of irrigation of early ripening medium-fiber cotton of Pidozerskyi 4 variety in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, statistical. **Results.** On cotton crops grown in non-irrigated conditions, the total water consumption from the 0–100 cm soil layer was 2210–2587 м³/ha. This indicator increased with a decrease in the width of rows and sowing rates and significantly depended on precipitation during the growing season and soil moisture reserves. As for irrigated areas, the total water consumption here was higher by 585–752 м³/ha (2962–3172 м³/ha). The highest coeffi-

cient of water consumption was for irrigation — 1164.3 м³/t, for growing cotton with a row spacing of 60 cm and a seed sowing rate of 250,000 seeds/ha, and the minimum — 898.4 м³/t in non-irrigated conditions with a row spacing of 90 cm and sowing rate of 350,000 pieces/ha. When growing cotton with different widths between rows and the rate of seed sowing, an increase in the yield of raw cotton from the use of irrigation was observed.

Conclusions. Vegetation irrigation compensates for the insufficient amount of moisture in dry years for the formation of a higher yield of raw cotton. Irrigation conditions with a row spacing of 60 cm and a seed sowing rate of 300,000 seeds/ha enable plants to fully realize their genetic potential and produce the maximum yield of raw cotton — 3.07 t/ha. On average, the factor under the influence of agrotechnical cultivation measures, the yield of cotton under irrigation increased by 20.1% compared to options without irrigation. 1250 м³/ha for 70% NV should be considered as the optimal irrigation rate for early maturing medium-fiber cotton of the Pidozerskyi 4 variety in the Southern Steppe of Ukraine.

Key words: water consumption, non-irrigated conditions, ecologically safe irrigation rate, yield of raw cotton.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202210-07>

Бібліографія

1. Боровик В.О., Степанов Ю.О., Клубук В.В. та ін. Екологічне випробування болгарських сор-

тів бавовнику в південному регіоні України. Зрошуване землеробство: зб. наук. праць. Херсон:

Грінь Д.С., 2011. Вип. 55. С. 274–282.

2. Вожегова Р.А., Рябчун В.К., Боровик В.О. та ін. Широкий уніфікований класифікатор-довідник роду *Gossypium hirsutum* (L.). Херсон, 2015. 49 с.

3. Лавриненко Ю.О., Боровик В.О., Степанов Ю.О. та ін. Еколого-генетичні аспекти вирощування бавовнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80 (2). С. 228–232.

4. Kathage J., Qaim M. Economic impacts and impact dynamics of Bt (*Bacillus thuringiensis*) cotton in India. 2012. V. 109. P. 11652–11656. doi: 10.1073/pnas.1203647109

5. Khand K., Taghvaeian S., Ajaz A. Drought and its impact on agricultural water resources in Oklahoma. *Technical Report*. 2017. № 5. P. 1–4. doi: 10.13140/RG.2.2.25909.58080

6. Masasi B., Taghvaeian S., Gowda P.H. et al. Validation and application of AquaCrop for irrigated cotton in the Southern Great Plains of US. *Irrigation Science*, 2020. P. 593–607. doi: 10.1007/s00271-020-00665-4

7. Onder D., Akiscan Y., Onder S., Mert M. Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. *African J. of Biotechnology*. 2009. № 8(8). P. 1536–1544.

8. Pettigrew W.T. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. *Agronomy J.* 2004. № 96(2). P. 377–383. doi: 10.2134/agronj2004.3770

9. Sadras V.O., Cassman K.G.G., Grassini P. et al. Yield gap analysis of field crops. Methods and case studies. *FAO Water Reports*. Rome, Italy. 2015. № 41. 82 p. <https://digitalcommons.unl.edu/wfdocs>

10. Koudahe K., Sheshukov A.Y., Aguilar J., Djaman K. Irrigation-Water Management and Productivity of Cotton: A Review. *Sustainability*. 2021. № 13 (18). P. 10070. doi: 10.3390/su131810070

11. Evett S.R., Baumhardt R.L., Howell T.A. et al. Cotton. Crop Yield Response to Water; FAO irrigation and drainage paper. № 66. FAO: Rome, Italy, 2012. P. 152–161. doi: 10.3390/su131810070

12. Rajak D., Manjunatha M.V., Rajkumar G.R. et al. Comparative effects of drip and furrow irrigation on the yield and water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in a saline and water-logged vertisol. *Agricultural Water Management*. 2005. № 83 (1–2). P. 30–36. doi: 10.1016/j.agwat.2005.11.005

13. Koudahe K., Sheshukov A.Y., Aguilar J., Djaman K. Irrigation-Water Management and Productivity of Cotton: A Review. *Sustainability*. 2021. V. 13. P. 10070. doi: 10.3390/su131810070

14. Ibragimov N., Evet S.R., Esanbekov Y. et al. Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. *Agricultural Water*

Manag. 2007. № 90. P. 112–120. doi: 10.1016/j.agwat.2007.01.016

15. Koudahe K., Sheshukov A.Y., Aguilar J., Djaman K. Irrigation-Water Management and Productivity of Cotton: A Review. *Sustainability*, 2021. № 13(18). P. 10070. doi: 10.3390/su131810070

16. Colaizzi P.D., Evett S.R., Howell T.A. Cotton production with SDI, LEPA, and spray irrigation in a thermally-limited climate. *Irrigation Association Conference Proceedings*, November 6–8. 2005. Phoenix, Arizona. 2005 CDROM. P. 15–30.

17. Dağdelen N., Yılmaz E., Sezgin F., Gürbüz T. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. *Agricultural Water Management*. 2006. № 82 (1–2). P. 63–85. doi: 10.1016/j.agwat.2005.05.006

18. Писаренко В.А., Немоловская Т.Б., Степанов Ю.А. Перспективы выращивания хлопчатника на юге Украины: *Проблемы на влагоподайните изъярненохлебните култури*. София, Чирпан, 1995. С. 65–69.

19. Сніговий В.С. *Відродження бавовництва на Україні*: монографія. Херсон: Айлант, 2003. С. 9.

20. Штойко Д.А. Зрошення бавовнику. *Технічні культури*; за ред. Т.Т. Демиденка. Київ, 1956. С. 258–263.

21. Himanshu S.K., Ale S., Bordovsky J., Darapuneni M. Evaluation of crop-growth-stage-based deficit irrigation strategies for cotton production in the Southern High Plains. *Agricultural Water Management*. 2019. V. 225. P. 105782. doi: 10.1016/j.agwat.2019.105782

22. Mitchell-McCallister D., Williams R.B., Bordovsky J. et al. Maximizing profits via irrigation timing for capacity-constrained cotton production. *Agricultural Water Management*. 2020. V. 229. P. 105932. doi: 10.1016/j.agwat.2019.105932

23. Ulloa M., De Santiago L.M., Hulse-Kemp A.M. et al. Enhancing Upland cotton for drought resilience, productivity, and fiber quality: Comparative evaluation and genetic dissection. *Molecular Genetics and Genomics*. 2020. V. 295(1). P. 155–176. doi: 10.1007/s00438-019-01611-6

24. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.

25. Najeeb U., Bange M.P., Tan D.K.Y., Atwell B.J. Consequences of waterlogging in cotton and opportunities for mitigation of yield losses. *AoB PLANTS*. P. 2015. V. 7. P. 80 doi: 10.1093/aobpla/plv080

26. Zhang Y., Liu G., Li C. Waterlogging stress in cotton: Damage, adaptability, alleviation strategies, and mechanisms. *The Crop J.* 2021. V. 9. P. 257–270. doi: 10.1016/j.cj.2020.08.005