

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.17:631.6:631.674.6

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.1>

ВПЛИВ СПОСОБІВ ПОЛИВУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

ГАЛЬЧЕНКО Н.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-1717-5101

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

РЕЗНИЧЕНКО Н.Д. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-5741-6379

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

РОЙ С.С. – науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-6821-9709

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

МАНУЙЛЕНКО О.В. – молодший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6057-9606

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Однією з провідних зернових культур на півдні України є кукурудза. Площі, зайняті під нею, в останні роки постійно збільшуються. Разом з тим вирощування цієї культури в зоні Сухого Степу викликає деякі труднощі у сільськогосподарських товаровиробників. Даний регіон знаходиться в зоні ризикованого землеробства, і отримувати врожай кукурудзи можливо тільки в умовах зрошення, при чому ціна на поливну воду, як правило, складається на 80–90 % з витрат на електроенергію. Традиційним способом поливу кукурудзи на півдні України є дощування. Воно дозволяє отримувати прогнозовано високий урожай зерна цієї культури, але собівартість продукції значно підвищується. Дану проблему можна вирішити за допомогою впровадження ресурсозберігаючих способів поливу, зокрема краплинного зрошення. За останні 10–20 років в ряді зарубіжних країн, зокрема, в США, високу популярність здобуває підґрунтове краплинне зрошення. Особливість цього способу поливу в тому, що поливна вода на поле подається за допомогою багаторічних трубок з водо випусками, які прокладені на глибині 30–50 см. Така технологія дозволяє додатково зменшити втрати поливної води на випаровування з поверхні ґрунту порівняно з традиційними системами краплинного зрошення [1, 2].

В останні роки підґрунтове краплинне зрошення починає використовуватись в деяких господарствах півдня України для вирощування різних культур, в тому числі і кукурудзи. Тому необхідно дослідити вплив цього способу поливу на продуктивність сучасних гібридів кукурудзи та порівняти з дощуванням, як найбільш розповсюдженим способом поливу в регіоні

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різноманітні аспекти формування продуктивності кукурудзи при зрошенні розглянуті в багатьох наукових роботах українських вчених. Зокрема увагу цьому

питанню приділяли Михаленко І. В., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Онопрієнко Д. М., Колпакова О. С., Котченко М. В., Пугач А. М., Лавриненко С. О., Базалій В. В., Писаренко П. В. та інші [3, 4, 5, 6, 7,].

Пілярський В. Г., Пілярська О. О., Шепель А. В. та Бондаренко К. В. в своїх роботах розглядають вплив режимів зволоження разом з іншими факторами на морфологічні параметри кукурудзи [8].

Ромашенко М. І. та Шатковський А. П. в своїх роботах розглянули закономірності впливу елементів технології краплинного зрошення на продуктивність ряду просапних культур, зокрема кукурудзи. Також проводились визначення параметрів зони зволоження крапельної стрічки [9]. Особливо детально розглянув зони зволоження та їх вплив на властивості ґрунту Шатковський А. П. у своїй докторській дисертації [2].

Огляд літературних джерел показав, що в наукових роботах по Південному регіону України розглядаються такі способи поливу кукурудзи, як дощування та краплинне зрошення. Наукові роботи по впливу підґрунтового краплинного зрошення на продуктивність кукурудзи для ґрунтово-кліматичних умов півдня України не проводились.

Мета. Удосконалити елементи технології вирощування сучасних гібридів кукурудзи та дослідити їх реакцію на використання різних способів поливу.

Матеріали та методика досліджень. Під час проведення досліджень використовувались математичні, статистичні та лабораторно-аналітичні методи. Польове дослідження проводилось у 2019–2020 роках на базі ДП «ДГ «Асканійське» АДСДС ІЗЗ НААН України» з використанням сучасних методик польових досліджень [10]. Фактором А виступали способи поливу: підґрунтове краплинне зрошення та дощування з використанням фронтальної дощувальної машини; факто-

ром Б – сучасні гібриди кукурудзи української селекції різних груп стиглості: Степовий – ФАО 190, Меотида – ФАО 190, Хотин – ФАО 250, Асканія – ФАО 320, Гетера – ФАО 420 та Арабат – ФАО 430.

Ґрунти на ділянці темно-каштанові слабко солонцюваті. Зрошення здійснювалось водою з Каховської зрошуваної системи (канал Р2). Поливна вода першого класу, придатна для зрошення. Полив дощуванням був розрахований на підтримання вологості шару ґрунту 0–50 см на рівні 80 % НВ. Поливи проводились фронтальною дощувальною машиною. На підґрунтовому краплинному зрошенні вологість ґрунту також підтримувалась в межах 80 % НВ. Система підґрунтового краплинного зрошення мала наступні параметри: крапельна стрічка діаметром 16 мм з товщиною стінки 16 міл виробництва Netafim укладена на глибину 20 см. Відстань між стрічками 70 см.

Аґротехніка в досліді була загальноновизнана для зрошуваних умов півдня України, за винятком основного обробітку ґрунту. Для запобігання пошкодження підґрунтових крапельних стрічок глибокий обробіток замінений дискуванням на глибину 12–14 см.

Результати досліджень. Біометричні вимірювання, проведені у фазу цвітіння, показали істотну різницю по всім показникам при використанні різних способів поливу. Так, середня висота рослин на підґрунтовому краплинному зрошенні була на 35,1 см більшою, ніж на зрошенні дощуванням. Висота кріплення качана відповідно була вищою на 14,9 см. Площа листової поверхні у фазу цвітіння була найбільшою за період вегетації. На підґрунтовому краплинному зрошенні вона становила 34,6 тис. м²/га, а на зрошенні дощуванням – 29,8 тис. м²/га (табл. 1).

Якщо розглянути біометричні показники по окремим гібридам, то вони не у всіх випадках перевищують НІР. Висота рослин та кріплення качана практично не залежать від груп стиглості гібридів. Висота рослин кукурудзи досягала 279,5 см у варіанті з гібридом Асканія на підґрунтовому краплинному зрошенні. Найменшою вона була у гібрида Меотида на дощуванні – 206 см. В той

же час площа листової поверхні показує добре виражену пряму залежність від ФАО досліджуваних гібридів кукурудзи. Найбільша площа листової поверхні при дощуванні відмічалась на гібриді Арабат та становила 31,9 тис. м²/га. На підґрунтовому краплинному зрошенні цей показник також був найвищим на гібриді Арабат та дорівнював 37,9 тис. м²/га (табл. 2).

У 2019 році найбільшу урожайність на дощуванні показав гібрид Асканія – 9,45 т/га, а на підґрунтовому краплинному зрошенні гібрид Гетера – 14,31 т/га. Найменша урожайність як на дощуванні, так і на підґрунтовому краплинному зрошенні зафіксована у варіантах з гібридом Меотида – 8,55 т/га та 12,65 т/га відповідно.

У 2020 році найбільшу урожайність як на дощуванні, так і на підґрунтовому краплинному зрошенні, показав гібрид Гетера – 9,99 т/га та 14,02 т/га відповідно. Найменшу урожайність показав гібрид Степовий у варіанті із зрошенням дощуванням – 8,64 т/га.

Наведені вище дані дозволяють відзначити, що за два роки досліджень середня урожайність на підґрунтовому краплинному зрошенні становила 12,99 т/га, що на 3,77 т/га більше, ніж на дощуванні, який становить 9,22 т/га. Різниця врожаю для фактору А (способи поливу) значно перевищила НІР. Якщо порівнювати урожайність серед різних гібридів то вона, як і площа листової поверхні, збільшувалась із зростанням ФАО конкретного гібриду. Різниця врожаю для фактору Б (гібриди кукурудзи) перевищувала НІР у більшості варіантах.

Кореляційно-регресійний аналіз залежності урожайності кукурудзи від площі листової поверхні був проведений окремо для підґрунтового краплинного зрошення та зрошення дощуванням (рис. 1).

Дані досліджень вказують на пряму лінійну залежність урожайності від площі листової поверхні. Значення коефіцієнту кореляції становлять 0,648 для підґрунтового краплинного зрошення та 0,7228 для зрошення дощуванням. Оскільки коефіцієнт кореляції в межах 0,30–0,69 вказує на середню силу зв'язку, а 0,70–0,99 на сильний зв'язок, можна зробити висно-

Таблиця 1

Біометричні показники рослин кукурудзи у фазі цвітіння залежно від досліджуваних факторів

Спосіб поливу (Фактор А)	Гібриди кукурудзи (Фактор В)	Висота рослин, см	Висота кріплення качана, см	Площа листової поверхні, тис. м ² /га
Дощування	Степовий	231	83,4	27,5
	Меотида	206	91,9	28,7
	Хотин	217	93,8	28,7
	Асканія	246,5	78,1	31,2
	Гетера	217,5	95,4	30,6
	Арабат	245	81,7	31,9
Підґрунтове краплинне зрошення	Степовий	243,5	102,5	34,2
	Меотида	263,5	96	30,1
	Хотин	275	102,5	34,1
	Асканія	279,5	97,5	34,8
	Гетера	272,5	98	36,7
	Арабат	239,5	117,5	37,9
НІР ₀₅ (фактор А)		27,3	8,7	1,7
НІР ₀₅ (фактор В)		22,5	6,4	1,8

вок, що зв'язок між урожайністю та площею листкової поверхні на дощуванні сильний, а на підґрунтовому краплинному зрошенні він має середню силу. Але видно, що значення коефіцієнту кореляції в обох випадках достатньо близькі та знаходяться в граничних значеннях між сильним та середнім зв'язком.

Кореляційно-регресійний аналіз дозволив побудувати емпіричні рівняння залежності урожайності від площі листкової поверхні.

Для зрошення дощуванням:

$$Y = 0,2059X + 3,093 \text{ (т/га);}$$

де X – площа листкової поверхні, тис. м²/га.

Для підґрунтового краплинного зрошення:

$$Y = 0,235X + 4,8536 \text{ (т/га);}$$

де X – площа листкової поверхні, тис. м²/га.

Висновки. Встановлено, що впровадження підґрунтового краплинного зрошення в зоні Сухого Степу України може призвести до збільшення площі листкової поверхні кукурудзи у фазу цвітіння на 16,1 % порівняно з дощуванням: з 29,8 тис. м²/га до 34,6 тис. м²/га відповідно. Вплив способу поливу на висоту рослин та висоту кріплення качана був несуттєвим.

Використання підґрунтового краплинного зрошення дозволяє суттєво збільшити продуктивність кукурудзи в зоні Сухого Степу. В середньому по гібридах було додатково отримано 3,77 т/га зерна, що на 40,89 % більше, ніж на дощуванні. Такі результати дозволяють рекомендувати впровадження систем підґрунтового краплинного зрошення на півдні

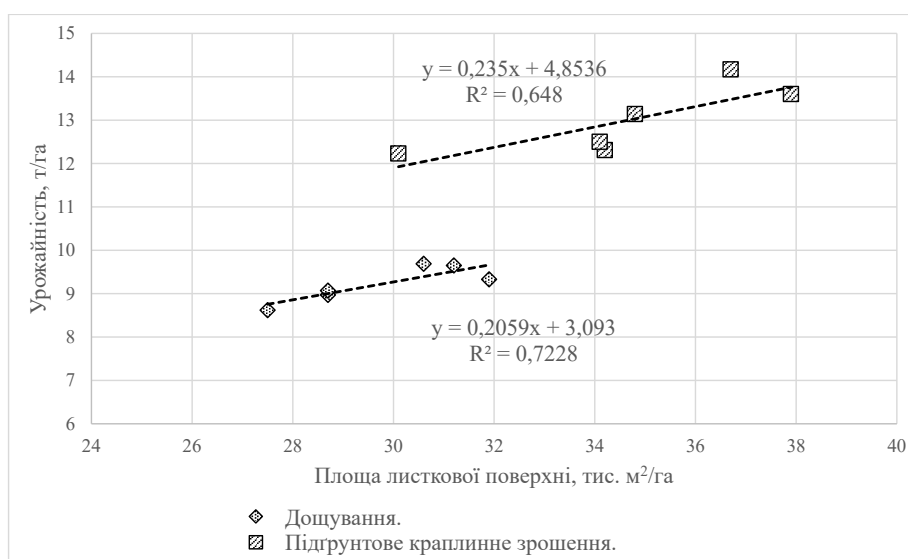


Рис. 1. Залежність урожайності кукурудзи від площі листкової поверхні посівів у фазу цвітіння при різних способах поливу

Таблиця 2

Урожайність гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів

Способи поливу (Фактор А)	Гібрид (Фактор В)	Урожайність на 2019 рік, т/га	Урожайність на 2020 рік, т/га	Середня урожайність за 2019–2020 роки, т/га
Дощування	Степовий	8,6	8,64	8,62
	Меотида	8,55	9,39	8,97
	Хотин	8,71	9,42	9,07
	Асканія	9,45	9,85	9,65
	Гетера	9,38	9,99	9,69
	Арабат	8,94	9,72	9,33
	Середнє	8,94	9,5	9,22
Підґрундове краплинне зрошення	Степовий	13,26	11,36	12,31
	Меотида	12,65	11,8	12,23
	Хотин	12,91	12,09	12,5
	Асканія	13,32	12,96	13,14
	Гетера	14,31	14,02	14,17
	Арабат	13,95	13,24	13,6
	Середнє	13,4	12,58	12,99
HIP ₀₅ (фактор А)		0,674	1,005	
HIP ₀₅ (фактор В)		0,446	0,643	

України при вирощуванні кукурудзи на зерно, незважаючи на труднощі при перебудові системи зрошення в господарстві.

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу встановлено прямий зв'язок між площею листової поверхні посівів кукурудзи у фазу цвітіння та урожайністю зерна при різних способах поливу. Побудовано емпіричні рівняння цієї залежності при умовах дощування та підґрунтового краплинного зрошення, що дозволить з деякою точністю спрогнозувати очікуваний урожай у фазу цвітіння кукурудзи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Обґрунтування технології вирощування кукурудзи при краплинному способі поливу. *Таврійський науковий вісник*. 2013. Вип. 86. С. 53–56.
2. Шатковський А. П. Наукові основи інтенсивних технологій краплинного зрошення просапних культур в умовах степу України : дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. с.-г. наук : 06.01.02. Національна академія аграрних наук Інститут водних проблем і меліорації. Київ, 2016. 430 с.
3. Вожегова Р. А., Лавриненко С. О., Коковіхин С. В. Економічні та енергетичні аспекти оптимізації технології вирощування насінневої кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 79. С. 17–27.
4. Коковіхин С. В. Залежність продуктивності кукурудзи на насіння від поливного режиму, добрив та густоти посіву рослин. *Меліорація і водне господарство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 1999. Вип. 86. С. 38–41.
5. Колпакова О. С. Продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення південного степу України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2015. Вип. 62. С. 68–71.
6. Котченко М. В., Пугач А. М., Пугач А. В., Приходько І. П. Продуктивність різностиглих гібридів кукурудзи в умовах південного степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії: збірник наукових праць*. 2016. № 4. С. 27–31
7. Лавриненко Ю. О., Писаренко В. А., Коковіхин С. В., Писаренко П. В. Науково-практичні аспекти формування режимів зрошення гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 50. С. 23–31.
8. Пілярський В. Г., Пілярська О. О., Шепель А. В., Бондаренко К. В. Морфо-біологічні показники посівів кукурудзи гібриду Крос 221 М залежно від умов зволоження, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2016. Вип. 66. С. 52–56.
9. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Журавльов О. В. Особливості режимів краплинного зрошення просапних культур. *Вісник аграрної науки*. 2015. Вип. 2. С. 51–56.
10. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): Навчальний посібник / В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхин. Херсон: Грін Д. С., 2014. 448 с.

REFERENCES:

1. Lavrynenko, Yu.O., & Ruban, V.B. (2013). Obgruntuvannia tekhnologii vyroshchuvannia kukurudzy pry kraplynnomu sposobi polyvu [Substantiation of technology of corn cultivation by drip irrigation]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 86, 53–56 [in Ukrainian].
2. Shatkovskiy, A. P. (2016). Naukovi osnovy intensyvykh tekhnologii kraplynnoho zroshennia prosapnykh kultur v umovakh stepu Ukrainy [Scientific bases of intensive technologies of drip irrigation of row crops in the steppe conditions of Ukraine]. *Doctor's thesis*, Kyiv [in Ukrainian].
3. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, S. O., & Kokovikhyn, S. V. (2012). Ekonomichni ta enerhetychni aspekty optymizatsii tekhnologii vyroshchuvannia nasinnivoi kukurudzy v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy [Economic and energy aspects of optimization of technology for growing seed corn in the conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 79, 17–27 [in Ukrainian].
4. Kokovikhyn, S. V. (1999). Zalezhnist produktyvnosti kukurudzy na nasinnia vid polyvnoho rezhymu, dohryv ta hustoty posivu roslyn [Dependence of corn productivity on seeds on irrigation regime, fertilizers and crop density]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*, 86, 38–41 [in Ukrainian].
5. Kolpakova, O. S. (2015). Produktivnist novykh hibrydiv kukurudzy zalezhno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh zroshennia pivdennoho stepu Ukrainy [Productivity of new hybrids of corn depending on agrotechnical measures in the conditions of irrigation of the southern steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 62, 68–71 [in Ukrainian].
6. Kotchenko, M. V., Puhach, A. M., Puhach, A. V., & Prykhodko, I. P. (2016). Produktivnist riznostyglykh hibrydiv kukurudzy v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy [Productivity of different-growing hybrids of corn in the southern steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 4, 27–31 [in Ukrainian].
7. Lavrynenko, Yu. O., Pysarenko, V.A., Kokovikhyn, S. V., & Pysarenko, P. V. (2008). Naukovo-praktychni aspekty formuvannia rezhymiv zroshennia hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh pivdnia Ukrainy [Scientific and practical aspects of the formation of irrigation regimes of maize hybrids of different maturity groups in the south of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 50, 23–31 [in Ukrainian].
8. Piliarskyi, V. H., Piliarska, O. O., Shepel, A. V., & Bondarenko, K. V. (2016). Morfo-biologichni pokaznyky posiviv kukurudzy hibrydu Kros 221 M zalezhno vid umov zvolozhennia, fonu mineralnogo zhyvlennia ta hustoty stoiannia roslyn [Morpho-biological indicators of corn hybrid crops Cross 221 M depending on moisture conditions, background of mineral nutrition and plant density]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 66, 52–56 [in Ukrainian].
9. Romashchenko, M. I., Shatkovskiy, A. P., & Zhuravlov, O. V. (2015). Osoblyvosti rezhymiv kraplynnoho zroshennia prosapnykh kultur [Features of drip

irrigation regimes of row crops]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 2, 51–56 [in Ukrainian].

10. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhyn, S. V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methods of field research (irrigated agriculture)]*. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian].

Гальченко Н.М., Резніченко Н.Д., Рой С.С., Мануйленко О.В. Вплив способів поливу на продуктивність гібридів кукурудзи

Мета. Удосконалити елементи технології вирощування сучасних гібридів кукурудзи та дослідити їх реакцію на використання різних способів поливу. **Методи.** Під час проведення досліджень використовувались математичні, статистичні та лабораторно-аналітичні методи. **Результати.** На підґрунтовому краплинному зрошенні площа листової поверхні у фазу цвітіння становила 34,6 тис. м²/га, а на зрошенні дощуванням – 29,8 тис. м²/га. Середня висота рослин на підґрунтовому краплинному зрошенні була на 35,1 см більшою, ніж на зрошенні дощуванням. Висота кріплення качана була вищою на 14,9 см. Середня урожайність на підґрунтовому краплинному зрошенні становила 12,99 т/га, що на 3,77 т/га більше за цей показник на дощуванні, який становить 9,22 т/га. Кореляційно-регресійний аналіз показав пряму лінійну залежність урожайності від площі листової поверхні. Значення коефіцієнту кореляції становлять 0,648 для підґрунтового краплинного зрошення та 0,7228 для зрошення дощуванням. Були побудовані емпіричні рівняння залежності урожайності від площі листової поверхні.

Для зрошення дощуванням: $Y = 0,2059X + 3,093$ (т/га);

де X – площа листової поверхні, тис. м²/га.

Для підґрунтового краплинного зрошення: $Y = 0,235X + 4,8536$ (т/га);

де X – площа листової поверхні, тис. м²/га.

Висновки. Встановлено, що впровадження підґрунтового краплинного зрошення в зоні Сухого Степу України може призвести до збільшення площі листової поверхні кукурудзи у фазу цвітіння на 16,1 % порівняно з дощуванням. Урожайність також збільшилась на 40,89 %. Такі результати дозволяють рекомендувати впровадження систем підґрунтового краплинного зрошення на півдні України при вирощуванні кукурудзи на зерно. За допомогою кореляційно-регресійного аналізу встановлено прямий зв'язок між площею листової поверхні посівів кукурудзи у фазу цвітіння та урожайністю зерна при різних способах поливу. Побудовані емпі-

ричні рівняння дозволять з деякою точністю спрогнозувати очікуваний урожай у фазу цвітіння кукурудзи.

Ключові слова: зрошення, дощування, підґрунтовий краплинний полив, Сухий Степ, площа листової поверхні.

Galchenko N.M., Reznichenko N.D., Roi S.S., Manuylenko O.V. Influence of watering methods on productivity of maize hybrids

Purpose. Improve the elements of technology for growing modern maize hybrids and investigate their response to the use of different irrigation methods. **Methods.** Mathematical, statistical and laboratory-analytical methods were used during the research. **Results.** On the subsurface drip irrigation, the leaf surface area in the flowering phase was 34.6 thousand m²/ha, and on sprinkler irrigation – 29.8 thousand m²/ha. The average height of plants on subsurface drip irrigation was 35.1 cm higher than on sprinkler irrigation. The height of the cob attachment was 14.9 cm higher. The average yield on subsurface drip irrigation was 12.99 t/ha, which is 3.77 t/ha more than this figure for sprinkling, which is 9.22 t/ha. Correlation-regression analysis showed a direct linear dependence of yield on leaf surface area. The values of the correlation coefficient are 0.648 for subsurface drip irrigation and 0.7228 for sprinkler irrigation. Empirical equations of yield dependence on leaf surface area were constructed.

For sprinkler irrigation: $Y = 0.2059X + 3.093$ (t/ha);

where X is the leaf surface area, thousand m²/ha.

For subsurface drip irrigation: $Y = 0.235X + 4.8536$ (t/ha);

where X is the leaf surface area, thousand m²/ha.

Findings. It is established that the introduction of subsurface drip irrigation in the Dry Steppe zone of Ukraine can lead to an increase in the leaf surface area of corn in the flowering phase by 16.1% compared to sprinkling. Yields also increased by 40.89%. These results allow us to recommend the introduction of subsurface drip irrigation systems in the south of Ukraine in the cultivation of corn for grain. Also, with the help of correlation-regression analysis, a direct relationship was established between the leaf surface area of maize crops in the flowering phase and grain yield with different irrigation methods. The constructed empirical equations will allow to predict with some accuracy the expected harvest in the phase of flowering of corn.

Key words: irrigation, sprinkling, subsurface drip irrigation, Dry Steppe, leaf surface area.