

СУМАРНЕ ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ВИПАРОВУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ПИСАРЕНКО П.В. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-2104-2301

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
МАЛЯРЧУК М.П. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0150-6121

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
МАЛЯРЧУК А.С. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0001-5845-269x

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
ЩЕРБИНА З.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-4630-8372

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН

ШЕВЧЕНКО Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-9488-0325
Національна академія аграрних наук України

Постановка проблеми. За умов регіональних змін клімату в зрошувальному землеробстві України слід використовувати інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на використанні інноваційних підходів з оптимізацією різних способів поливу і режимів зрошення, системи удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин [1]. У степовій зоні України зосереджено 1837,5 тис. га, що становить 87,2% зрошуваних земель країни. Тому ефективне та раціональне зрошення є важливим фактором в отриманні високих та сталих врожаїв сільськогосподарських культур [2]. Вивчення процесів водоспоживання у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах дозволяє впливати на ріст і розвиток, виключити негативний вплив нестачі або надлишку волого на рослини та розробити заходи, що зменшують непродуктивні її втрати [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найважливішим елементом у формуванні режиму зрошення сільськогосподарських культур є сумарне водоспоживання, або та кількість води, яка необхідна рослинам протягом вегетаційного періоду для отримання запланованого врожаю в конкретних природних умовах у разі оптимізації всіх технологічних процесів [4]. Сумарне водоспоживання культур є показником потреби рослин за весь період вегетації, а сумарне випаровування – за окремі її відрізки. Вони складаються з витрат води на транспірацію рослин, випаровування з поверхні ґрунту і формування біологічної маси. Різні вимоги рослин до обсягів води, необхідних для оптимального проходження ростових і продукційних процесів, а також формування високого врожаю, є результатом їх еволюційного розвитку і склалися під впливом різних кліматичних умов [5].

Численними дослідженнями встановлено, що найбільш сильними регулюючими факторами показників сумарного водоспоживання є кліматичні умови зони вирощування, погода під час вегетації рослин, біологічні

ознаки сортів і насамперед тривалість вегетаційного періоду, вологозабезпеченість рослин та інші [6; 7].

Завдання і методика досліджень. Основним завданням досліджень з рослинами буряку цукрового передбачалося визначення показників середньодобового випаровування за декадами вегетаційного періоду, зважаючи на природну вологозабезпеченість років досліджень для теоретичного обґрунтування та практичного втілення нового розрахункового методу планування та оперативного управління поливами с.-г. культур, який має відповідати біологічним особливостям росту та розвитку рослин з урахуванням екологічного стану зрошуваних ґрунтів. Для виконання поставленої мети ми використали матеріали польових досліджень з культурою, які проводились у відділі зрошувального землеробства Інституту зрошувального землеробства НААН починаючи з 1999 по 2019 рр. [8].

Польові досліді, лабораторні та аналітичні дослідження проводились впродовж 1999–2019 рр. згідно з методикою польових досліджень в Інституті зрошувального землеробства НААН України, який розташований у зоні Інгулецької зрошувальної системи на правому березі р. Дніпро у Дніпровському районі м. Херсон.

Результати досліджень. Нами були систематизовані та згруповані показники середньодобового випаровування буряків цукрових у неоднакові за погодними умовами роки за декадами росту та розвитку рослин протягом вегетаційного періоду з різних шарів ґрунту, що дало можливість дійти висновку про варіювання цього показника в дуже широких межах (табл. 1).

Встановлено, що середньодобове випаровування буряків цукрових з шару ґрунту 0–50 см у вологі та середні роки свого максимуму набуває на 7–8-й декаді вегетаційного періоду та становить у середньому за роки досліджень 53,7 та 57,3 м³/га відповідно. У посушливі роки, згідно з нашими спостереженнями, найбільшим – 58,2 м³/га – цей показник встановлено у проміжок між 70 та 80 добою росту та розвитку культури.

Таблиця 1

Динаміка середньодобового випаровування буряків цукрових по декадах вегетаційного періоду у різні за погодними умовами роки (шар ґрунту 0–50 см), м³/га

Кількість днів від сходів	Вологозабезпеченість (кількість років)			У середньому за 21 рік
	вологі (5 років)	середні (9 років)	сухі (7 років)	
0–10	12,0	12,3	10,2	11,5
10–20	22,3	24,5	20,0	22,3
20–30	28,7	34,1	31,3	31,4
30–40	35,3	42,2	40,0	39,2
40–50	40,9	48,5	47,4	45,6
50–60	46,0	52,8	51,6	50,1
60–70	52,3	55,4	55,2	54,3
70–80	53,7	57,3	57,6	56,2
80–90	50,4	54,0	58,2	54,2
90–100	48,3	48,8	55,4	50,8
100–110	46,2	42,9	52,4	47,2
110–120	39,3	34,3	46,2	39,9
120–130	44,7	31,0	36,7	37,5
130–140	38,1	21,5	24,3	28,0
140–150	28,4	13,2	17,9	19,8

Таблиця 2

Середньодобове випаровування за декадами вегетаційного періоду буряків цукрових залежно від гідротермічних умов років досліджень (шар ґрунту 0–100 см), м³/га

Кількість днів від сходів	Вологозабезпеченість вегетаційного періоду (кількість років)			У середньому за 21 рік
	вологі (5 років)	середні (9 років)	сухі (7 років)	
0–10	13,7	8,1	11,1	11,0
10–20	24,5	18,4	17,8	20,2
20–30	34,0	28,1	27,5	29,9
30–40	41,5	35,4	35,7	37,6
40–50	47,9	42,6	42,6	44,4
50–60	52,3	48,6	48,8	49,9
60–70	54,4	51,0	52,9	52,7
70–80	54,4	52,4	55,1	54,0
80–90	52,3	52,6	55,6	53,5
90–100	48,0	51,1	54,7	51,3
100–110	42,6	48,4	50,6	47,2
110–120	35,1	43,7	45,1	41,3
120–130	35,9	40,2	37,3	37,8
130–140	27,9	38,1	24,8	30,2
140–150	19,4	26,3	16,2	20,6

Стосовно стрімкості його наростання нами виявлена тенденція щодо більш повільного наростання та зниження у вологі за дефіцитом випаровуваності роки, а у середні та особливо сухі роки середньодобове випаровування рослин збільшується значно скоріше. Аналітична обробка матеріалів щодо середньодобового випаровування буряків цукрових з шару ґрунту 0–100 см виявила схожі з шаром 0–50 см тенденції (табл. 2).

Проте встановлено, що у вологі роки рослини найбільш інтенсивно споживають вологу протягом від 60

до 80 доби вегетаційного періоду. У середні та сухі роки максимальні показники середньодобового випаровування виявлені у період від 8-ї до 9-ї декади. Крім того, найбільш стрімке зростання цього показника виявлено у вологі та посушливі роки, тоді як у середні зростання та зниження випаровування за декадами росту та розвитку відбувалося більш повільно.

Порівняльна оцінка показників середньодобового випаровування з шарів ґрунту 0–50 та 0–100 см дала можливість довести гіпотезу про збільшення випаровування буряку цукрового з шару ґрунту 50–100 см від

Розраховане сумарне (E) і середньодобове (Ē) випаровування буряків цукрових за декадами вегетаційного періоду в різні за погодними умовами роки

Місяць	Декада	Роки за дефіцитом водоспоживання					
		середньосухі		середні		середньовологі та вологі	
		E	Ē	E	Ē	E	Ē
Травень	1	140	14,0	156	15,6	302	30,2
	2	172	17,2	188	18,8	293	29,3
	3	208	18,9	219	20,0	345	31,4
	За місяць	520	16,8	563	18,2	940	30,3
Червень	1	257	25,7	301	30,1	369	36,9
	2	395	39,5	335	33,5	420	42,0
	3	492	49,2	323	32,3	446	44,6
	За місяць	1144	38,1	959	32,0	1235	41,2
Липень	1	480	48,0	400	40,0	479	47,9
	2	522	52,2	508	50,8	488	48,8
	3	578	52,6	575	52,3	556	50,6
	За місяць	1580	51,0	1483	47,8	1523	49,1
Серпень	1	492	49,2	495	49,5	473	47,3
	2	488	48,8	470	47,0	431	43,1
	3	468	42,6	445	40,4	441	40,1
	За місяць	1448	46,7	1410	45,5	1345	43,4
Вересень	1	260	26,0	228	22,8	312	31,2
	2	210	21,0	188	18,8	188	18,8
	3	200	20,0	187	18,7	130	13,0
	За місяць	670	22,3	603	20,1	630	21,0
Жовтень	1	198	19,8	206	20,6	119	11,9

вологих років до сухих. Це можна пояснити підсиленням розвитку кореневої системи рослин.

Наявний великий обсяг інформації попередніх років досліджень у відділі зрошувального землеробства Інституту зрошувального землеробства НААН та власні спостереження по витратах води з ґрунту, опадах і поливних нормах у разі оптимальних умов вологозабезпечення рослин дозволили побудувати інтегральні криві сумарного випаровування буряків цукрових з шару ґрунту 0–100 см. Завдяки цьому були визначені показники сумарного і середньодобового випаровування для різних за вологозабезпеченістю років (табл. 3).

Співставлення показників сумарного і середньодобового випаровування цукрових буряків у різні за погодними умовами роки показує, що суттєва різниця у розрахованих показниках спостерігається у травні і першій половині червня, а також наприкінці вегетації. Згідно з розрахунками, на початку вегетації у середньовологі і вологі роки декадні і добові витрати води значно вищі, ніж у середні та середньосухі роки. Це пояснюється тим, що у вологі і середньовологі роки у травні та першій декаді червня випадало у середньому 127 мм атмосферних опадів, за багаторічного показника 51,5 мм, а у середні і середньосухі роки – 50,5 і 45,5 мм відповідно.

Безумовно, певна частина води з опадів у вологі та середньовологі роки переміщувалася за межі зони активного поглинання вологі і не брала участі у забез-

печенні рослин водою, але суттєво збільшила розраховані показники декадних та добових її витрат.

Про це свідчать розраховані показники випаровування для кормових буряків, які визначалися в інші роки і практично не відрізняються по роках забезпеченості у травні та першій декаді червня. До речі, ними можна користуватися у проведенні розрахунків витрат вологі цукровими буряками в роки, які відрізняються великою кількістю опадів на початку вегетації.

Висновки.

1. Встановлено, що середньодобове випаровування буряків цукрових з шару ґрунту 0–50 см у вологі та середні роки свого максимуму набуває на 7–8-й декаді вегетаційного періоду та становить у середньому за роки досліджень 53,7 та 57,3 м³/га відповідно.

2. У посушливі роки найбільшим – 58,2 м³/га – показник середньодобового випаровування встановлено у проміжок між 70 та 80 добою росту та розвитку культури. Стосовно шару ґрунту 0–100 см доведено, що у вологі роки рослини найбільш інтенсивно споживають вологу протягом від 60 до 80 доби вегетаційного періоду.

3. У середні та сухі роки максимальні показники середньодобового випаровування виявлені у період від 8-ї до 9-ї декади. Крім того, найбільш стрімке зростання цього показника виявлено у вологі та посушливі роки, тоді як у середні зростання та зниження випаровування за декадами росту та розвитку відбувалося більш повільно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вожегова Р. Зрошення – головний елемент сучасних агротехнологій в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 11(800). С. 67–74. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-10>.
2. Ушкаренко В.О., Морозов В.В. Теоретичне обґрунтування еколого-агроекологічного моніторингу зрошуваних земель. *Перспективні напрями розвитку водного господарства, будівництва та землекористування*: матеріали Міжнарод. науч.-практ. конф. Херсон: ЛТ-Оффіс, 2016. С. 28–31.
3. Пугач О.В., Пугач О.П. Водоспоживання сільськогосподарських культур на осушуваних торфових ґрунтах Західного Полісся. *Вісник Львівського НАУ*. 2010. Серія Агронімія. № 14. С. 253–259.
4. Алпатьев А.М. Формирование поливного режима сельскохозяйственных культур на основе оперативного учета суммарного испарения. Киев: Урожай, 1966. 235 с.
5. Алпатьев А.М. Биофизические основы водопотребления орошаемых культур. *Орошаемое земледелие в Европейской части СССР*. Москва: Колос, 1965. С. 54–66.
6. Коковіхін С.В., Пілярський В.Г. Динаміка продукційних процесів рослин буряків цукрових залежно від ступеня інтенсифікації зрошення й удобрення. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. Херсон: Айлант, 2009. Вип. 52. С. 11–16.
7. Писаренко П.В. Продуктивність зрошуваних земель. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. Херсон: Олді-плюс, 2010. Вип. 54. 396 с.
8. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р.А. Вожегової. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Vozhehova R. (2019). Zroshennya – holovnyy element suchasnykh ahrotekhnolohiy v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Irrigation – the main element of modern agricultural technologies in the Southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11(800), 67–74. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-10> [in Ukrainian].
2. Ushkarenko V.O., & Morozov V.V. (2016). Teoretychne obgruntuvannya ekoloho-ahromelioratyvnoho monitorynhu zroshuvanykh zemel [Theoretical substantiation of ecological and agro-meliorative monitoring of irrigated lands]. *Perspektivnyye napravleniya razvitiya vodnogo khozyaystva, stroitelstva i zemleustroystva: Materiali Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Perspective directions for the development of water management, construction and land management: Materials and Intern. scientific-practical. conf.* Kherson: LT-Offis, 28–31 [in Ukrainian].
3. Puhach O.V., & Puhach O.P. (2010). Vodospozhyvannya silskohospodarskykh kultur na osushuvanykh torfovykh gruntakh Zakhidnoho Polissya [Water consumption of crops on drained peat soils of Western Polissya]. *Visnyk Lvivskoho NAU. Seriya Ahronomiya – Bulletin of Lviv NAU. Agronomy Series*, 14, 253–259 [in Ukrainian].
4. Alpatyev A.M. (1966). *Formirovaniye polivnogo rezhima selskokhozyaystvennykh kultur na osnove operativnogo ucheta summarnogo isparennya* [Formation of the irrigation regime of agricultural crops based on the oper-

- ational accounting of total evaporation]. Kiev: Urozhay, 235 [in Russian].
5. Alpatyev A.M. (1965). *Biofizicheskiye osnovy vodopotrebleniya oroshayemykh kultur. Oroshayemoye zemledeliye v Yevropeyskoy chasti SSSR* [Biophysical bases of water consumption of irrigated crops. Irrigated agriculture in the European part of the USSR]. Moscow: Kolos, 54–66 [in Russian].
6. Kokovikhin S.V., & Piliarskiy V.H. (2009). Dynamika produktsiynykh protsesiv roslin buryakiv tsukrovyykh zalezho vid stupenyu intenyfikatsiyi zroshennya y udobrennya [Dynamics of production processes of sugar beet plants depending on the degree of intensification of irrigation and fertilization]. *Zroshuvane zemlerobstvo: zbirnyk naukovykh prats – Irrigated agriculture: a collection of scientific papers*. Kherson: Aylant, 52, 11–16 [in Ukrainian].
7. Pysarenko P.V. (2010). Produktivnist zroshuvanykh zemel [Productivity of irrigated lands]. *Zroshuvane zemlerobstvo: zbirnyk naukovykh prats – Irrigated agriculture: a collection of scientific papers*, 54, 396 [in Ukrainian].
8. Vozhehova R.A. (Ed.). (2014). *Metodyka polovyykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemlyakh* [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]. Kherson: Hrin D.S., 286 [in Ukrainian].

Писаренко П.В., Малярчук М.П., Малярчук А.С., Щербина З.В., Шевченко Т.В. Сумарне водоспоживання та випаровування буряків цукрових в умовах Півдня України

Мета – визначення показників середньодобового випаровування за декадами вегетаційного періоду, зважаючи на природну вологозабезпеченість років досліджень для теоретичного обґрунтування та практичного втілення нового розрахункового методу планування та оперативного управління поливами с.-г. культур. **Методи**: польовий, лабораторний, статистичний. **Результати**. Співставлення показників сумарного і середньодобового випаровування цукрових буряків у різні за погодними умовами роки показує, що суттєва різниця у розрахованих показниках спостерігається у травні і першій половині червня, а також наприкінці вегетації. Згідно з розрахунками, на початку вегетації у середньовологі і вологі роки декадні і добові витрати води значно вищі, ніж у середні та середньосухі роки. Це пояснюється тим, що у вологі і середньовологі роки у травні та першій декаді червня випало у середньому 127 мм атмосферних опадів, за багаторічного показника 51,5 мм, а у середні і середньосухі роки – 50,5 і 45,5 мм відповідно.

Висновки. Встановлено, що середньодобове випаровування буряків цукрових з шару ґрунту 0–50 см у вологі та середні роки свого максимуму набуває на 7–8-й декаді вегетаційного періоду та становить у середньому за роки досліджень 53,7 та 57,3 м³/га відповідно. У посушливі роки найбільшим – 58,2 м³/га – цей показник є у проміжку між 70 та 80 доби росту та розвитку культури. Стосовно шару ґрунту 0–100 см доведено, що у вологі роки рослини найбільш інтенсивно споживають вологу протягом від 60 до 80 доби вегетаційного періоду. У середні та сухі роки максимальні показники середньодобового випаровування виявлені у період від 8-ї до 9-ї декади. Крім того, найбільш стрімке зростання цього показника виявлено у вологі та посушливі роки,

тоді як у середні зростання та зниження випаровування за декадами росту та розвитку відбувалося більш повільно.

Ключові слова: погодні умови, цукровий буряк, водоспоживання, вегетаційний період, ріст і розвиток культури.

Pysarenko P.V., Maliarchuk M.P., Maliarchuk A.S., Shchebyna Z.V., Shevchenko T.V. Total water consumption and evaporation of sugar beets in the South of Ukraine

Purpose is the determination of indicators of average daily evaporation by decades of the vegetation period taking into account the natural moisture content of years of research for theoretical substantiation and practical implementation of a new calculation method of planning and operational management of agricultural irrigation cultures. **Methods:** field, laboratory, statistical. **Results.** A comparison of the indicators of total and average daily evaporation of sugar beets in different weather conditions shows that a significant difference in the calculated indicators is observed in May and the first half of June, as well as at the end of the growing season. It is estimated that at the beginning of the growing season in the middle humid and humid years, the decadal and daily

water consumption is much higher than in the middle and middle dry years. This is due to the fact that in wet and medium-wet years in May and the first decade of June fell an average of 127 mm of precipitation, with a long-term 51.5 mm, and in medium and medium dry years 50.5 and 45.5 mm, respectively. **Conclusion.** It is established that the average daily evaporation of sugar beets from the soil layer 0–50 cm in the wet and middle years of its maximum reaches 7–8 decades of the growing season and averages 53.7 and 57.3 m³ / ha, respectively. In dry years, the highest 58.2 m³/ha, this figure is between 70 and 80 days of growth and development of culture. Regarding the soil layer 0–100 cm, it is proved that in wet years the plants consume moisture most intensively during 60 to 80 days of the growing season. In the middle and dry years, the maximum rates of average daily evaporation were found in the period from 8 to 9 decades. In addition, the most rapid growth of this indicator was found in wet and dry years, while in the average growth and decline in evaporation by decades of growth and development was slower.

Key words: weather conditions, sugar beet, water consumption, growing season, growth and development of culture.