

УДК 631.67:631.526(833)

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕВАПОТРАНСPIРАЦІЇ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Коковіхін С.В. – д.с.-г.н., с.н.с.,
Шепель А.В. – к.с.-г.н., доцент, Херсонський ДАУ,
Писаренко П.В. – к.с.-г.н., с.н.с.,
Пілярський В.Г. – к.с.-г.н., Інститут зрошуваного
землеробства НААН України

Постановка проблеми. Отримання врожаїв на достатньо високому рівні залежить від дотримання технології вирощування сільськогосподарських культур, особливо це стосується регламентів режимів зрошення в умовах недостатньої кількості природної вологи. В умовах півдня України зрошення є передумовою ефективного сільськогосподарського виробництва, тому що продуктивність культур у переважній кількості випадків залежить від вологості ґрунту, яка у південній степовій зоні регулюється поливами [1-3]. Останнім часом гостро постало питання дефіциту та підвищеної ціни цукру на продовольчому ринку України. Тому певну актуальність мають питання задоволення підприємств цукрової промисловості сировиною з цукрового буряку, оскільки отримання високих і сталих урожаїв цієї культури можливо лише при науково обґрунтованому управлінні режимом зрошення, у тому числі й за допомогою нових розрахункових методів, які засновані на врахуванні показників середньодобового випаровування.

Стан вивчення проблеми. При вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема буряків цукрових, у посушливих південних регіонах України важливе значення має подолання дефіциту природної вологозабезпеченості за рахунок зрошення. Науковими дослідженнями доведено, що отримання програмованої врожайності можливо лише за рахунок застосування штучного зволоження, яке забезпечує, незалежно від погодних умов вегетаційного періоду, економічно обґрунтовані прирости валових зборів культур [4].

При вирощуванні буряків украї важливим питанням є визначення середньодобового випаровування, особливо в критичний період за відношенням до вологи (друга половина вегетації – від середини липня до першої декади серпня). У цей час рослини найбільше знижують продуктивність через нестачу ґрунтової вологи, а витрати її за цей період складають до 40-60% від загального сумарного водоспоживання. Істотне випаровування буряком цукровим у цей період пояснюється, головним чином, потужним розвитком листкової поверхні та високою напругою метеорологічних факторів (висока температура та низька вологість повітря, невелика кількість або повна відсутність опадів, суховії тощо) [5-7].

Завдання і методика досліджень. Завданням наших досліджень було визначення особливостей середньодобових витрат вологи рослинами буряків цукрових залежно від умов природної вологозабезпеченості, теоретичне обґрунтування нових підходів до створення нового розрахункового методу

планування поливів культури, який відповідає екологічним вимогам і враховує біологічні особливості рослин.

У дослідженнях використані експериментальні дані польових дослідів з буряком цукровим, які проводились у лабораторії зрошення Інституту зрошеного землеробства НААН України в період 1969-2007 рр.

Результати досліджень. Систематизація й групування показників середньодобового випаровування буряків цукрових за декадами вегетаційного періоду свідчать про те, що воно змінюється в дуже широких межах (табл. 1).

Таблиця 1 – Середньодобове випаровування за декадами вегетаційного періоду буряків цукрових залежно від гідротермічних умов років досліджень (шар ґрунту 0-50 см), м³/га

Кількість днів від сходів	Вологозабезпеченість (кількість років)			У середньому за 13 років
	вологі (4 роки)	середні (5 років)	сухі (4 роки)	
0-10	11,8	12,1	10,0	11,3
10-20	22,0	24,1	19,7	21,9
20-30	28,3	33,6	30,8	30,9
30-40	34,8	41,6	39,4	38,6
40-50	40,3	47,8	46,7	44,9
50-60	45,3	52,0	50,8	49,4
60-70	51,5	54,6	54,4	53,5
70-80	52,9	56,5	56,7	55,4
80-90	49,7	53,2	57,3	53,4
90-100	47,6	48,1	54,6	50,1
100-110	45,5	42,3	51,6	46,5
110-120	38,7	33,8	45,5	39,3
120-130	44,0	30,5	36,2	36,9
130-140	37,5	21,2	23,9	27,5
140-150	28,0	13,0	17,6	19,5
Середнє ($x_{cp} \pm s_x$)	38,5±5,9	37,6±6,9	39,7±7,0	38,6±6,7
Коеф. варіації (V), %	59,0	68,9	68,5	64,9
Довірчий інтервал (min-max)	26,5-50,5	23,9-51,3	25,3-54,0	25,4-51,8

У середньому за тринадцятирічний період спостережень на початку вегетації у перші 10-20 днів після сходів, а також у передзбиральний період добове випаровування рослин з шару ґрунту 0-50 см мінімальне й дорівнює 11,3-21,9 і 19,5-27,5 м³/га, відповідно. Навпаки, у середині росту й розвитку буряків цукрових (40-110 дні вегетації) середньодобове випаровування досягає максимальних значень і коливається в межах 44,9-55,4 м³/га.

Стосовно варіювання цього показника, то його повільне наростання й зниження у вологі за дефіцитом випаровуваності роки та більший динамізм – у середні й, особливо, сухі роки.

Варіаційним аналізом доведено, що незалежно від гідротермічних умов років досліджень мінливість добових витрат вологи дуже висока, оскільки коефіцієнт варіації коливається в межах 59,0-68,9%. Проте, у вологі роки цей показник на 9,5-9,9% менш мінливий, ніж у середні та посушливі. Найвищий довірчий інтервал варіювання показників середньодобового випаровування відмічено у посушливі роки, коли воно коливається в межах від 25,3 до 54,0 м³/га.

Аналіз експериментальних даних випаровування буряків з шару ґрунту 0-100 см виявив схожі тенденції (табл. 2).

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 (кількість років)			У середньому за 15 років
	вологі (5 роки)	середні (6 років)	сухі (4 роки)	
0-10	13,5	8,0	10,9	10,8
10-20	24,1	18,1	17,5	19,9
20-30	33,5	27,7	27,1	29,4
30-40	40,9	34,9	35,2	37,0
40-50	47,2	42,0	42,0	43,7
50-60	51,5	47,9	48,1	49,2
60-70	53,6	50,2	52,1	52,0
70-80	53,6	51,6	54,3	53,2
80-90	51,5	51,8	54,8	52,7
90-100	47,3	50,3	53,9	50,5
100-110	42,0	47,7	49,9	46,5
110-120	34,6	43,1	44,4	40,7
120-130	35,4	39,6	36,7	37,2
130-140	27,5	37,5	24,4	29,8
140-150	19,1	25,9	16,0	20,3
Середнє ($x_{cp} \pm s_x$)	39,1±6,4	38,9±6,1	38,3±6,5	38,8±6,3
Коеф. варіації (V), %	64,3	61,4	66,8	63,6
Довірчий інтервал (<i>min-max</i>)	25,3-51,4	26,0-50,9	24,5-51,2	25,4-51,0

Разом з цим, досліджуваний показник, незалежно від рівня природного волого забезпечення, проявляє більшу мінливість, особливо у вологі та сухі роки ($V = 64,3$ і $66,8\%$). Крім того, порівняно з шаром 0-50 з 0-100 см отримано дещо більший довірчий інтервал у вологі роки ($25,3-51,4$ м³/га) відносно сухих ($24,5-51,2$ м³/га), що пояснюється кращим використанням рослинами буряків вологи з глибоких горизонтів.

Ураховуючи важливість інформації щодо добових вологовитрат за окремими календарними датами, нами проведено групування цих показників за роками з різним рівнем метеорологічних умов (табл. 3).

Результати досліджень свідчать про схожість амплітуди наростання та зниження середньодобового випаровування за декадами вегетаційного періоду, мінімальних показників на початку та наприкінці органогенезу буряків цукрових. Слід відмітити, що за гідротермічними умовами років, починаючи з третьої декади червня спостерігається певна різниця в наростанні евапотранспірації. Так, наприкінці червня у вологі і середні роки випаровування становить 47,0 і 46,2 м³/га, а у сухі роки збільшується на 3,6-4,4 м³/га. Причому така тенденція зафіксована й у подальший період до першої декади вересня. Також встановлена різниця в пікових значеннях добових вологовитрат – у вологі та середні роки максимальні значення їх припадає на третю декаду липня й дорівнює 56,4 і 55,4 м³/га. За посушливих умов найвище середньодобове випаровування спостерігається раніше – у другу декаду липня і становить 58,4 м³/га.

Таблиця 3 – Середньодобове випаровування за календарними датами вегетаційного періоду буряків цукрових залежно від гідротермічних умов років досліджень (шар ґрунту 0-50 см), м³/га

Місяць	Декади	Вологозабезпеченість (кількість років)			У середньому за 14 років
		вологі (4 роки)	середні (5 років)	сухі (4 роки)	
Травень	1	13,9	5,5	5,7	8,4
	2	19,2	10,6	10,9	13,6
	3	27,7	19,1	21,1	22,6
Червень	1	35,6	28,9	32,7	32,4
	2	41,4	38,6	40,9	40,3
	3	47,0	46,2	50,6	47,9
Липень	1	50,2	51,5	55,2	52,3
	2	55,5	54,8	58,4	56,2
	3	56,4	55,4	57,2	56,3
Серпень	1	53,7	54,8	57,1	55,2
	2	49,2	51,8	53,6	51,5
	3	42,8	46,4	48,4	45,9
Вересень	1	35,3	39,1	41,1	38,5
	2	28,7	29,6	31,9	30,1
	3	27,7	18,0	23,2	23,0
Жовтень	1	21,2	14,4	12,9	16,2
	2	19,6	2,2	13,1	11,6
Середнє ($x_{cp} \pm s_x$)		36,8±5,7	33,3±6,1	36,1±6,3	35,4±6,0
Коеф. варіації (V), %		63,8	74,8	72,3	69,7
Довірчий інтервал (min-max)		25,1-48,7	21,0-45,7	23,2-49,1	23,2-47,6

Розрахунки добових витрат вологи з шару 0-100 см довели дещо іншу особливість пікових значень цих показників протягом червня-липня місяців (табл. 4).

У цей період на відміну від шару 0-50 см спостерігається більш стрімке зростання показників добових вологовитрат у вологі та сухі роки (38,6-57,5 і 31,8-59,4 м³/га), порівно з середніми (30,1-53,4 м³/га). Слід підкреслити, що максимальне значення добового випаровування рослин буряків цукрових встановлено у вологі роки в другу декаду липня (57,8 м³/га), у середні – у першу декаду серпня (54,6 м³/га) та у сухі – у третю декаду липня (59,4 м³/га).

Отже, отримані дані можна використовувати для планування режимів зрошення залежно від погодних умов, які складаються.

Кореляційна обробка багаторічних масивів показників середньодобового випаровування буряків цукрових в умовах зрошення вивила неоднакову тісноту зв'язку стосовно умов вологозабезпеченості й кількості днів від сходів рослин. Так, у вологі роки спостерігається слабка додатна кореляція ($r = 0,022$), а у середні й сухі – сильна (r дорівнює 0,903 і 0,952, відповідно). Такий тісний зв'язок у середні та сухі роки дозволив побудувати кореляційно-регресійні залежності зміни добових вологовитрат з кількістю днів починаючи від фази сходів (рис. 1).

Таблиця 4 – Середньодобове випаровування за календарними датами вегетаційного періоду буряків цукрових залежно від гідротермічних умов років досліджень (шар ґрунту 0-100 см), м³/га

Місяць	Декади	Вологозабезпеченість (кількість років)			У середньому за 15 років
		вологі (5 років)	середні (6 років)	сухі (4 роки)	
Травень	1	11,4	6,2	4,4	7,3
	2	21,7	10,6	12,8	15,0
	3	29,5	21,5	23,6	24,9
Червень	1	38,6	30,1	31,8	33,5
	2	46,5	37,3	40,0	41,3
	3	52,3	43,2	46,2	47,2
Липень	1	55,9	48,5	53,2	52,5
	2	57,8	51,5	58,2	55,8
	3	57,5	53,4	59,4	56,8
Серпень	1	53,7	54,6	56,2	54,8
	2	48,6	53,5	53,4	51,8
	3	40,5	49,6	48,1	46,1
Вересень	1	30,9	45,0	41,7	39,2
	2	23,6	37,8	33,2	31,5
	3	22,5	28,6	25,1	25,4
Жовтень	1	16,6	19,0	14,2	16,6
	2	19,4	4,7	9,8	11,3
Середнє ($x_{cp.} \pm s_x$)		36,9±6,2	35,0±5,8	36,0±6,2	35,9±6,0
Коеф. варіації (V), %		69,4	67,9	71,6	68,8
Довірчий інтервал (min-max)		24,2-49,6	23,2-46,8	23,2-48,7	23,7-48,2

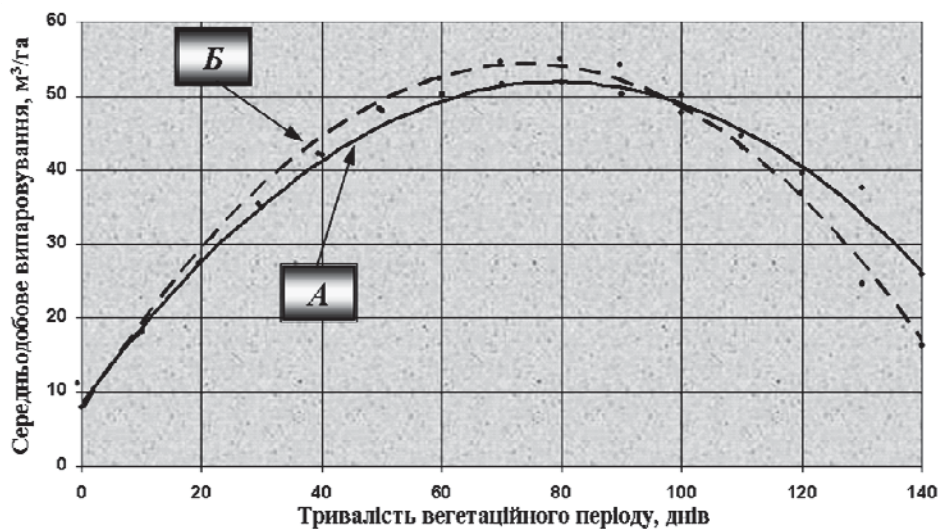


Рисунок 1. Кореляційна залежність між кількістю днів від початку сходів буряків цукрових та показниками середньодобового випаровування:

А – в середні роки ($y = -0,0069x^2 + 1,099x + 8,4362$; $r = 0,903$; $R^2 = 0,815$);

Б – в сухі роки ($y = -0,0086x^2 + 1,277x + 6,7012$; $r = 0,952$; $R^2 = 0,906$).

Проведене моделювання свідчить про те, що в середні за вологозабезпеченістю роки середньодобове випаровування повільно підвищується, а після 81 дня вегетації поступово знижується, порівняно з цим показником у сухі роки, коли пік добових витрат вологи припадає на 75 день, а потім зменшується дещо більшою мірою.

Висновки. В умовах зрошення півдня України середньодобове випаровування протягом вегетації буряків цукрових змінюється в дуже широких межах, особливо в середні та сухі роки. Встановлена різниця пікових значень добового випаровування у вологі та середні роки – третя декада липня (56,4 і 55,4 м³/га), а у сухі – друга декада липня (58,4 м³/га), що доводить можливість використання цих даних для планування режимів зрошення буряків цукрових.

Кореляційний аналіз вивив неоднакову тісноту зв'язку стосовно умов вологозабезпеченості й кількості днів від сходів рослин, слабку – у вологі, та сильну – у середні й сухі. Проведене моделювання свідчить про те, що в середні роки середньодобове випаровування повільно підвищується, а після 81 дня вегетації поступово знижується, а в сухі роки, коли пік добових витрат вологи припадає на 75 день, у подальший період зменшується дещо більшою мірою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Писаренко В.А. Ефективність зрошення сільськогосподарських культур // Підвищення ефективності використання зрошуваних степових ландшафтів. – Херсон: Колос, 2003. – С. 6-7.
2. Писаренко П.В. Рациональне використання поливної води при поверхневому способі зрошення кукурудзи // Зрошуване землеробство. – 2005. – Вип. 44. – С. 12-15.
3. Писаренко В.А., Коковіхін С.В., Писаренко П.В. Рекомендації з режимів зрошення сільськогосподарських культур в Херсонській області. – Херсон: Айлант, 2005 – 20 с.
4. Розгон В.А. Оптимізація водного балансу зрошуваних територій // Зрошуване землеробство. – 2002. – №3. – С. 87.
5. Гасанов Г.И. Орошение сахарной свеклы в Дагестанской АССР // Гидротехника и мелиорация. – М., 1965. - № 8. - С.12-18.
6. Климов А.А. Управление водным режимом почвы с учетом особенностей развития сельскохозяйственных культур // Оптимизация водного режима почвы при программировании урожая в орошаемом земледелии. - М.: Колос, 1989. - С. 40-47.
7. Писаренко В.А., Йокич Д.Р. Режимы орошения сельскохозяйственных культур. - К.: Урожай, 1988. - 96 с.