

**ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРАХУНКОВИХ МЕТОДІВ
ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ВОДНИМ РЕЖИМОМ
ҐРУНТУ НА ПОСІВАХ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ В УМОВАХ
ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**ПИСАРЕНКО П.В. – к.с.-г.н.,
КОКОВІХІН С.В. – к.с.-г.н, с.н.с.,
ПЛЯРСЬКИЙ В.Г. – н.с.,
СУЗДАЛЬ О.С. – н.с.,**

Інститут землеробства південного регіону НААН України

Постановка проблеми. Буряк цукровий – одна з основних технічних культур України продовольчого, кормового та промислового використання. При врожайності 400 ц/га вона забезпечує вихід 50-55 ц цукру, 150-200 ц гички, 260-280 ц сирого жому, 15-18 ц меляси. Цукор є цінним продуктом харчування, він легко засвоюється організмом людини і є одним з найважливіших харчових продуктів [1-3]. Враховуючи стратегічний напрям подальшого розвитку системи землеробства в умовах зрошення на ресурсозбереження, біологізацію та адаптивність до зональних умов, треба використовувати такі принципи: раціональна організація території на підставі поєднання екологічно збалансованих поливних і богарних агроценозів; комплексна, нормативно-диференційована, екологічно безпечна інтенсифікація виробництва; висока адаптивність до природно-екологічних умов та їх мінливості; розширення використання методів і засобів хімічної меліорації та біологізації землеробства для забезпечення ресурсозбереження тощо [4-7]. Виходячи з цих напрямів важливе наукове й практичне значення мають дослідження спрямовані на вдосконалення режимів зрошення та способів поливу, які обумовлюють інтенсивність продукційних процесів та ефективність вирощування буряків цукрових та інших культур.

Стан вивчення проблеми. З метою оптимізації витрат поливної води, енергоносіїв, технологічних засобів тощо гостро постають питання управління режимами зрошення буряків цукрових, виникає необхідність ретельного контролю за водоспоживанням рослин для компенсації її дефіциту за рахунок штучного зволоження. Крім того, в умовах зрошення застосування добрив, при науково обґрунтованих регламентах їх внесення з врахуванням фактичних запасів макро- й мікроелементів у ґрунті, дозволяють істотно підвищити рівень урожайності та покращити якість продукції [8].

Для отримання оптимального ефекту від впровадження меліоративних заходів необхідні не тільки інвестиції у будівництво, експлуатацію і модернізацію меліоративних систем, але й відповідна агротехніка вирощування, наявність адаптованих до умов зрошення сортів і гібридів сільськогосподарських культур, в тому числі й буряку цукрового, встановлення оптимальної густоти стояння рослин тощо [9].

Мінливість природних умов у часі й у просторі, від їх сезонної динаміки до вікових циклів, визначають різноманітність культур і ґрунтів, які використовуються у сільгоспвиробництві. Це виключає можливість однобічного підходу до виробничих процесів, вимагає обережного й науково обґрунтованого управління агросистемами, диференційованого підходу до витрат агроресурсів, підвищення економічної ефективності та захисту навколишнього середовища [10].

Рівень продуктивності буряків цукрових в Україні один з найнижчий у світі. В останні роки існує нагальна потреба у розробки заходів технології вирощування, які спрямовані на підвищення врожайності культури, збільшення виходу цукру з одиниці площі, підвищення окупності поливної води, добрив, пестицидів та інших ресурсів, підвищення економічної і енергетичної ефективності, збереження навколишнього середовища [11].

Завдання і методика досліджень. Завданням наших досліджень було встановити особливості середньодобового випаровування буряків цукрових залежно від природних та технологічних і на цій основі розробити засоби оптимізації розрахункових методів інтегрованого управління водним режимом ґрунту в умовах півдня України.

Для проведення науково-дослідних робіт з цього напрямку використано власні експериментальні дані, а також результати польових дослідів лабораторії зрошення Інституту землеробства південного регіону НААНУ (до 2000 р. – Інститут зрошуваного землеробства) за період 1970-2008 рр. [12]. Агротехніка в досліді загалноприйнята для зони зрошення півдня України. Для встановлення статистичних моделей використовували показники Херсонської агрометеорологічної станції, яка розташована поряд з дослідним полем ІЗПР НААНУ [13, 14].

Показники сумарного та середньодобового випаровування визначали за експериментальними даними польових дослідів. Для кожного конкретного року будували інтегральну криву витрат ґрунтової вологи. Складові інтегральної кривої (сумарне випаровування за період) розраховували за даними показників вологості ґрунту на початку та наприкінці періоду, кількості опадів і норми вегетаційних поливів протягом нього. Ці дані закладали в

комп'ютер для побудови інтегральних кривих та одержання вихідного матеріалу для розрахунків строків і норм вегетаційних поливів буряків цукрових.

Результати досліджень. При формуванні режиму зрошення буряків цукрових за допомогою розробленого розрахункового методу необхідно враховувати основні вимоги щодо оптимізації вологозабезпеченості рослин. Насамперед, такі показники: вихідні запаси ґрунтової вологи, діапазон вологості ґрунту, при якому не спостерігається пригнічення рослин при дефіциті вологи або перезволоження, розрахунковий шар ґрунту, поглинення ґрунтових вод рослинами залежно від глибини їх залягання, екологічно безпечні і економічно доцільні поливні норми тощо.

При проведенні розрахунків витрат ґрунтової вологи для планування режимів зрошення з метою визначення обсягів замовлення поливної води слід виконати такі операції:

- встановити термін початку розрахунків, який обумовлюється строком отримання сходів буряків цукрових (на півдні України середні строки одержання сходів буряків – третя декада квітня);
- визначити строк припинення поливів, який залежить від біології культури, генетичних особливостей сорту (гібриду), погодних умов вегетації тощо (для буряків цукрових – за 20-25 днів до початку збирання коренеплодів);
- розрахувати кількість опадів за період від сходів до припинення поливів і визначають зрошувальну норму, яка компенсує дефіцит водоспоживання рослин;
- визначившись з вище переліченими показниками, приступають до розрахунків планової зрошувальної норми, а також розподілу її по декадах і місяцях поливного сезону.

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 |

| Кількість днів від сходів | Вологозабезпеченість (кількість років) | | | у середньому за 13 років |
|--------------------------------------|--|-------------------|---------------|--------------------------|
| | вологі (4 роки) | середні (5 років) | сухі (4 роки) | |
| 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 (<i>min-max</i>) | 26,5-50,5 | 23,9-51,3 | 25,3-54,0 | 25,4-51,8 |

У середньому за багаторічний 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. Напроти, в середині періоду 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 вологі 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 (min-max) | 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 вологозабезпечення проявляє більшу мінливість, особливо у вологі та сухі роки ($V = 64,3$ і $66,8\%$). Крім того, при порівнянні шарів ґрунту 0-50 см та 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 кращім використанням рослинами буряків вологи з глибоких горизонтів.

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

Результати досліджень свідчать про схожість амплітуди наростання та зниження середньодобового випаровування за декадами вегетаційного періоду, мінімальних показниках на початку та наприкінці органогенезу буряків цукрових. Слід відмітити, що за гідротермічними умовами років починаючи з

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 у 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 ($\bar{x}_{cp} \pm s_x$) | | 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 |

третьої декади червня спостерігається певна різниця в наростанні евапотранспірації. Так, у 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 припадають на третю декаду липня й дорівнюють 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. Варіаційним аналізом доведена висока мінливість випаровування за декадами вегетаційного періоду буряків цукрових й, особливо, в середні роки (V = 74,8%). Найвищий довірчий інтервал відмічено в посушливі роки (23,2-49,1 м³/га), а мінімальний – у середні (21,0-45,7 м³/га).

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

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 роки) | 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 |

В 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), порівню 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), у середні – в першу декаду серпня (54,6) та у сухі – в третю декаду липня (59,4 м³/га).

Отже, отримані дані можна використовувати для планування режимів зрошення залежно від погодних умов, які складаються у різні періоди росту й розвитку рослин.

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 (рис. 1). У вологі роки спостерігається слабка додатна кореляція ($r = 0,022$), а у середні й сухі – сильна (r дорівнює 0,903 і 0,952, відповідно).

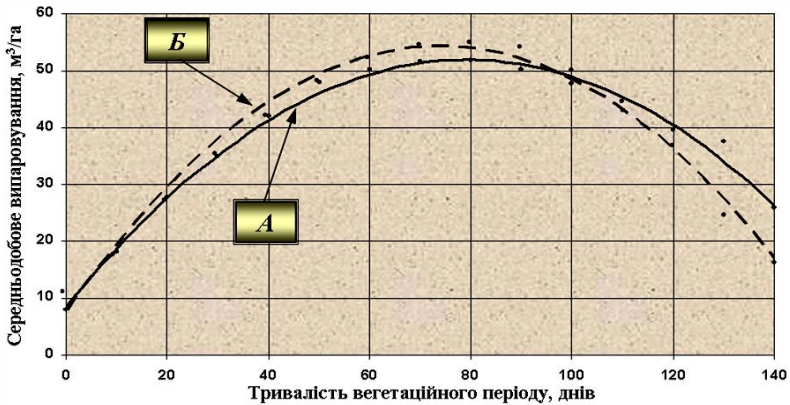


Рисунок 1. Кореляційна залежність між кількістю днів від початку сходів буряків цукрових та показниками середньодобового випаровування:
А – в середні роки ($y = -0,0069x^2 + 1,099x + 8,4362$; $r = 0,903$; $R^2 = 0,815$);
Б – в сухі роки ($y = -0,0086x^2 + 1,277x + 6,7012$; $r = 0,952$; $R^2 = 0,906$)

Такий тісний зв'язок у середні та сухі роки дозволив побудувати кореляційно-регресійні залежності зміни добових вологовитрат з кількістю днів починаючи від фази сходів. 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 води припадає на 75 день, а потім зменшується дещо більшою мірою.

За одержаними математичними моделями було розроблено програмне забезпечення технології вирощування буряків цукрових на зрошуваних землях півдня України. Під час розрахунків витратна частина визначалася за показниками середньодобового випаровування рослин буряків цукрових.

Моделювання водообміну здійснено з врахуванням обсягів води, що надходить з ґрунтових вод, а приходна – за вихідними показниками вмісту легкодоступної води в ґрунті і прогнозно (середньообагаторічною) кількістю опадів. Якщо вихідні запаси води попередньо не визначені, то можна скористатися наведеними вище даними дефіциту води під час сходів конкретної культури.

У фактичних виробничих умовах протягом вегетаційного періоду буряків цукрових може скластися ситуація, коли випадає значна кількість опадів, яка значно перевищує дефіцит води в розрахунковому шарі ґрунту. Тоді на початку вегетації (перші 2-3

тижні органогенезу) до розрахунку береться тільки та кількість опадів, яка ліквідує наявний дефіцит вологи. В подальшому, коли коренева система рослин виходить за межі розрахункового шару ґрунту, при великих опадах до розрахунку береться не тільки та частка, яка ліквідує дефіцит вологи, а й ще 150-200 м³/га додатково. Це обумовлено тим, що частина вологи, що переміщується за межі розрахункового шару частково може використовуватися рослинами.

З метою постійного контролю за динамікою вологозапасів на посівах буряків цукрових або кількох культурах зрошуваної сівозміни, доцільно мати спеціальну відомість, до якої періодично заносяться параметри витрат вологи рослинами та надходження її на поле (табл. 5).

Таблиця 5 – Відомість щодо динаміки запасів ефективної вологи на посівах буряків цукрових (Дослідне поле ІЗПР НААНУ)

| Місяць | Декада | Число | Показники | | | | |
|---------|--------|-------|--|----------------------------------|--|--|---|
| | | | вихідний запас вологи м ³ /га | витрати води, м ³ /га | надійшло за рахунок опадів, або поливу, м ³ /га | залишилося води, м ³ /га (шар ґрунту 0-50 см) | вологість ґрунту від НВ в шарі 0-50 см, % |
| Травень | 2 | 11 | 1058,0 | 22,1 | – | 1035,9 | 70,2 |
| | | 12 | | 22,1 | – | 1013,8 | 68,7 |
| | | 13 | | 22,1 | 4,0 | 995,7 | 67,5 |
| | | 14 | | 22,1 | – | 973,6 | 66,0 |
| | | 15 | | 22,1 | 500,0 | 1451,5 | 98,3 |
| | | 16 | | 22,1 | – | 1429,4 | 96,8 |
| | | 17 | | 22,1 | – | 1407,3 | 95,3 |
| | | 18 | | 22,1 | – | 1385,2 | 93,8 |
| | | 19 | | 22,1 | – | 1363,1 | 92,3 |
| | | 20 | | 22,1 | – | 1341,0 | 90,8 |

Отже розглянуто приклад розрахунків на полі буряків цукрових при глибокому (близько 18 м) рівні залягання ґрунтових вод. Запланована поливна норма (нетто) становить 500 м³/га.

В Україні найбільше поширення отримали біокліматичний метод С. М. Алпат'єва і біофізичний метод Д. А. Штойко. Цими методами відпрацьовувалися режими зрошення при проектуванні будівництва і реконструкції зрошувальних систем, складанні планів водокористування господарствами, створенні інформаційно-дорадчих систем планування зрошення тощо.

Для перевірки розрахунків витрат води полем зрошуваного буряку цукрового за показниками середньодобового випаровування, а також визначеними біофізичним методом

Інституту зрошеного землеробства і біокліматичним Інституту гідротехніки і меліорації була проведена така робота (табл. 6).

Таблиця 6 – Порівняльна оцінка величин зрошувальних норм, розрахованих різними методами

| № п/п | Рік | Фактична зрошувальна норма в досліді | За показниками середньодобового випаровування | | | | Біофізичний ІЗЗ | | | Біокліматичний ІГІМ | | |
|-------------------------------------|------|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|---|-----------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|
| | | | зрошувальна норма, м ³ /га | відхилення від фактичної зрошувальної норми | зрошувальна норма, м ³ /га | відхилення від фактичної зрошувальної норми | | зрошувальна норма, м ³ /га | відхилення від фактичної зрошувальної норми | зрошувальна норма, м ³ /га | відхилення від фактичної зрошувальної норми | |
| | | | | | | м ³ /га | % | | | | м ³ /га | % |
| Вологі і середньовологі роки | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1990 | 600 | 630 | 30 | 5,0 | 1140 | 540 | 90,0 | 1332 | 732 | 122,0 | |
| 2 | 1991 | 750 | 790 | 40 | 5,3 | 690 | 60 | 8,0 | 2072 | 1322 | 176,3 | |
| 3 | 1997 | 550 | 600 | 50 | 9,1 | 2673 | 2123 | 386 | 2666 | 2116 | 384,7 | |
| 4 | 1998 | 1650 | 1700 | 50 | 3,0 | 1541 | 109 | 6,6 | 651 | 999 | 60,5 | |
| 5 | 2000 | 1900 | 2010 | 110 | 5,8 | 2852 | 952 | 50,1 | 2008 | 108 | 5,7 | |
| 6 | 2004 | 600 | 640 | 40 | 6,7 | 606 | 6 | 1,0 | 591 | 9 | 1,5 | |
| Σ за 6 років | | 1008 | 1062 | 53 | 5,8 | 1584 | 575 | 85 | 1553 | 545 | 104 | |
| Середні роки | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1993 | 2340 | 2300 | 40 | 1,7 | 2556 | 216 | 9,2 | 2192 | 148 | 6,3 | |
| 8 | 1994 | 2760 | 2810 | 50 | 1,8 | 2962 | 202 | 7,3 | 2464 | 296 | 10,7 | |
| 9 | 1995 | 3150 | 3050 | 100 | 3,2 | 3756 | 606 | 19,2 | 3295 | 145 | -4,6 | |
| 10 | 2003 | 3100 | 3180 | 80 | 2,6 | 4151 | 1051 | 33,9 | 3463 | 363 | -11,7 | |
| 11 | 2005 | 2800 | 2840 | 40 | 1,4 | 2990 | 190 | 6,8 | 2952 | 152 | -5,4 | |
| 12 | 2006 | 2900 | 2990 | 90 | 3,1 | 3112 | 212 | 7,3 | 2717 | 183 | 6,3 | |
| 13 | 2008 | 3500 | 3420 | 80 | 2,3 | 4173 | 673 | 19,2 | 3125 | 375 | 10,7 | |
| 14 | 2009 | 3100 | 3040 | 60 | 1,9 | 4151 | 1051 | 33,9 | 3243 | 143 | -4,6 | |
| Σ за 8 років | | 2956 | 2954 | 2 | 0 | 3481 | 525 | 17 | 2931 | 25 | 1 | |
| Середньосухі і сухі роки | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 1992 | 3510 | 3067,7 | 5 | 0 | 3688 | 616 | 20 | 3104 | 31 | 1 | |
| 16 | 1996 | 2030 | 2100 | 70 | 3,4 | 3226 | 1196 | 58,9 | 2794 | 764 | 37,6 | |
| 17 | 1999 | 3300 | 3270 | 30 | 0,9 | 2828 | 472 | 14,3 | 2550 | 750 | 22,7 | |
| 18 | 2001 | 3100 | 3000 | 100 | 3,2 | 3691 | 591 | 19,1 | 3502 | 402 | 13,0 | |
| 19 | 2002 | 2800 | 2745 | 55 | 2,0 | 4450 | 1650 | 58,9 | 3854 | 1054 | 37,6 | |
| 20 | 2007 | 2900 | 2950 | 50 | 1,7 | 2485 | 415 | 14,3 | 2241 | -659 | 22,7 | |
| Σ за 6 років | | 2940 | 2855 | 11,6 | 0,2 | 3394,6 | 527,5 | 21,3 | 3007,4 | 140,3 | 7,3 | |

За даними польових дослідів з буряком цукровим на зрошенні починаючи з 1990 року були встановлені фактичні дати сходів, останнього поливу і зрошувальні норми при оптимальному вологозабезпеченні рослин (вегетаційні поливи при вологості 70-75% НВ в шарі ґрунту 0,5-0,7 м). Показники фактичних

зрошувальних норм слугували контрольним варіантом (еталоном) для співзіставлення їх з розрахованими різними методами.

Кількість атмосферних опадів, середньодобові температури, відносна вологість і дефіцит вологості повітря, тобто дані необхідні для розрахунків біофізичним і біокліматичним методами, враховували згідно з показниками Херсонської агрометеорологічної станції, яка розташована поряд з дослідними ділянками.

Після проведення розрахунків по окремих роках, їх об'єднали в три групи: на вологі, середні та посушливі, згідно дефіциту водоспоживання, що дало можливість оцінити достовірність даних, отриманих розрахунковими методами за різних погодних умов вегетаційного періоду.

Порівняльна оцінка нового розрахункового методу з традиційними (біокліматичним ІГІМ і біофізичним ІЗЗ) показала його перевагу щодо точності розрахунків та швидкості отримання результатів.

Висновки. В умовах зрошення півдня України середньодобове випаровування протягом вегетації буряків цукрових змінюється в дуже широких межах, особливо, в середні та сухі роки. Групування добових вологовитрат по роках з різним рівнем метеорологічних умов виявило схожі амплітуди його наростання та зниження. Проте, встановлена різниця пікових значення добового випаровування у вологі та середні роки – третя декада липня (56,4 і 55,4 м³/га), а у сухі – у другу декаду липня (58,4 м³/га). Кореляційний аналіз вивив неоднакову тісноту зв'язку стосовно умов вологозабезпеченості й кількості днів від сходів рослин, слабку – у вологі, та сильну – в середні й сухі.

На сучасному рівні науково-технічного прогресу є можливість використовувати математичне моделювання для оптимізації режимів зрошення сільськогосподарських культур. Для оцінки водоспоживання сільськогосподарських культур запропонована схема розрахунку середньодобового випаровування за метеорологічними та агрономічними показниками. Для обліку водообміну розроблена імітаційна модель водного балансу ґрунту, яка дозволяє одержувати щоденні розрахункові залежності, вільні від емпіричних коефіцієнтів. Перевагою моделі є відсутність необхідності постійного контролю за ґрунтовими запасами вологи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахмат М.І., Ігнат'єв М.О., Вітвіцький І.А. Технологія вирощування, заготівлі, зберігання і переробки цукрових буряків: навч. посіб. – Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2003. – 296 с.

2. Губа М.І., Кирилов Ю.Є. Роль і значення цукрової галузі України в умовах інтеграції до світового економічного простору // Таврійський науковий вісник: Зб. наук праць. – Херсон: Айлант. – 2008. – Вип. 57. – С. 158-166.
3. Сергєєва Ю.А. Вплив строків поливів на продуктивність та якість буряку цукрового на півдні України / Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.02.– Херсон, 2001. – С. 1-3.
4. Бартенев И. И. Как бороться с сорняками // Сахарная свекла. – 2001.– № 5. – С. 21-23.
5. Гамаюнова В.В., Сидякіна О.В. Вплив біологізованої системи удобрення на продуктивність культур зрошуваної сівозміни та окремі елементи родючості ґрунту // Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць.– Херсон: Айлант, 2005.– Вип. 41. – С. 171-176.
6. Дебела І.М. Оперативне планування ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення: Автореф. дис. к. с.-г. н.: 06.01.02 – Херсон, 1999. – 16 с.
7. Корниенко А.В., Зенин Л.С. Основные факторы продуктивности сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2001. – № 2. – С. 31-33.
8. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. – Л.: Агропромиздат, 1990.– С. 176-177.
9. Валешний И.К. Совершенствование структуры посевных площадей на орошаемых землях в связи с концентрацией и специализацией сельскохозяйственного производства // Повышение эффективности использования орошаемых земель в Ставропольском крае. – Краснодар: ЮжНИИГиМ, 1987. – С. 79-82.
10. Методичні вказівки по застосуванню розрахункового методу визначення строків поливу сільськогосподарських культур за показниками середньодобового випаровування / В.А.Писаренко, С.В.Коковіхін, П.В.Писаренко, В.Г. Пілярський та ін. – Херсон: Колос, 2005. – 16 с.
11. Бондар В.С. Гострі проблеми цукрового ринку // Цукрові буряки. – К.: Атопол. – 2007. – № 3(57). – С. 2-3.
12. Річні звіти лабораторії зрошення ІЗПР УААН за 1970-2008 рр.– Херсон, ІЗПР, 2009.
13. Річні звіти Херсонської агрометеорологічної станції за 1970-2008 рр. – Херсон, ІЗПР, 2009.
14. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л, Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: Навчальний посібник. – Херсон: Айлант, 2008. – 272 с.