



УДК 504.064.3:634.21.634.25

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЗРОШЕННЯ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Караєв О.Г., к.т.н.

Сушко С.Л., к.т.н.

Ковальчук Д.М., студент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (0619)-422-132

Анотація - робота присвячена проектуванню системи зрошення плодкових культур, що сприяє їх росту і розвитку і дозволяє мінімізувати вірогідність помилки при будівництві систем зрошення. Наведено водно балансовий метод визначення строків і норм поливу. Подано методику визначення параметрів системи зрошення .

Ключові слова – мікрозрошення, зрошення, стаціонарі системи зрошення, проектування, плодкові культури, норми строків поливу, параметри системи.

Постановка проблеми. Для плодкових культур, як і для більшості рослин, вода є одним з головних факторів нормального росту, розвитку і плодоношення. У зв'язку з ростом посушливості кліматичних умов у зонах ведення промислового садівництва, інтенсивні сади зерняткових можуть давати максимальні врожаї лише в умовах зрошення. Основним засобом зрошення сучасних садів є мікрозрошення, до якого, як відомо, відноситься крапельний полив та мікродощування. Будівництво стаціонарних систем мікрозрошення є досить затратним. Вартість одного гектару такої системи перевищує 15000 грн. Тому вірогідність помилки при будівництві зрошення треба мінімізувати ще на стадії його проектування.

Аналіз останніх досліджень. Сучасна стаціонарна система зрошення [1,2] багаторічних насаджень є складним комплексом, який повинен забезпечити виконання наступних завдань:

- забір води з джерела, її підготовку і транспортування до ділянок зрошення;
- подачу на ділянки зрошення розрахованої поливної норми в задані терміни ;
- рівномірність розподілу води на площі ділянки зрошення;



- раціональне використання поливної води і зведення до мінімуму непродуктивних втрат на фільтрацію, випаровування і скиди;
- можливість внесення розчинних добрив та інших хімічних речовин з поливною водою;
- збереження структури ґрунту і запобігання ерозійних процесів;
- охорону навколишнього середовища;
- високі коефіцієнти земельного використання, корисного використання води і корисної дії системи зрошення.

Формулювання цілей статті. Розробка методики проектування стаціонарної системи зрошення багаторічних насаджень, що реалізує технологію мікрозрошення плодових культур, у першу чергу – краплинної.

Основна частина. На першій стадії виконання вишукувальних робіт необхідно провести аналіз води з джерела, що вибране для зрошення, для оцінки її придатності [3]. Для зрошення в промисловому садівництві використовують воду з артезіанських свердловин, каналів іригаційних систем, річок, ставків та інших водойм. Всі вони відрізняються за своїм якісним і кількісним складом вмісту розчинених солей, зважених неорганічних і органічних речовин. Високий вміст пилуватих і мулистих фракцій у зрошувальній воді може призвести до поступового механічного засмічення і забивання крапельниць, у результаті це може привести до нерівномірного розподілу зрошувальної води між плодовими рослинами.

Важливим показником якості зрошувальної води є кількість розчинених у ній речовин, їх хімічний склад. Шкідливий вплив на рослини надають лише токсичні солі, до яких відносяться: шкідливі лужні Na_2CO_3 , MgCO_3 , NaHCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ і шкідливі нейтральні солі – Na_2SO_4 , MgSO_4 , NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 .

Практично у всіх випадках придатні для зрошення води з мінералізацією менше 0,2 г/л. Вміст солей від 0,2 до 0,5 г/л вважають допустимим за відсутності у воді нормальної соди. Мінералізація води 0,5-1,0 г/л допустима при поливі плодових рослин на ґрунтах, що характеризуються хорошим промивним режимом. Вміст солей 1,0-1,5 г/л вважається небезпечним, бо може призвести до засолення ґрунтів. У цьому випадку необхідно обов'язково оцінювати хімічний склад поливної води і враховувати фізико-хімічні властивості зрошуваних ґрунтів. При вмісті солей у воді вище зазначених меж це джерело використовувати не рекомендується. Особливо небезпечні лужні води, що містять гідрокарбонат і карбонат натрію, а також води сульфатно- і хлоридно-натрієвого складу зі значним переважанням серед катіонів Na (50% і більше від суми катіонів). Використання такої зрошувальної води для зрошення чорноземів викликає розвиток в них процесів осолонцювання і олушення, що неминуче призводять до їх деградації.

При прийнятті рішення на будівництво системи мікрозрошення,



слід також врахувати глибину знаходження підземних вод. Допускається ці системи розміщувати на незасолених ґрунтах при рівні прісних підземних вод на глибині не менше ніж 2 м, мінералізованих - не менше 4 м.

Після визначення придатності води з вибраного джерела для зрошення, необхідно оцінити яка кількість води необхідна для зрошення і чи зможе цю кількість забезпечити вибране джерело. Тобто треба визначити норми поливів та зрошувальну норму, а також встановити міжполивні періоди. Розрахунок вказаних параметрів проводиться з урахуванням кліматичних та ґрунтових умов, в яких знаходиться сад, а також фізіологічних особливостей дерев.

В умовах Півдня України в першій половині вегетаційного періоду зерняткових (квітень - червень) зазвичай випадає більша кількість опадів від її сумарної кількості. Однак іноді посушливі періоди можуть викликати зменшення загального приросту дерев, ослаблення розвитку листків, цвітіння, посилюється осипання зав'язей, може призупинитися наростання тканин в точках зростання, листках і плодах. Плоди дрібнішають і іноді передчасно осипаються.

У другій половині вегетаційного періоду зерняткових доволі часто проявляються стресові впливи середовища - екстремально високі температури повітря, низька вологість приземного шару повітря, періоди посухи і суховії. При нестачі води плоди передчасно дозрівають і осипаються, зменшується накопичення запасних речовин, не відбувається загартовування рослин. Вплив нестачі вологи на плодові культури не обмежується засушливим роком, а позначається протягом наступних років. Особливо згубно впливає нестача води на рослини в період закладки і диференціації бруньок. Це впливає на урожай подальшого року, сприяючи прояву періодичності плодоношення.

Зерняткові культури проявляють різні вимоги до зволоження залежно від сорто-підщепних комбінацій, конструкцій насаджень, формування крони, навантаження дерев плодами, віку рослин і загального стану, ступеня пошкодження рослин шкідниками і хворобами, рівня забезпеченості основними елементами живлення та ін.

Потреба у воді збільшується з квітня по травень, досягає свого максимуму в червні-липні, знижується у вересні-жовтні після збирання врожаю. За добу з одного гектара насаджень яблуні пізнього строку дозрівання в середньому витрачається води: на початку вегетаційного періоду - 14-20 м³; в період росту плодів і закладання плодових бруньок - до 77 м³, при наливанні плодів до 50 м³, під час знімання - до 30 м³.

Одною із значних переваг стаціонарних систем мікрозрошення є те, що вони дозволяють постійно підтримувати оптимальну вологість ґрунту в саду, компенсуючи щодобові витрати води на випаровування



та транспірацію. Найкращі умови для росту та плодоношення яблуні на піщаному ґрунті створюються тоді, коли вологість у кореневмісному шарі ґрунту підтримується на рівні 60 % НВ, на легкому та середньо-суглинковому – 65...70% НВ, на важко-суглинковому та глинистому – 75...80% НВ. Для підтримки цієї вологості необхідно визначити необхідну зрошувальну та поливну норму і строки поливів. Розрахунки проводимо за водо-балансним методом.

Зрошувальна норма заповнює нестачу води, необхідної для нормального водопостачання культурних рослин. Тому, знаючи величину повного водоспоживання і природного водопостачання, можна розрахувати зрошувальну норму

$$M_3 = \sum E - O_k - (B_0 - B_1) - B_r + B_{втр}, \quad (1)$$

де M_3 – зрошувальна норма, м³/га;

$\sum E$ – сумарне водоспоживання за період вегетації, м³/га;

O_k – сума корисних опадів за той самий період, м³/га;

B_0, B_1 – запас ґрунтової вологи в кореневмісному шарі на початку та у кінці сезону вегетації, м³/га;

B_r – кількість використаної рослинами ґрунтової води, м³/га;

$B_{втр}$ – втрата води при зрошенні, м³/га.

Полівну норму при краплинному поливі можна розрахувати за формулою

$$M_{пол} = 100 \times K_{звол} \times H_{кор} \times P_{гр} \times (W_{НВ} - W_{ПВ}), \quad (2)$$

де $M_{пол}$ – поливна норма, м³/га;

$K_{звол}$ – частка площі, що підлягає зволоженню, в частках одиниці;

$H_{кор}$ – глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

$P_{гр}$ – середня щільність ґрунту, т/м³;

$W_{НВ}$ – значення найменшої вологоємності ґрунту, % ;

$W_{ПВ}$ – передполивної вологості ґрунту, %.

Для визначення строків полива та міжполивного періоду будуть графіки інтегральної кривої дефіциту водоспоживання. При цьому по осі ординат відкладають значення дефіциту водоспоживання зростаючим підсумком, а по осі абсцис – тривалість вегетаційного періоду. Приклад такої кривої приведено на рисунку 1.

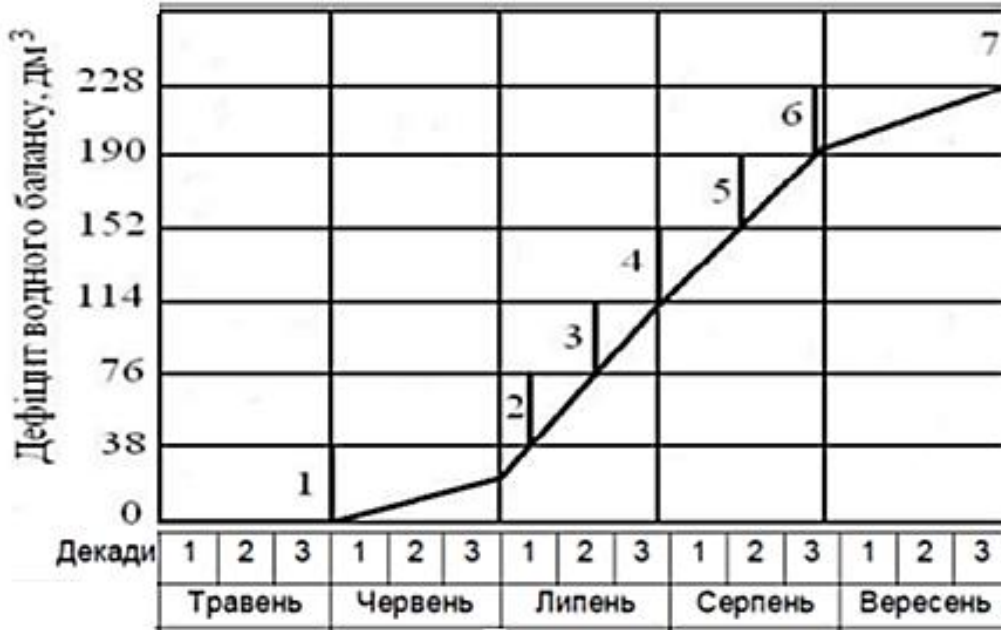


Рис. 1. Визначення строків полива

Для побудови інтегральної кривої дефіциту водоспоживання необхідно знати значення евапотранспірації саду. Сумарне випаровування, або евапотранспірація (ЕТ) - це поєднання двох окремих процесів, при яких ґрунт втрачає воду через випаровування, а рослини - через транспірацію.

Рівняння Пенмана-Монтейта для розрахунку еталонної евапотранспірації, рекомендоване FAO [4], запишемо у вигляді

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}, \quad (3)$$

де ET_0 - еталона евапотранспірація, мм/добу;

R_n - чиста радіація, мДж·м⁻²·добу⁻¹;

G - тепловий потік ґрунту, мДж·м⁻²·добу⁻¹;

$(e_s - e_a)$ - дефіцит тиску пари в повітрі, кПа;

u_2 - швидкість вітру на висоті 2м, м/с;

T - температура повітря на висоті 2м, °С;

Δ - градієнт кривої тиску пари, кПа·с⁻¹;

γ - психрометрична постійна, кПа·с⁻¹.

Знаючи еталонну евапотранспірацію можна розрахувати евапотранспірацію саду ET_C за рівнянням

$$ET_C = K_C \cdot K_S \cdot ET_0, \quad (4)$$

де K_C - коефіцієнт рослинної культури;

K_S - коефіцієнт водного стресу.



Значення коефіцієнта K_C приймають згідно рекомендацій FAO [4]. Для більшості плодових культур $K_C = 0,9-0,95$. Якщо фактичне значення вологості ґрунту W_Φ більше вологості розриву капілярів $W_{ВРК}$, то $K_S = 1$. Для випадку

$$W_\Phi < W_{ВРК}, \quad (5)$$

розрахунок коефіцієнта водного стресу проводимо за наступним рівнянням

$$K_S = \frac{W_\Phi - W_{EE}}{(W_{HE} - W_{EE}) - (W_{HE} - W_{ВРК})}, \quad (6)$$

де W_Φ – фактичне значення вологості ґрунту, %

W_{EE} – вологість стійкого в'янення рослин, %

W_{HE} – найменша вологоємність ґрунту, %

$W_{ВРК}$ – вологість розриву капілярів, %

Знаючи добову евапотранспірацію, будуємо інтегральну криву дефіциту водного балансу (рисунок 1). Відкладаючи на ній у вибраному масштабі поливні норми $M_{пол}$, визначаємо строки поливів.

В посушливі роки поливна норма в садах зерняткових, зокрема яблуні, що висаджуються за схемою 4 x 1 м, або гуще, може досягати 100 м³/га. Знаючи параметри режиму зрошення можна оцінити, чи достатню кількість води забезпечує джерело зрошення.

Якщо джерело водопостачання задовольняє потреби у воді, то наступним етапом є визначення кількості зрошувальних трубопроводів з урахуванням схеми посадки. Потребу в поливних трубопроводах встановлюють за формулою

$$L_{пол} = S_{сад} \times n \times 10000 / Y_{ряд}, \quad (7)$$

де $L_{пол}$ – потреба в поливних трубопроводах, м;

$S_{сад}$ – площа саду, га;

n – кількість поливних трубопроводів на один ряд дерев, шт.;

$Y_{ряд}$ – ширина міжряддя, м.

У якості поливних трубопроводів використовуються як трубки з інтегрованими крапельницями, так і із зовнішніми. Для забезпечення високої рівномірності зрошення бажано використання компенсованих крапельниць. Особливо це необхідно для ділянок саду із складним рельєфом. Бажано також при проектуванні використовувати типові поливні блоки площею не більше 10-12 га. Як правило, конструкція системи передбачає, що до поливного блоку входить кілька модулів.



Під модулем при цьому розуміють ділянку краплинного зрошення, що не має водообігу. У модулях, що об'єднанні в блок, поливи проводять одночасно по всій площі. Блочно-модульний принцип проектування зрошення дає можливість проводити почерговий полив на всій зрошуваній площі, а також локалізувати аварійну ситуацію в системі на будь-якому поливному модулі без значних порушень режиму зрошення.

Для зерняткових культур, як правило, відстань між крапельницями та їх витрати води вибирають такими, щоб утворилася суцільна полоса зволоження шириною, яка відповідає проекції крони дерева. Це, звісно, потребує врахування водно-фізичних властивостей ґрунту в саду. При поливі слабопроникних, важких за гранулометричним складом ґрунтів утворюється широка, але неглибока зона зволоження. На легких супіщаних і піщаних ґрунтах, особливо при поливі малими нормами, ця зона витягнута більше у вертикальному напрямку. Тому для забезпечення формування необхідної зони зволоження треба розглядати у взаємозв'язку ґрунті (водоутримуюча здатність, потужність шару ґрунту, що підлягає зволоженню), агробіологічні (розвиток кореневої системи на певній фазі розвитку, оптимальний діапазон вологості ґрунту), технічні (витрата водовипусків та їхнє взаємне розміщення), режимні (поливна та зрошувальна норми, тривалість поливу та міжполивного періоду) характеристики.

Конкретні значення цих параметрів можна знайти в рекомендаціях, які розроблені науковими установами НААН та МІНАГРОПОЛІТИКИ України.

Знаючи витрати води з одного метру поливного трубопроводу $q_{мп}$ ($м^3/год. \times м$) та продуктивність джерела зрошення $Q_{дж}$ ($м^3/год.$) знайдемо площу поливного блоку

$$S_{бл} = Q_{дж} \times Y_{ряд} \times \eta / n \times 10000 \times q_{мп}, \quad (8)$$

де η - коефіцієнт корисної дії системи зрошення.
Кількість поливних блоків буде дорівнювати

$$N_{бл} = S_{сад} / S_{бл}, \quad (9)$$

Тривалість поливу одного блоку $T_{бл}$ (год.) становить

$$T_{бл} = M_{пол} \times S_{бл} / Q_{дж}, \quad (10)$$

Тривалість поливу усього саду $T_{сад}$ тоді складе

$$T_{сад} = T_{бл} \times N_{бл} \quad (11)$$

Тривалість поливу саду не повинна перевищувати мінімальну



розрахункову величину міжполивного періоду.

У системах краплинного зрошення, як правило, застосовують одно - та двоступеневе очищення води з використанням сітчастих, дискових і піщано- гравійних фільтрів. При використанні для поливу води з поверхневих джерел (річка, озеро, ставок, водосховище) необхідно застосовувати двоступеневе очищення із застосуванням піщано - гравійних і сітчастих (дискових) фільтрів.

Якщо джерелом зрошення є напірна водопровідна мережа чи артезіанська свердловина, тоді можна використовувати одноступеневу схему очищення за допомогою сітчастих або дискових фільтрів. Для систем мікродощування вимоги до очистки води значно нижчі. Здебільше достатньо застосування сітчастого фільтру.

Схема трубопроводів повинна бути ув'язана зі схемою посадки саду. В плані її проектують, як правило, тупиковою. Магістральні і розподільні трубопроводи проектують із полівінілхлоридних або поліетиленових труб ділянкові і поливні трубопроводи - із поліетиленових труб.

Тип труб визначають робочим тиском води в мережі . Вибір матеріалу і типу труб із поліетилену здійснюють за робочим тиском в трубопроводі з урахуванням нормального терміну служби, температури води і способу з'єднання. За робочий тиск в трубопроводі приймають найбільший можливий в умовах експлуатації внутрішній тиск в мережі при сталому русі води. На підставі гідравлічних розрахунків визначають діаметри трубопроводів та втрати тиску на всіх ділянках мережі.

Висновки. Запропонована у статті методика проектування стаціонарної системи зрошення багаторічних насаджень, що реалізує технологію мікрозрошення плодових культур дозволяє розрахувати основні параметри системи зрошення та мінімізує вірогідність помилки при будівництві зрошення ще на стадії його проектування.

Література

1. Розсадники. Плодові, ягідні та виноградні насадження. Проектування систем зрошування. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 4930:2008.- [чинний: від 2009-07-01]. - К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 44 с. – (Національний стандарт України).
2. *Ромащенко М.І.* Системи краплинного зрошення: навчальний посібник / В.І. Доценко, Д.М. Оноприєнко, О.І. Шевелєв // За Ред. Академіка УААН М.І. Ромащенко – Дніпропетровськ: , ООО ПКФ «Оксамит-текст », 2007 – 175
3. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії:



- ДСТУ 2730-94.- [Чинний від 27.07.1994 р.]. - К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 38 с. – (Національний стандарт України).
4. <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e06.htm#TopOfPage>.
5. <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e0b.htm#tabulated kc values>.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Караев А.И., Сушко С.Л., Ковальчук Д.М.

Аннотация - работа посвящена проектированию системы орошения плодовых культур, что способствует их росту и развитию и позволяет минимизировать вероятность ошибки при строительстве систем орошения. Приведен водно-балансовый метод определения сроков и норм полива. Представлена методика определения параметров системы орошения.

THE DESIGNING PECULIARITIES FOR FRUIT CULTURES IRRIGATION SYSTEMS

A. Karaiev, S. Sushko, D. Koval'chuk

Summary

The article is devoted to fruit cultures irrigation system design facilitating to fruit cultures growth and development as well as enabling to minimize error probability when constructing irrigation systems. The water-balance method for defining the terms and norms for watering has been considered. The methodology for irrigation systems parameters has been given.