



DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-4

УДК 631.674.6

Л. Ю. Бондаренко, к.т.н.,

ORCID 0000-0001-5858-7375

О. О. Вершков, к.т.н.

ORCID 0000-0001-5137-3235

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

e-mail: larysa.bondarenko@tsatu.edu.ua, тел.: 0988460056

## РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ЧЕРЕШНІ В ТОВ «САН МІЛЕТ»

*Анотація.* Крапельне зрошення є економічно обґрунтованим і екологічно безпечним способом поливу садів в умовах відкритого ґрунту та характеризується низкою технологічних особливостей, а саме локальним характером зволоження ґрунтів в зоні розвитку основної маси кореневої системи.

Робота присвячена розробці елементів системи крапельного зрошення плодкових насаджень черешні у товаристві з обмеженою відповідальністю «САН МІЛЕТ» для дослідної ділянки площею 13,8 га.

На підставі проведених розрахунків визначено основні параметри системи крапельного зрошення для дослідної ділянки ТОВ «САН МІЛЕТ» та встановлено, що для забезпечення якісного поливу необхідно використовувати зрошувальну трубку діаметром 0,09 м та довжиною 34500 м; кількість блоків зрошувальної ділянки становить 3 штуки. Встановлено, що для забезпечення потрібного тиску в останньому поливному трубопроводі необхідно, щоб розрахунковий напір був наближеним до 20 м. Такому значенню відповідає насос консольний відцентровий К90/20.

*Ключові слова:* зрошення, крапельниця, черешневий сад, блок зрошення, поливна норма, поливний трубопровод.

*Постановка проблеми.* Однією з основних агробіологічних особливостей плодкових, які вирощують за інтенсивними технологіями, є фактор зосередження основної маси кореневої системи у верхніх шарах ґрунту, де ймовірні різкі коливання запасів вологи протягом року та вегетаційного періоду. Тому, постійне підтримання вологості ґрунту на оптимальному рівні саме у цих шарах є необхідним для формування стабільної та високої врожайності інтенсивних садів і можливе лише за умов штучного (краплинного) зрошення [1].

Краплинне зрошення є економічно обґрунтованим і екологічно



безпечним способом поливу садів в умовах відкритого ґрунту [1, 2].

Перевагою цього способу стали ширші можливості регулювання водного режиму ґрунту. Контроль вологості ґрунту та транспірації ведеться за допомогою тензометричних постів, за допомогою яких можна утримувати коливання ґрунтової вологи в межах 75-85% Н.В. Це означає, що розмах даних варіацій вологості ґрунту в 3-3,5 рази менший, ніж при традиційному зрошенні. Практично коренева система рослин постійно перебуває у максимально сприятливих умовах. У ґрунті достатньо води та повітря. Структура ґрунту не порушується. Волога поширюється в прикореневій зоні по капілярах ґрунту [2, 3].

Краплинне зрошення характеризується низкою технологічних особливостей, головними з яких є локальний характер зволоження ґрунтів переважно тільки в зоні розвитку основної маси кореневої системи та використання для налаштування водорозподільної мережі систем крапельного зрошення інертних відносно навколишнього середовища матеріалів, насамперед полімерних [2-4].

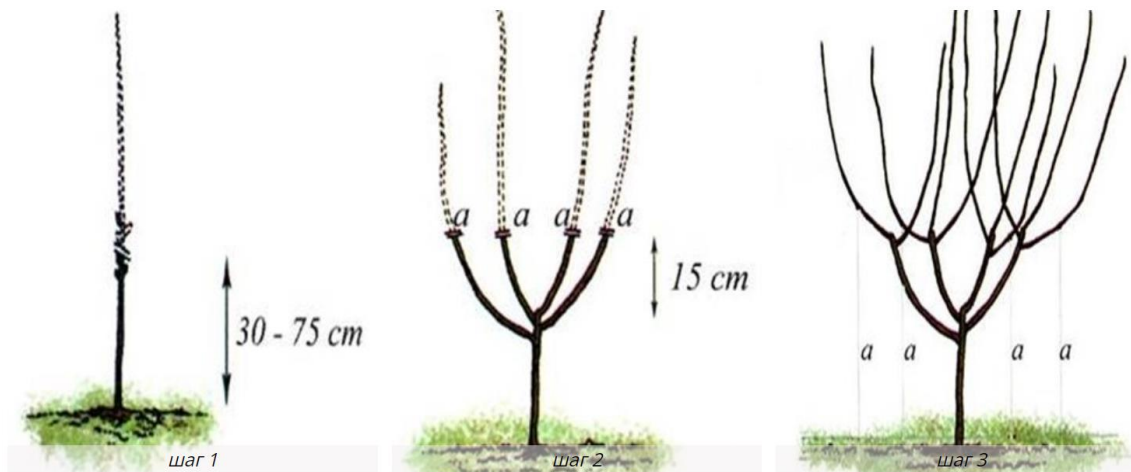
Тому розробка та обґрунтування системи зрошення плодкових насаджень на підприємствах плодового садівництва та розсадництва є актуальною проблемою і потребує проведення цілої низки наукових досліджень.

*Аналіз останніх досліджень.* За допомогою системи краплинного зрошення та агротехнічного потенціалу, який дана система привносить у практику, можливе не тільки підтримання вологості ґрунту на оптимальному рівні, а й штучне зниження його у певні фенофази розвитку рослин. Зниження вологості ґрунту в саду під час цвітіння сприяє збільшенню відсотка продуктивної зав'язі. Більш напружений водний режим під час диференціації плодкових бруньок також сприяє збільшенню кількості генеративних бруньок [4-6].

Системи краплинного зрошення функціонують таким чином, що в садах об'єм зволоженого горизонту становить 30% від горизонту, що зволожується звичайними способами зрошення [7]. За нашими спостереженнями витрати на побудову та підтримання ефективної кореневої системи у дерев з краплинним поливом становлять близько 50% від тих, що поливаються традиційним способом [7-9]. Вивільнена енергія дає нам 20-30% перевищення за приростом, обліковістю, плодівим утворенням [8]. Другим засобом є програма живлення насаджень. Добрива вносяться дрібно за допомогою спеціальної системи фертигації. Завдяки збалансованому та ефективному живленню рослин (як правило, це до 90% засвоюваності добрив) вирішуються такі важливі проблеми як підвищення зимостійкості та морозостійкості [7-10]. Застосування систем краплинного зрошення значно збільшує ступінь керованості садом, знижує залежність від стресових факторів, дозволяє максимально розкрити потенціал

сортово-підщепних комбінацій [11].

Одним із вагомих факторів вирощування черешні є правильне обрізання дерев. Найважливіша вимога - максимальний доступ світла до гілок на всіх рівнях крони, особливо нижніх. Найбільш розповсюдженою системою є «Іспанський кущ» (рис. 1). Вона стримує силу роста дерева у висоту за рахунок великої кількості обростаючих пагонів та прискорює вхід у період плодоношення на 2-3 роки.



а)

б)

в)

а) під час посадки – раною весною; б) травень-червень першого року; в) восени 1-го року.

Рисунок 1. Формування крони дерева за системою «Іспанський кущ»

Не дивлячись на те, що отримано значний обсяг інформації про вплив зрошення, добрив тощо на розвиток рослин, ми не можемо говорити про повне прогнозування та планування процесів у сільгоспвиробництві. Тим не менш можна, виходячи з наявної інформації, значно впливати на врожайність шляхом коригування певних факторів.

Тому розробка та обґрунтування системи зрошення плодкових насаджень на підприємств ТОВ «САН МІЛЕТ» Мелітопольського району Запорізької області є актуальною проблемою і потребує проведення цілої низки наукових досліджень.

*Формулювання мети статті.* Розробити елементи системи зрошення плодкових насаджень черешні шляхом розрахунку режимів та обґрунтування параметрів зрошення для дослідної ділянки площею 13,8 га.

*Основна частина.* Догляд за черешнею досить простий і не дуже трудомісткий. Головне – своєчасно поливати, розпушувати, мульчувати ґрунт, а також правильно формувати крону дерев у

молодому саду.

Тривалість створення насаджень черешні у ТОВ «САН МІЛЕТ» на вегетативній підщепі складає 3 роки: до 2023 року включно. Проектна ділянка розміщується в 1,5 км на пд-сх. від с. Костянтинівка Мелітопольського району Запорізької області. Крайні будівлі населеного пункту за 1,0 км на північний захід від межі насаджень.

Загальна площа дослідної ділянки складає 15,440 га, у тому числі 13,824 га під насадженнями черешні сорту Бігарро Бурлат (площа нетто). На рис. 2 наведено ситуаційний план ділянки зрошення насаджень черешні.



Рисунок 2. Ситуаційний план ділянки зрошення насаджень черешні в ТОВ «САН МІЛЕТ».

Черешня не дуже вимоглива до ґрунтової вологи. Їй протипоказано надмірне зволоження, проте тривале пересихання ґрунту негативно впливає на формування і якість плодів. Тому в посушливе літо необхідно проводити додаткові поливи [2, 3]. Рух води у ґрунті при краплинному зрошенні відбувається капілярним шляхом у всіх напрямках за малого впливу гравітації. Завдяки капілярному пересуванню води макропори ґрунту зазвичай залишаються сухими і рівень вологості лише трохи вище вологості за винятком невеликої насиченої ділянки безпосередньо біля крапельниці. Ці сприятливі умови дозволяють корінню рослин нормально «дихати» протягом усього періоду росту без перерви на час поливу [2, 3].

На ділянці зрошення насаджень черешні в ТОВ «САН МІЛЕТ» дерева розміщені за схемою 4,0 м x 1,5 м, площа живлення становить 6,0 м<sup>2</sup>, кількість дерев на 1 га складає 1666 шт (рис.2).

Для заданої ділянки зрошення спираючись на нормативні

документи [12-15] зроблено розрахунок режимів краплинного зрошення.

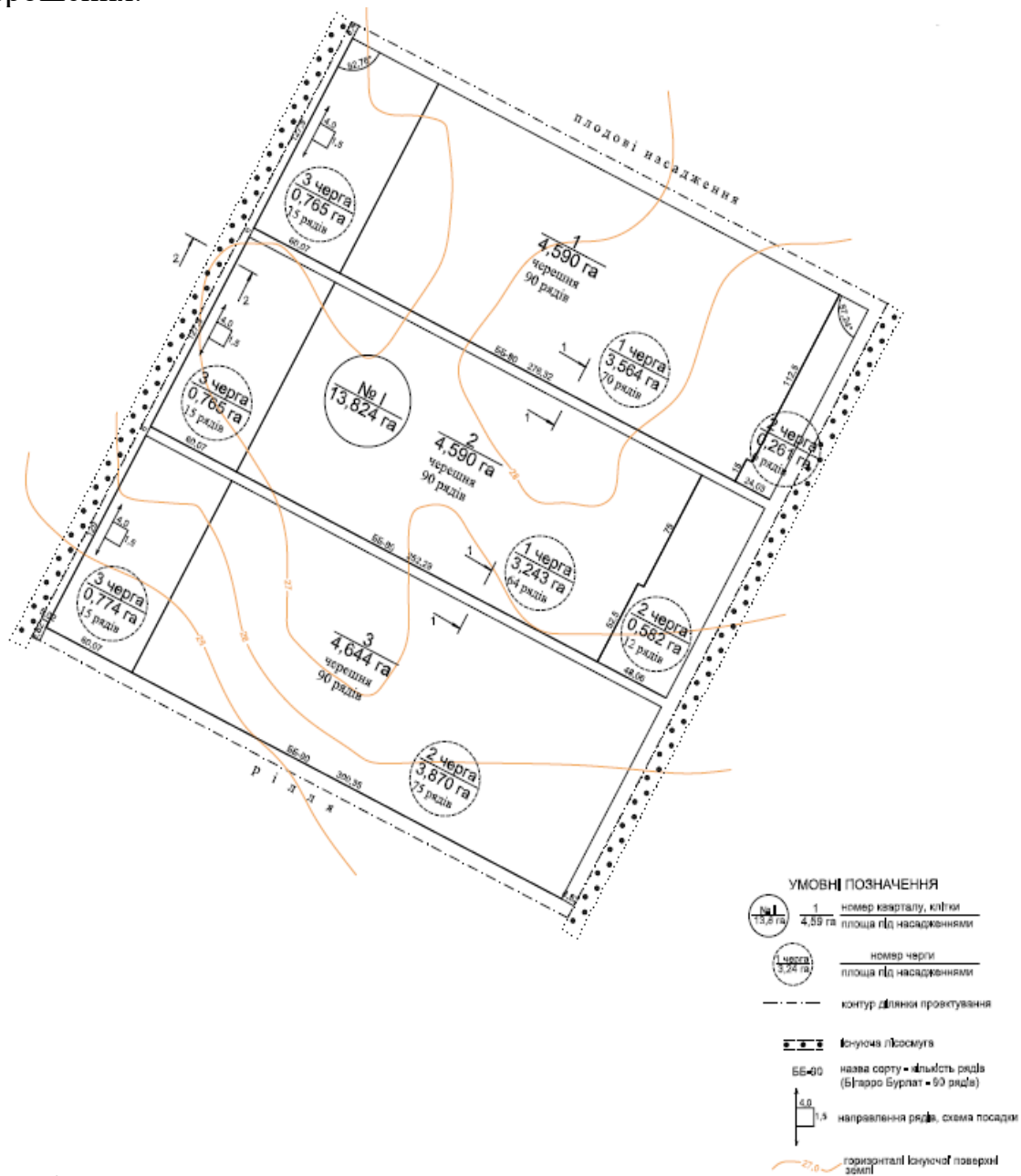


Рисунок 2. Генеральний план плодових насаджень черешні в ТОВ «САН МІЛЕТ».

Для того, щоб оцінити ступінь використання земель, що належать до СЗ, треба визначити коефіцієнт земельного використання ( $K_{ul}$ ) за залежністю:

$$K_{ul} = \frac{A_{nt}}{A_{br}}, \quad (1)$$

де  $A_{nt}$ ,  $A_{br}$  – площа ділянки зрошення відповідно нетто і бруто, га.





$$K_{ul} = 13,8/15,4 = 0,90 \%$$

Поливну норму визначають залежно від способу зрошення. Розрахункову поливну норму  $m_{nt}$  встановлюють з врахуванням умови доведення вологості в розрахунковому шарі ґрунту до найменшої вологомісткості:  $m_{nt} = 263 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Поливну норму брутто  $M_{br}$  визначаємо з урахуванням рівномірності водоподавання на СЗ за формулою:

$$m_{br} = \frac{m_{nt}}{n_{\text{ккд}}} \quad (2)$$

де  $n_{\text{ккд}}$  – ККД зрошувальної мережі,  $n_{\text{ккд}} = 0,7 - 0,8$ .

$$m_{br} = 263/0,7 = 376 \text{ м}^3/\text{га}$$

Тривалість міжполивного періоду треба визначати залежно від поливної норми, об'єм якої використовують рослини під час сумарного водоспоживання за формулою:

$$T = \frac{m_{br}}{\sum T_{\text{crop}} - P_{\text{ef}}} \cdot 10, \quad (3)$$

де  $m_{br}$  – поливна норма брутто,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$P_{\text{ef}}$  – ефективні (понад 5 мм) атмосферні опади за розрахунковий період,  $P_{\text{ef}} = 260$  мм.

$$T = \frac{376}{(1680 - 260)} \cdot 10 = 2,6 \text{ діб}$$

Приймаємо значення  $T = 3$  доби.

Тривалість поливу на ділянці зрошення треба приймати за умови подавання на ділянку зрошення поливної норми протягом доби, але не більше 18 год.

На ділянці зрошення застосовано модульний принцип розподілу води (рис. 3), за яким одночасному поливанню підлягає тільки певна частина поливних модулів.

Максимально можлива кількість блоків зрошення  $N_{bl}$  на ділянці буде залежати від тривалості міжполивного періоду. Залежно від цього формують водообіг СЗ, який можна визначати за формулою:

$$N_{bl} = T \cdot \frac{t}{t_f}, \quad (4)$$

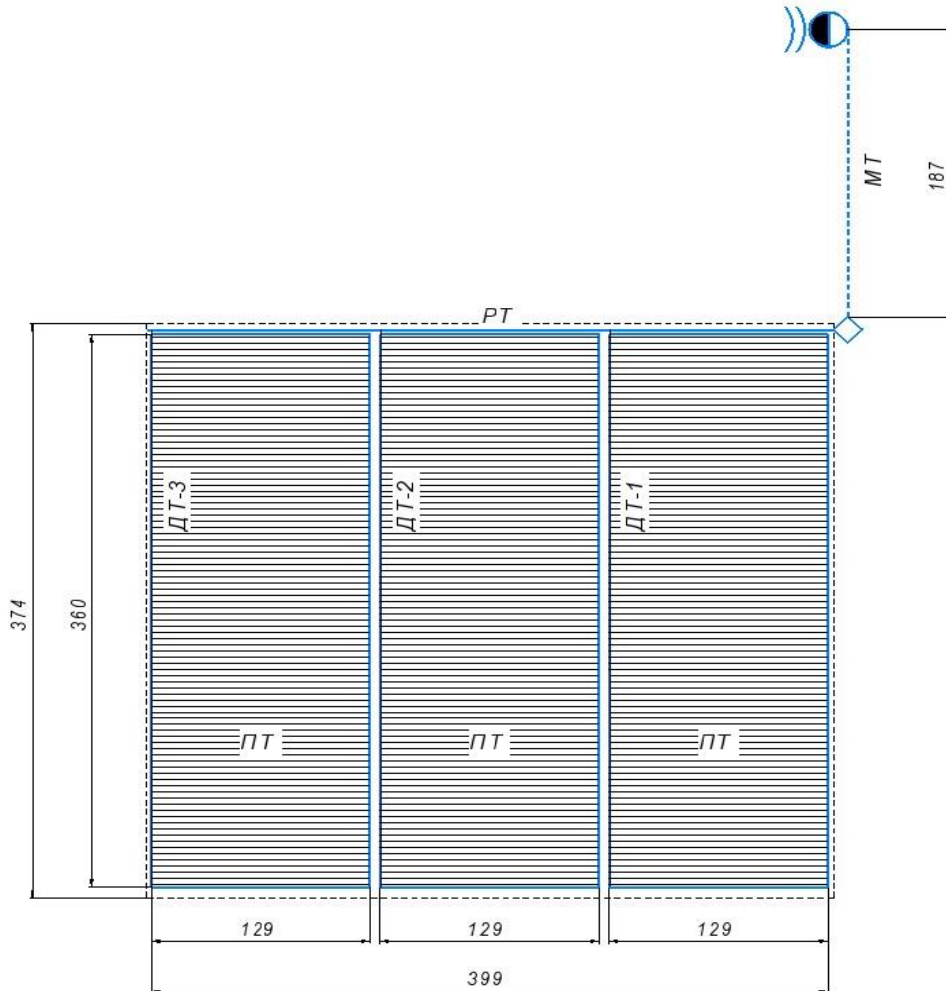
де  $t$  – потенційна тривалість поливання на добу,  $t = 20$  год;

$t_f$  – фактична тривалість поливання на добу,  $t_f = 18$  год;

$T$  – міжполивний період,  $T = 3$  доби.

$$N_{bl} = 3 \cdot \frac{20}{18} = 3,3 \text{ шт}$$

Приймаємо кількість блоків  $N_{bl} = 3 \text{ шт.}$



1 – джерело зрошення, 2 – насосна станція, 3 – фільтростанція, МТ – магістральний трубопровід, РТ – розподільчий трубопровід, ДТ – ділянковий трубопровід, ПТ – поливний трубопровід.

Рисунок 3. Схема модульної ділянки крапельного зрошення:

Кількість поливних модулів у блоці зрошення  $N_{pm}$  можна визначати за формулою:

$$N_{pm} = \frac{n}{N_{bl}}, \quad (5)$$

де  $n$  – загальна кількість поливних модулів на ділянці зрошення,  $n = 6$  шт.

$$N_{pm} = \frac{6}{3} = 2 \text{ шт}$$

Середню площу модулів у блоці зрошення можна визначати за формулою:



$$A_{bl} = \frac{A_{nt}}{N_{bl}}, \quad (6)$$

де  $A_{bl}$  – середня площа блока зрошення, нетто, га;

$A_{nt}$  – площа ділянки зрошення нетто,  $A_{nt} = 13,8$  га.

$$A_{bl} = \frac{13,8}{3} = 4,6 \text{ га}$$

Витрату водоподавання системи зрошення брутто  $Q_0$  визначимо за максимальною витратою блока зрошення за формулою:

$$Q_0 = 2,78 \cdot 10^{-4} \frac{Q_{bl}^{max}}{E_t}, \quad (7)$$

де  $Q_0$  – витрата водоподавання, брутто, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{bl}^{max}$  – максимальна витрата блока зрошення,  $Q_{bl}^{max} = 20$  м<sup>3</sup>/год;

$E_t$  – коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи,  $E_t = 0,98$ .

$$Q_0 = 2,78 \cdot 10^{-4} \cdot \left( \frac{20}{0,98} \right) = 0,006 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Витрата водоподавання є розрахунковою для визначення складу і параметрів гідротехнічних споруд, засобів очищення води, устаткування насосних станцій та інших складових частин системи зрошення.

Пропускнуну спроможність напірних, магістральних та розподільчих трубопроводів розраховують на витрати, які відповідають найневигіднішому поєднанню поливних модулів у блоці зрошення з його максимальною витратою.

Гідромодуль системи зрошення треба визначати за формулою:

$$q = 10^3 \frac{Q_0}{A_{nt}}, \quad (8)$$
$$q = 10^3 \cdot \left( \frac{0,006}{13,8} \right) = 0,43 \frac{\text{л/с}}{\text{га}}$$

Орієнтовний діаметр магістрального трубопроводу  $d$  (м) визначається за формулою:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q_0}{v}}, \quad (9)$$

де  $v$  – швидкість руху води в трубопроводі, обираємо з діапазону 0,9...1,9 м/с м/с.





$$d = 1,13 \sqrt{\frac{0,006}{1,2}} = 0,08 \text{ м}$$

Приймаємо найближчий стандартний діаметр трубопроводу [14,15]  $d_{\text{ст}} = 0,09 \text{ м}$ .

Визначаємо фактичну швидкість руху води за формулою:

$$v = \frac{4Q_0}{\pi \cdot d_{\text{ст}}^2} \quad (10)$$
$$v = \frac{4 \cdot 0,006}{\pi \cdot 0,09^2} = 0,94 \text{ м/с}$$

Кількість крапельниць визначається за формулою:

$$n = \frac{l_{\text{пол}}}{\Delta l}, \quad (11)$$

де  $l_{\text{пол}}$  – довжина поливного трубопроводу,  $l_{\text{пол}} = 129 \text{ м}$ ;  
 $\Delta l$  – відстань між крапельницями,  $\Delta l = 1,5 \text{ м}$ .

$$n = \frac{129}{1,5} = 86 \text{ шт.}$$

Розрахунок кількості зрошувальної трубки (довжина поливних трубопроводів  $L_N$ ), (рис. 3) визначимо за формулою:

$$L_N = \frac{A_{nt} \cdot 10000}{L_m}, \quad (12)$$

де  $A_{nt}$  – площа, яку займає культура,  $A_{nt} = 13,8 \text{ га}$ ;  
 $L_m$  – відстань між трубками, приймаємо  $L_m = 4 \text{ м}$ ;  
1000 – коефіцієнт переведення га в  $\text{м}^2$ .

$$L_N = \frac{13,8 \cdot 10000}{4} = 34500 \text{ м}$$

Розрахунковий напір насосних агрегатів визначаємо, з урахуванням використання крапельної трубки Evci Plastik 50 см на 4л/год, за формулою [15]:

$$H_{\text{НС}} = h_{\text{вільн}} + h_{\text{ПТ}} + h_{\text{ДТ}} + h_{\text{РТ}} + h_{\text{МТ}} + h_{\text{геод}}, \quad (13)$$

де  $h_{\text{вільн}}$  – вільний напір в кінці поливного трубопроводу (мінімально-допустимий напір на крапельниці), для крапельної трубки Evci Plastik 50 см на 4 л/год,  $h_{\text{вільн}} = 0,1 \text{ Бар}$ ;

$h_{\text{ПТ}}$  – втрати напору в поливному трубопроводі, м;

$h_{\text{ДТ}}$  – втрати напору в ділянковому трубопроводі, м;



$h_{PT}$  – втрати напору в розподільному трубопроводі, м;  
 $h_{MT}$  – втрати напору в магістральному трубопроводі, м;  
 $h_{геод}$  – різниця геодезичних відміток розрахункової ділянки і насосної станції,  $h_{геод} = (z_{діл} - z_{НС})$ , м.

$$H_{НС} = 1,02 + 1,87 + 0,145 + 4,27 + 2,88 = 10,185\text{м}$$

Для забезпечення потрібного тиску в останньому поливному трубопроводі найбільш віддаленого від насосної станції поливного модуля необхідно, щоб розрахунковий напір був наближеним до 20 м.

Для спроектованої системи зрошення у ТОВ «САН-МІЛЕТ» приймаємо насос консольний відцентровий К90/20, Слобожанського електромеханічного заводу, Харків, Україна.

*Висновки.* 1. Доведено, що ефективність крапельного зрошення виражається отриманням високих урожаїв хорошої якості за рахунок оптимального зволоження та живлення кореневого шару ґрунту при відносно низькому коефіцієнті водоспоживання.

2. Визначено основні параметри системи крапельного зрошення та встановлено, що кількість блоків зрошувальної ділянки дорівнює 3 штуки; середня площа блока зрошення складає 4,6 га; кількість поливних модулів – 2 шт.; кількість зрошувальної трубки поливних трубопроводів становить 34500 м.

3. Встановлено, що для забезпечення потрібного тиску в останньому поливному трубопроводі найбільш віддаленого від насосної станції поливного модуля необхідно, щоб розрахунковий напір був наближеним до 20 м. Такому значенню відповідає насос консольний відцентровий К90/20.

#### Список використаних джерел

1. Рекомендації щодо технології вирощування зерняткових садів на клонових підщепах за краплинного зрошення в умовах Лісостепу України / За ред. д-р техн. наук, академіка НААН М.І. Ромащенко, канд. с.-г. наук С.В. Рябкова. Київ: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2012. 72 с.

2. Ромащенко М. І., Доценко В. І., Онопрієнко Д. М., Шевелєв О. І. Системи краплинного зрошення: навчальний посібник. Дніпропетровськ: ООО ПКФ „Оксамит-текст”, 2007. 175 с.

3. Садівництво півдня України. Запоріжжя: Дике поле, 2003. 231 с.

4. Ерхов Н.С., Литвиненко А.Ф. Комплексная мелиоративная система для возделывания многолетних насаждений. *Надёжность и качество технологического процесса полива*: сб. научн. тр. ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова М., 1988. с.140–144.



5. Импульсное дождевание: технология и преимущества. URL: <https://agbz.ru/articles/impulsnoe-dozhdevanie-tekhnologiya-i-preimushchestva/>

6. Struchaiev N., Bondarenko L., Vershkov O., Chaplinskiy A. Improving the efficiency of fruit tree sprayers. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations*. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 3–10.

7. Odyntsova V., Sushko S., Bondarenko L., Scherbakova N. Application of phenoclimatographic models in stone fruits protecting from spring frosts. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations*. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 267–280.

8. Tarasenko V., Bondarenko L., Scherbakova N., Horbova N. Sowing units for drilling vegetable crops. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations*. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 289–298.

9. Matkovskiy O., Karaiev A., Sankov S., Karaieva T. The Parameters Substantiation of Seed Drill Capacity for Stone Crop Seeds. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations*. Cham: Springer International Publishing, 2019. Part I. P. 121–131.

10. Karaiev A., Tolstolik L., Chyzykov I., Karaieva T. Defining Stability of Technological Process of Growing Fruit Crop Seedlings. *Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations*. Cham: Springer International Publishing, 2019. Part I. P.53–62.

11. Латоша В. В. Розробка системи мікродощування плодкових культур. Матеріали ІХ Всеукраїнської наук.-техн. конф. магістрантів та студентів. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 54.

12. ДСТУ 7594: 2014. Краплинне зрошення плодкових культур: загальні вимоги та методи контролювання. [Чинний від 2014-02-12]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 9 с.

13. ДСТУ 4930:2008. Плодові, ягідні та виноградні насадження. Проектування систем зрошування. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 35 с.

14. СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб. Киевский филиал ВНИИ монтажспецстрой, ВНИИГС, НИПИ теплопроект. (Инструкция з проектування технологічних трубопроводів з пластмасових труб).

15. Пособие к СН 550-82. Пособие по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб. НПО «Пластик» (Посібник з проектування технологічних трубопроводів з пластмасових труб).



Стаття надійшла до редакції 12.02.2022 р.

**O. Karaiev<sup>1</sup>, L. Bondarenko<sup>1</sup>, O. Vershkov<sup>1</sup>**  
**<sup>1</sup>Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university**

## **DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF DROP IRRIGATION OF CHERRY PLANTATIONS IN LLC "SAN MILET"**

### *Summary*

Drip irrigation is an economically viable and environmentally friendly method of watering gardens in open ground and is characterized by a number of technological features, the main of which is the local nature of soil moisture, mainly only in the area of root mass development and use drip irrigation systems to adjust the water distribution network.

The work is devoted to the development of elements of the drip irrigation system of Bigarro Burlat cherry orchards in the limited liability company "SAN MILET" for a research area of 13.8 hectares. At the site of irrigation trees are placed according to the scheme 4.0 m x 1.5 m, feeding area is 6.0 m<sup>2</sup>, the number of trees per 1 hectare is 1666 pcs. The total area of the research site is 15,440 hectares.

Based on the calculations, the main parameters of the drip irrigation system for the research area of cherries LLC "SAN MILET" were determined and it was established that to ensure quality irrigation it is necessary to use an irrigation tube with a diameter of 0.09 m and a length of 34,500 m. The modular principle of water distribution is applied at the irrigation site, according to which only a certain part of irrigation modules is subject to simultaneous watering. It was determined that the number of blocks of the irrigation area is 3 pieces, and the number of irrigation modules in the irrigation block is 2 pieces, the average area of the irrigation block is 4.6 hectares.

As a result of hydraulic calculation of pump unit pressure it was found that to ensure the required pressure in the last irrigation pipeline furthest from the pumping station of the irrigation module it is necessary that the design pressure was close to 20 m.

**Key words:** irrigation, drip, cherry orchard, irrigation unit, irrigation rate, irrigation pipeline.