

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. «Сільськогосподарські машини»

доц. \_\_\_\_\_ Олександр КАРАЄВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Пояснювальна записка**  
**до дипломної роботи здобувача СВО Магістр**  
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Удосконалення краплинного зрошення багаторічних культур в умовах державного підприємства «Дослідне господарство «Мелітопольське» Мелітопольського району Запорізької області»

**31СМД.123.000000ПЗ**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 23МБ АІ  
спеціальності 208 Агроінженерія  
за ОПП Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

\_\_\_\_\_ **Віталій ТИМОШОВ**

(підпис)

Керівник доц. \_\_\_\_\_

(підпис)

Консультант доц. \_\_\_\_\_

(підпис)

Нормоконтроль доц. \_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент інж. \_\_\_\_\_

(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

# 1 ХАРАКТЕРСТИКА ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Аналіз діяльності господарства

Дослідна станція ім. М.Ф.Сидоренко інституту садівництва знаходиться в Мелітопольському районі Запорізької області. Вона підпорядкована інституту садівництва м. Київ Національній Академії Аграрних Наук. Центральна садиба розміщена в місті Мелітополі. До обласного центру –міста Запоріжжя 120 км., до райцентру –2 км., до найближчої залізничної станції – Мелітополь –7 км.

Державне підприємство дослідне господарство “Мелітопольське”, яке є самостійним господарчим підприємством, до складу якого входять три відділення та карантинний розсадник .

Дослідне господарство «Мелітопольське» було засновано у 1972 році на базі дослідної станції садівництва. Дослідне господарство –державне підприємство де спільними зусиллями вчених, фахівців і робітників створюються нові сорти плодкових культур, розробляються і впроваджуються у виробництво прогресивні засоби механізації технологічних процесів вирощування плодів, а також і самі технології.

Виробниче направлення господарства – зараз і на перспективу плодово-ягідне. Питома вага садівництва в прибутку, який отримало господарство за останній рік від загальної суми, становить 95%. Загальна площа угідь на 1 січня 2019 року, за даними державного обліку земель, становила 1644 га.

Характеристика землевикористання на 1.10.2019 [1]:

Всього землі	1644 га,
сільськогосподарських угідь	1431 га,
пасовища	46 га,
багаторічні насадження	816 га,

в т.ч. сади	723 га,
в т.ч. молоді сади	248 га
ягідники	5 га,
розсадник	55 га.
Ставки та водоймища	12 га
Інші земельні угіддя	194 га
Наявність зрошуваних земель	854 га.

З аналізу землекористування дослідного господарства можна констатувати, що загальна земельна площа протягом 2015 – 2019 років зменшилася з 1880 га до 1644 га (зменшення склало 12,6%). Площа с.-г. угідь зменшилася на 4,6%. В складі с.-г. угідь при незмінній площі пасовищ (46 га) площа рілля та багаторічних насаджень зменшилась відповідно на 7,2% та 3%. Площа лісу та водоймищ протягом цих років не змінювалася й склала відповідно 7 та 12 га. Площа інших земель господарства до 2019 року зменшилася майже вдвічі (з 361 га в 1998 році до 194 га в 2019 році) або на 46,3%. Площа зрошуваних земель в 2019 році склала 594 га або 51,9% загальної площі, що порівняно з 2018 роком менше на 4,5%.

ДП ДГ «Мелітопольське» має три територіально розрізнені підрозділи. Їх розрізненість обумовлена характером с/г виробництва - землі господарства розташовані на віддалені один від одного, і не можуть бути зосереджені в одному місці, оскільки даний засіб виробництва є нерухомим. Відділки № 1 і № 2 розташовані у межах м. Мелітополь, а відділення № 3 - у селищі Фруктове, що знаходиться за 24 км на південь від міста по трасі Москва-Сімферополь.

Відділок № 1 спеціалізується на вирощуванні кісточкових культур на площі 160 га. В основному це насадження черешні (130 га), яка добре росте на піщаних та супіщаних ґрунтах, а також персика, абрикоса, яблуні (30 га).

Щорічні збори плодів черешні складають 1200-1500 тон.

На землях садової бригади № 2 вирощують всі плодові культури, загальна площа насаджень складає 158 га, у тому числі багаторічні 110 га.

Провідне місце у виробництві зерняткових плодів, і перш за все яблуні, відведено відділенню № 3, яке спеціалізується також і на вирощуванні плодкових саджанців. Це найбільший підрозділ господарства в складі якого чотири садові бригади. Загальна площа багаторічних насаджень на цьому відділенні складає 278,4 га. Яблуня займає 185,3 га, або 66,6 % площі всіх насаджень з урожайністю 200-300 ц/га і валовим збором до 4-5 тис. тон. Друге місце за площею займає черешня - 44,9 га, або 16,1 %. Це єдине відділення, яке займається вирощуванням зернових та соняшника.

На цьому відділенні розташована ремонтна майстерня, нафтосховище з постом заправки паливно-мастильними матеріалами, основні фруктосховища, склади запчастин, добрив та отрутохімікатів. Більша частина працівників працює в чотирьох рослинницьких бригадах, решта - в ремонтній майстерні, бухгалтерії, складах. Під час збирання плодів на відділку працює 560 найманих робітників.

На центральній садибі господарства знаходяться відділ по будівництву, гідротехнічний та автотранспортний відділи, гараж і ремонтна майстерня для автомобілів.

Стосовно природних умов та клімату, господарство підпадає під вплив континентальних кліматичних умов з високими температурними показниками. Середньорічна температура повітря становить +9,4°C. Активні температури складають необхідні для дозрівання плодкових культур суми, а саме: для дозрівання кісточкових – 2800°C, зерняткових - 2400°C, ягідних - 1800°C. Тривалість періоду з температурою повітря більше 5°C – 220 діб. З третьої

декади квітня по першу декаду травня наступає час цвітіння плодових і ягідних культур. Саме в цей час переважно тепла погода із середньою температурою повітря 11 - 14°C. В третій декаді квітня спостерігаються заморозки до -2 – -3°C, але ймовірність їх появи дуже низька.

Відносна вологість повітря коливається від 30% до 80%. Середньорічна кількість опадів – 423 мм. За період вегетації випадає 260 мм опадів, які нерівномірно розподіляються по місяцях. Влітку ймовірна поява опадів у вигляді граду, що наносить значну шкоду насадженням, але частіше в цей період опади носять зливний характер.

Холодні східні та південно-східні вітри взимку, а також суховії влітку наносять значної шкоди плодовим культурам.

Але в цілому кліматичні умови дозволяють вирощувати практично всі види плодових культур. Однак, для отримання врожаїв необхідно забезпечити зрошення багаторічних насаджень.

Територія господарства відноситься до плоско рівнинного типу водно-ерозійного рельєфу. Процес ґрунтоутворення одноманітний та представлений темно-каштановими ґрунтами, які благо сприятливі для росту та розвитку плодово-ягідних насаджень.

## **1.2 Аналіз складу машинно-тракторного парку господарства**

Склад машинно-тракторного парку (МТП) зведено до таблиці 1.1.

Парк сільськогосподарських машин зведено до таблиці 1.2. [1]

З аналізу складу машинно-тракторного парку і парку сільськогосподарських машин становиться зрозумілим необхідність модернізації наявної техніки. Основним засобом обробітку ґрунту в багаторічних насадженнях є культиватор. Через значний строк використання цих машин поворотна лапа в

більшості машин не використовується. Причиною цього є вихід з ладу гідравлічного розподільника культиватора. Новий розподільник коштує значну суму грошей, через що становиться недоцільним його придбання.

Таблиця 1.1 – Склад машино-тракторного парку ДГ «Мелітопольське»

Найменування і марка машини	Кількість, шт.	Планова річна наробітка, у.е.га	Середній вік машини, роки
Трактори			
Т-150	1	2100	9
ДТ-75М	7	2200	16
МТЗ-80	18	1600	15
ЮМЗ-6Л	7	1300	20
Т-40	2	900	18
Т-25А	117	600	17
Т-16М	4	400	17
Т-70С	8	1400	5
Т-130	1	1000	15
Комбайни			
СК-5	1	220	21

Таблиця 1.2 – Парк сільськогосподарських машин ДГ «Мелітопольське»

Найменування машин	Кількість, шт.	Середній вік
1	2	3
Плуги	10	12
Дискові луцильники	1	7
Борони зубові	4	18
Культиватори	32	14
Сівалки зернові	5	23
Косарки	8	7

Оприскувачі	116	22
Борони дискові	8	5
Причепи	35	18
Садова фреза	4	19
ОКМ-3,5	1	20

### 1.3 Аналіз поливної техніки дослідного господарства

У ДП ДГ “Мелітопольське” площі зрошуваних земель за три останніх роки не змінювалися. Замість викорчуваних посаджено молоді сади на площі 49,5 га, в яких зроблено систему краплинного зрошення. Слід відмітити, що за сучасного кризового стану економіки України та складного фінансового становища господарства площі, які фактично поливаються, у 2018 році становили 602 га, у 2019- 540 га.

Таблиця 1.3 - Характеристика поливної техніки ДП ДГ “Мелітопольське”

Техніка поливу	Вид насаджень	Площа, га	Кількість
Стаціонарні системи краплинного зрошення та підкоронового дощування	Черешня, яблуна на карликовій підщепі	80 170	
Стаціонарна система комбінованого зрошення	Дослідні насадження абрикоса та персика	10	
Середньострумінні апарати “Роса - 1”, “Роса - 2”, “Роса - 3”, ДМ “Фрегат”	Яблуна	260	
Далекострумінні дощувальні апарати ДД-30, ДД-50	Черешня	134	16
Зрошувальний комплект Сигма 3-50 ДПЗ/ПЗТ-75	Розсадник, персик, абрикос, слива	6 50	8

Як свідчать дані таблиці 1.2, краплинне зрошення є основним способом поливу багаторічних насаджень у дослідному господарстві. Частина площ поливається за допомогою стаціонарних систем підкранового дощування. Макродощування здійснюється далекоструминними дощувальними апаратами ДД-30, ДД-50 та зрошувальними комплектами “Сигма 3-50 ДПЗ/ПЗТ-75”.

Підвищення питомої ваги зрошуваних садів у загальній площі насаджень забезпечує значний ріст урожайності та економічної ефективності. Господарства, де більшість садів зрошуються (до них відносяться й ДП ДГ “Мелітопольське”), мають значні переваги перед тими, де зрошення немає. Продуктивність насаджень у них майже у 2 рази вища, а собівартість продукції, незважаючи на значний ріст виробничих витрат у розрахунку на 1 га насаджень, на 25 – 30 % нижча. Виручка від реалізації при цьому зростає у 2,5 рази, а прибуток – у 4 – 5 разів. Значно зменшуються витрати праці на 1 ц продукції. У середньому за 2000-2005 рр. урожайність зерняткових культур складала 230 ц/га, кісточкових – 120 ц/га.

Зрошення сприяє кращому росту пагонів, збільшенню асиміляційної поверхні, формуванню більш розвинутої кореневої системи і, тим самим, забезпечує підвищення врожайності кісточкових порід в 1,3 - 1,8 рази порівняно з богарними умовами (рис. 1.2) [1].

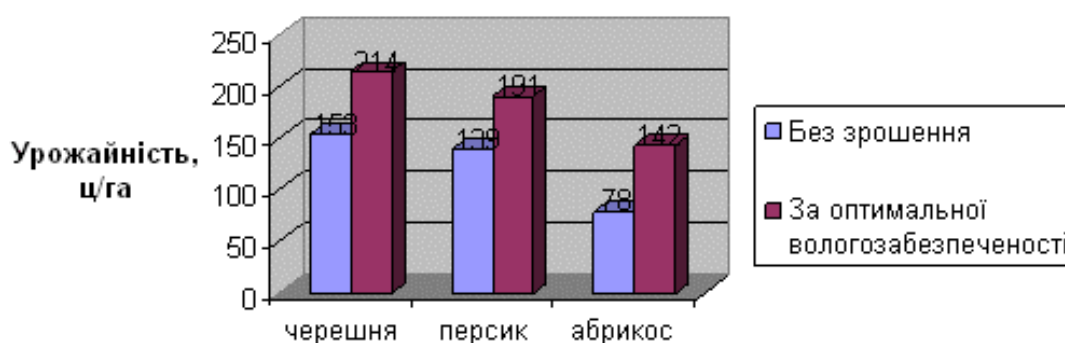


Рисунок 1.2 – Урожайність кісточкових культур при зрошенні (ДП ДГ “Мелітопольське”)



Отже, ДП ДГ “Мелітопольське” є спеціалізованим садівницьким підприємством, де щорічний валовий збір плодів становить 7-7,5 тис. тонн та вирощується понад 180 тис. саджанців плодових культур.

Зрошені площі багаторічних плодових насаджень складають більше ніж 700 га, що забезпечує у сприятливі роки врожайність зерняткових культур на рівні 250- 350 ц/га, кісточкових – 80-120 ц/га.

#### **1.4 Геоморфологічна характеристика**

Рельєф ділянок зрошення представляє собою рівнину з ухилом менше 1° і абсолютними відмітками поверхні від 53 м до 52 м над рівнем моря.

Геологічна будова зумовлюється знаходженням в геоструктурному районі Українського кристалічного масиву, на території Причорноморської берегової рівнини. Поверхня рівнини слабо розчленована. Лише береги рік місцями порізані балками і ярами, міжрічкові ж простори являють собою рівні степи.

Грунтоутворюючими породами є нижньо- і середньочетвертинні леси еолово-алювіального походження. Товща лесів складає 25-30 м і складається з 2-3 ярусів. Підґрунтові води на вододілах залягають на глибині 15-20 м і не мають впливу на процеси ґрунтоутворення. У балках вони залягають на глибині 3-5 м і періодично по сезонах року можуть впливати на водний режим ґрунту.

Згідно з ґрунтово-екологічним районуванням земельних ресурсів України досліджена територія належить до зони Сухого Степу, підзона Сухо-стєпова суха (ПССТК-1), фація V зимово-помірно-тепла (тривалість морозного періоду 75-90 днів, засвоєння опадів холодного періоду 72%). Ґрунти сформувалися в гідротермічних умовах, що характеризуються засушливою першою частиною вегетаційного періоду (ГТК 0,64-0,73) і дуже сухими параметрами (ГТК = 0,40-0,49) другої частини та помірно-гумідною зволоженістю за холодний час (140-160 мм).

Ґрунтовий покрив досліджуваної території представляють темно-каштанові низькогумусоаккумулятивні легкоглинисті ґрунти на лесових породах. Фактором, що лімітує ефективну реалізацію ресурсного потенціалу темно-каштанових ґрунтів, є недостатня вологозабезпеченість.

### **1.5 Оцінка якості води для зрошення**

Оцінка показників і параметрів агрономічних критеріїв якості природної води для зрошення зроблена відповідно вимогам ДСТУ 2730-94 у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів.

Агрономічні критерії визначають якість води для зрошення по її впливу на врожайність сільськогосподарських культур та на ґрунти з метою попередження їх деградації і збереження родючості.

Нормування показників якості води за агрономічними критеріями здійснено з урахуванням складу і властивості ґрунту при умові, що рівень ґрунтових вод не перевищує критичного рівня при рекомендованих режимах зрошення.

1) Оцінка якості зрошувальної води за небезпекою вторинного засолення ґрунтів.

Вміст токсичних іонів (в еквівалентах хлору) складає 2,73 мекв/л. Тому за класифікацією якості води для використання на ґрунтах легкоглинистого гранулометричного складу за цими показниками вода відповідає 1 класу (менше 5 мекв/л).

2) Оцінка якості води за небезпекою підлуження ґрунту.

За показниками рН – 7,2, лужності від нормальних карбонатів – 0,0 мекв/л – вода відповідає 1 класу, тобто придатна до використання.

3) Оцінка якості води за небезпекою її токсичного впливу на рослини.

Вода за такими показниками, як: загальна токсична лужність, лужність від нормальних карбонатів, кількість хлору, - відповідає 1 класу, тобто придатна для використання.

4) Якість зрошувальної води за небезпекою осолонцювання ґрунтів.

За величиною відношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів з урахуванням протисолонцюючої буферності і гранулометричного складу ґрунтів, а також величини відношення в зрошувальній воді магнію до кальцію і класу за небезпекою підлуження ґрунтів вода відповідає 1 класу.

Таким чином, за всіма агрономічними критеріями якості вода для зрошення придатна для використання.

## **2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ БАГАТОРІЧНИХ НАСАДЖЕНЬ**

### **2.1 Особливості краплинного зрошення плодових культур**

Краплинне зрошення - прогресивний спосіб поливу. Специфічність його полягає в тому, що вода за допомогою розподільної мережі подається до поливних трубопроводів з водовипусками, якими зволожується тільки певний об'єм ґрунту біля кожного плодового дерева. Одночасно з поливною водою можна подавати розчинні добрива, що значно підвищує ефективність зрошення. Багато дослідників [2] вказують на такі основні переваги систем краплинного зрошення порівняно з дощуванням і поверхневим поливом:

- підвищення врожайності та покращення якості продукції;
- значна економія зрошувальної води (на 20-60 % );
- можливість застосування індустріальних методів будівництва за рахунок високої заводської готовності елементів і вузлів систем у вигляді комплектів для певної площі,
- повна автоматизація процесу управління поливом;
- істотне зменшення витрат енергії за усіма складовими технологічного процесу зрошення;
- можливість зрошення насаджень на крутих схилах;
- виключення необхідності планування ділянки і будівництва дренажу.

До недоліків даного виду зрошення можна віднести відносно високу вартість систем, необхідність ретельного очищення води від домішок через засмічення крапельниць і трубопроводів та зниження у зв'язку з цим рівномірності розподілу води по зрошуваній площі.

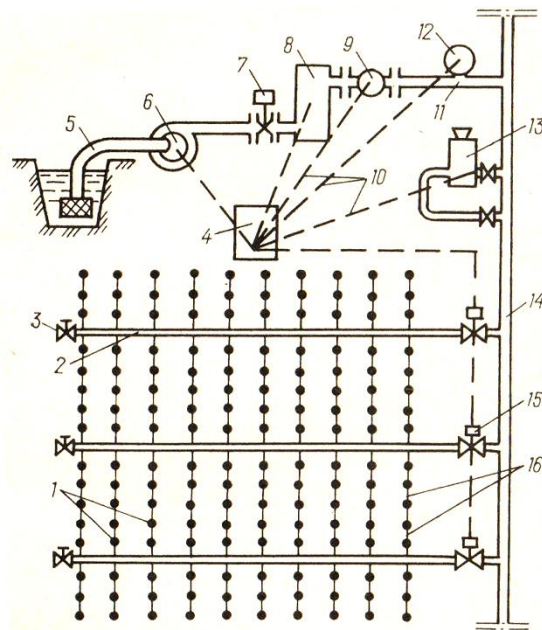
Наведені вище основні переваги краплинного зрошення, а також зростаючий дефіцит водних і енергетичних ресурсів зумовили, починаючи з 80-х років минулого століття, високі темпи використання краплинного зрошення в усьому світі (США, Ізраїль, Італія, Австралія й ін.) та Україні зокрема. З 1975

по 1985 рік розроблено як першу вітчизняну систему краплинного зрошення “Таврія”, так і наукові основи застосування краплинного зрошення для поливу садів і виноградників, а також налагоджено дослідно-експериментальне виробництво, можливості якого забезпечували щорічне будівництво систем краплинного зрошення на площі до 1000 га [3]. У ці роки у ДП ДГ Мелітопольське такі системи були побудовані майже на 300 га плодкових насаджень.

З розпадом СРСР розвиток краплинного зрошення в Україні відбувається за двома напрямками [4]. З одного боку, науковими установами (ІГІМ, ІЗС УААН) та приватними підприємствами (ТОВ “Роста”, СМП “Джерело”, ТОВ “Техносервіс”) розроблялися та запускалися у серійне виробництво цілий ряд технічних засобів (фільтри, крапельниці, запірні арматури й ін.), з другого боку, комерційними структурами із-за кордону в Україну постачається обладнання для систем краплинного зрошення, виробниками якого є провідні зарубіжні фірми: Netafim, Plasto (Ізраїль), Eurodrip (Греція), T-Systems, Roberts (США), Silplast (Італія) та інші. За даними тих самих учених, на сьогодні щорічні обсяги будівництва систем краплинного зрошення в Україні становлять понад 10 тис. га, у т.ч 2 – 2,5 тис. га садів, ягідників і виноградників.

В Інституті зрошувального садівництва розроблено і впроваджено у виробництво систему краплинного зрошення плодкових, ягідних культур і виноградників з автоматизованим управлінням поливу. Особливості стаціонарної системи краплинного зрошення: надземне розташування поливних трубопроводів; можливість роботи в двох режимах - як низьконапірна (20-120 кПа) і як середньонапірна (200 - 400 кПа), що дозволяє застосовувати її на ділянках зі складним рельєфом та в горних умовах [5].

Система краплинного зрошення має такі основні елементи: водозабірний вузол, фільтр, пристрій для внесення добрив з поливною водою, магістральні, розподільні і поливні трубопроводи, крапельниці, засоби для автоматичного управління поливами (рис. 2.1).



1 - крапельниці; 2 - ділянковий трубопровід; 3 - сливний вентиль; 4 - пульт автоматичного управління поливом; 5 - водозабірний вузол; 6 - насосна станція; 7 - головна засувка; 8 - фільтр; 9 - водомірний пристрій; 10 - канали зв'язку з пультом управління; 11 - магістральний трубопровід; 12 - манометр; 13 - пристрій для приготування добрив; 14 - розподільчий трубопровід; 15- дистанційно керований клапан; 16 - поливні трубопроводи.

Рисунок 2.1-Система краплиного зрошення розробки ІЗС УААН [6]

## 2.2 Дослідження технології краплинного зрошення в умовах ДП ДГ Мелітопольське

Промислові сади ДП ДГ “Мелітопольське” знаходяться в зоні недостатнього природного зволоження, де в середньому за рік випадає від 300 до 500 мм опадів. Причому розподіл їх протягом року нерівномірний, що погіршує умови вологозабезпечення плодкових культур.

Аналізуючи технологію зрошення плодкових культур, яка включає режим подачі води відповідно до водопостачання рослини та техніку поливу, з’ясовано, що режим зрошення залежить від норми, строків і тривалості поливів, зони зволоження ґрунту, витрати води та кількості крапельниць, схеми їх розташування, а також від водно-фізичних властивостей ґрунту.

Дослідження режимів зрошення при краплинному способі поливу проводили багато вчених, у тому числі Інституту зрошуваного садівництва. Вони відмічають [7], що режим зрошення плодкових культур при краплинному способі поливу обумовлюється особливостями розподілу води під крапельницею. Контур зволоження формується в залежності від витрат крапельниць та тривалості поливів відповідно до водно-фізичних властивостей ґрунту. При краплинному зрошенні плодкових культур утворюється зона зволоження ґрунту під крапельницею радіусом  $1,8 \div 2,0$  м на глибині 0,5 м.

Зважаючи на порівняно невелику площу зволожуваного ґрунту, яка залежить від схеми розміщення дерев, частота поливів при даному способі є більшою, ніж при дощуванні та поливі по борознах. Але величина поливних норм при цьому істотно зменшується [8].

Сума поливних норм складає зрошувальну норму, або кількість води, яку необхідно витратити на 1 га насаджень протягом вегетаційного періоду. Як зазначають деякі автори, зрошувальна норма є різною залежно від способу поливу. При узагальненні матеріалів по вивченню ефективності різних способів поливу з'ясовано, що краплинне зрошення дозволяє знизити зрошувальну норму на 40-60%, порівняно з поверхневим зрошенням та дощуванням, одержати прибавку врожаю плодів на 25-35 %. Особливо це важливо для інтенсивного саду промислового типу, який передбачає високу щільність садіння дерев на одиницю площі (до 1200 дер./га - для яблуні на підщепі М9). Дані про абсолютну величину зрошувальної норми досить різні. У дослідженнях, проведених в Інституті зрошуваного садівництва, зрошувальна норма коливається від 700 до 3700 м<sup>3</sup> / га (табл. 2.1) [9].

Загальні витрати води за вегетаційний період залежать від витрати води крапельницею та передполивного рівня вологості ґрунту. При краплинному зрошенні режим вологості ґрунту 70-80 % найменшої вологоємності (НВ) є найбільш ефективним для плодкових культур, що ростуть на ґрунтах важкого механічного складу, характерних для відділку №3 ДП ДГ "Мелітопольське". На легких піщаних та супіщаних ґрунтах (відділки №1 і №2) найбільш

раціональним є поливний режим, при якому вологість ґрунту не опускається нижче 70% НВ. Так, урожайність дерев черешні, що вступає у плодоношення, при такому режимі зрошення на 89,5 % перевищила контроль (60 % НВ). Підтримання більш високої вологості ґрунту не сприяло кращому росту, але збільшувало кількість поливів.

Таблиця 2.1 – Елементи режиму зрошення та врожайність дерев яблуні залежно від способу поливу [9]

Спосіб поливу	Кількість поливів, шт.	Мінімальний – максимальний між поливний період, днів	Мінімальна - максимальна поливна норма, м <sup>3</sup> /га	Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га	Урожайність	
					ц/га	% до контролю
Полив по борознах - контроль	5	11-60	300-1034	3668	281	100
Дощування надкронове	6	9-63	250-1079	3734	313	111
Дощування підкroнове	6	9-60	200-1020	2633	316	112
Дощування дрібнодисперсне	8	7-50	108-424	1870	301	107
Краплинне зрошення	12	7-29	22-125	707	325	115
Без зрошення	-	-	-	-	260	92

При щільності садіння до 300 дерев на га, оптимальний рівень вологості ґрунту підтримується 10 - 11 поливами із загальною витратою води за вегетацію до 300 м<sup>3</sup>[10]. Порівняльне вивчення різних способів поливу показало, що продуктивність дерев та економічна ефективність при краплинному зрошенні та дощуванні практично однакові та вищі порівняно з поливом по борознах Коефіцієнт використання води при краплинному зрошенні складає 90-95 %, при дощуванні 75-80 %, поливі по борознах-близько 60 %.



Важливе значення для росту і розвитку плодових рослин має величина випаровування. У степових районах України вона сягає максимальних значень і за теплий період (квітень-жовтень) складає близько 1300, а за рік – 1500 мм. Таким чином, випаровування більш ніж у 3 рази перевищує кількість опадів, що призводить до швидкого висушування кореневмісного шару ґрунту та дефіциту ґрунтової вологи в багаторічних насадженнях. Тому в умовах південної зони садівництва лише при регулярному зрошенні можливе дотримання оптимального режиму вологості ґрунту і на цій основі підвищення врожайності плодових культур. Крім того, зрошення дозволяє значно зменшити періодичність плодоношення, підвищити ефективність використання добрив та посилити фотосинтез рослин [11].

Вік насаджень і врожайність - важливі фактори, які обумовлюють величину водоспоживання. Багаторічними дослідженнями визначено, що водоспоживання 9 - 14 річних дерев яблуні сорту Ренет Симиренка в богарних умовах у розрахунку на метровий шар темно-каштанового ґрунту в середньому складало 3670 м<sup>3</sup>/га, при надкроновому дощуванні та поливі по борознах - 6210-6820, краплинному зрошенні та підкроновому дрібнодисперсному дощуванні – 4000 - 4700 м<sup>3</sup>/га. Тривалість кожного вегетаційного поливу обмежується величиною міжполивного періоду. В інтенсивних садах південної зони плодівництва мінімальний міжполивний інтервал, за яким розраховують параметри зрошувальної мережі в напружені періоди вегетації насаджень (липень-серпень) при способах поливу із суцільним зволоженням ґрунту становить 10-15 днів, краплинному зрошенні та підкроновому дощуванні - від 5 - 7 днів [12].

Дослідженнями молдавських вчених доведено, що при краплинному зрошенні оптимальними є такі параметри техніки поливу та режиму зрошення: установка біля кожного дерева по дві крапельниці з витратою 4 - 6 л кожна на відстані 0,4 - 0,5 метра від штамба дерева; тривалість водоподачі – від 6 до 8 годин; разова поливна норма – від 60 до 90 м<sup>3</sup>/га; тривалість міжполивного періоду – від 2 до 7 діб в залежності від погодних умов. Згідно з даними

досліджень, такі параметри техніки поливу та режиму зрошення здатні створити зону зволоження до 30 % та забезпечити режим вологості ґрунту не нижче 0,75-0,85 НВ. За таких умов урожайність дерев яблуні, що вступають у плодоношення, підвищувалася на 6 - 30 % порівняно з дощуванням [13].

## **2.2 Характеристика конструкцій досліджуваних крапельниць**

Як зазначають багато дослідників, найбільш важливим елементом систем краплинного зрошення, від яких залежать якість та надійність технологічного процесу, є водовипуски (крапельниці), які встановлюються на поливному трубопроводі та подають воду безпосередньо до кореневої системи рослин. Кількість, тип та розміщення крапельниць залежать від виду, віку, схеми садіння насаджень та складності рельєфу.

Основне завдання крапельниць – забезпечення відносно низької, але рівномірної витрати води при зміні робочого напору. З іншого боку, надійність роботи крапельниць конструктивно залежить від площі поперечного перерізу водного каналу: чим більший поперечний переріз, тим надійніше працює крапельниця. Вирішення даного протиріччя спричинило створення багатьох конструкцій крапельниць [14].

У системах краплинного зрошення як водовипуски застосовують крапельниці різної конструкції з різними експлуатаційними характеристиками.

Усі типи крапельниць мають пристрій для гасіння напору в мережі та один або кілька водовипусків крапельниці останніх поколінь оснащені також пристроями для стабілізації витрати при змінному тиску в мережі та самоочищення водопровідних мікроканалів від домішок.

Одні автори за характером дії поділяють крапельниці на дві великі групи: безперервної та порційної дії.

Найбільш широке розповсюдження одержали крапельниці безперервної дії. Такі крапельниці працюють в установленому режимі. Крапельниці безперервної дії, у свою чергу, поділяються за способом гасіння повного над-

лишкового напору. Тут розрізняють такі групи: крапельниці з втратою напору у довгих каналах (трубках) та крапельниці з гасінням енергії води у місцевих опорах дроселях[14].

Перша група крапельниць заснована на базі довгих капілярних каналів які можуть розташовуватися або на циліндричній поверхні (“Netafim”), або на конічній поверхні (“Drip-Eze”), або на площині (“Key-Emiter”) [15].

Найбільш численну групу крапельниць безперервної дії представляють крапельниці з гасінням енергії потоку у місцевих опорах, які можна поділити на дві групи: з лінійною та квадратичною характеристиками відносно витрати води.

Лінійну характеристику дроселя мають плоскі та циліндричні капілярні щілини. До щілинних крапельниць відноситься саморегульована крапельниця EM – 1010 фірми “Rain-Bird”, а також регульована крапельниця, на яку видане авторське свідоцтво СРСР № 480380.

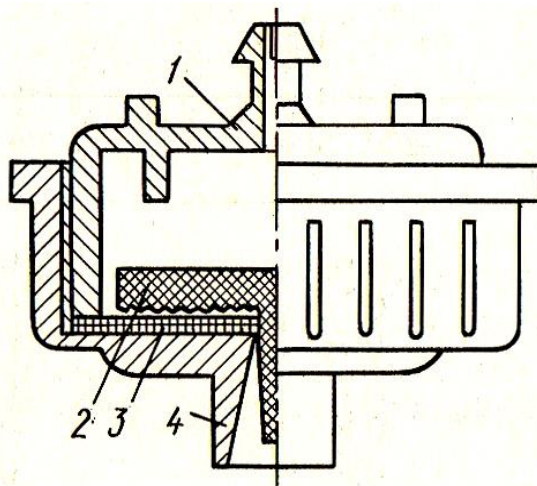
Друга група дросельних крапельниць має квадратичну характеристику відносно витрати води. До цієї групи відносяться як одиничні крапельниці, наприклад нерегульовані, та регульовані, а також пакети дросельних шайб EM-TA фірми “Rain-Bird” та крапельниці НДІ “Водополімер”, поплавкового типу К – 301 (ІЗС УААН), двопоплавкового (розробки Узгіпроводгоспу).

Інші автори поділяють крапельниці, які мають елементи гасіння надлишкового тиску, на три типи: діафрагмені, лабіринтні та мембранні. До крапельниць діафрагменого типу, де гасіння надлишкового тиску відбувається за рахунок проходження води через певну кількість діафрагм. До них відносяться крапельниці фірм “Rebat”, “Sub Ferrion” та ін. [15]

Крапельниці “Дриплекс”, “Триклон” та ін. - в основному лабіринтного типу випускаються фірмами Австралії. З вітчизняних розробок до цього типу відносяться “Молдавія – 1”, К – 316 та ін. До крапельниць мембранного типу відносяться К – 314, “Україна – 1”, “Діамонд” (Австралія).

У дослідних інститутах проведено гідравлічні дослідження вітчизняних та зарубіжних крапельниць з метою виявлення їх працездатності. На основі проведених досліджень зроблено такі висновки [14].

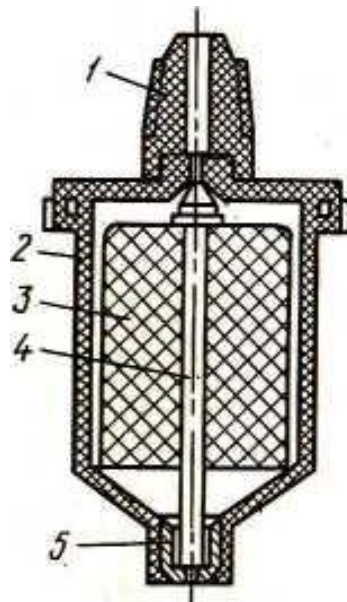
Крапельниця безперервної дії “Молдавія - 1” – працездатна (рис. 2.1). Витрата води складає 2,7 - 3,4 л на годину при напорі 10 - 25 м. Крапельниця задовільно працює при мутності зрошувальної води до 0,5 г/л та максимальної величини часток до 0,3 мм. До недоліків крапельниці можна віднести підвищені вимоги до очищення води.



1 – корпус; 2 – дроссель; 3 – шайба; 4 – кришка з вихідним отвором.

Рисунок 2.1 – Крапельниця “Молдавія – 1А” [16]

Поплавкова крапельниця “Таврія” – працездатна (рис.2.2). Витрата води - 4,5 – 6,0 л/год. при напорі 0,2 – 19 м. Крапельниця задовільно працює при мутності зрошувальної води до 1,0 г/л та максимальної величини часток 0,25 мм. Крапельниця має такі недоліки: наявність великої кількості деталей, високі вимоги до розташування крапельниці відносно трубопроводу.

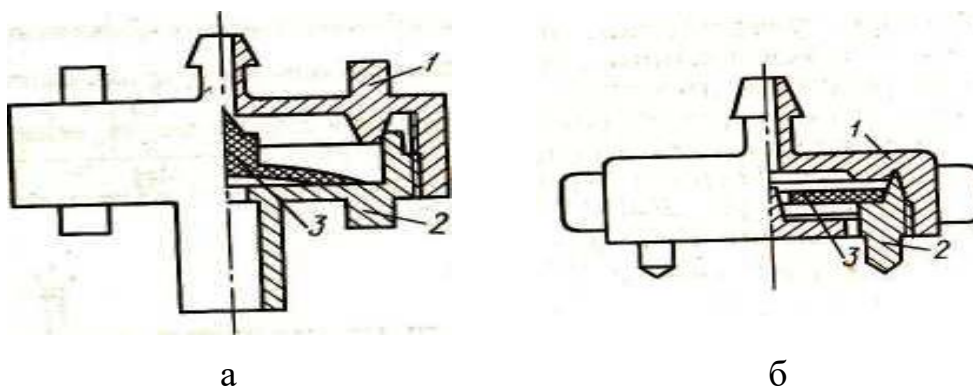


1 – кришка; 2 – корпус; 3 – поплавок; 4 – ігла; 5 – жиклер.

Рисунок 2.2 – Конструктивна схема крапельниці “Таврія” [17]

Витрата крапельниці фірми “Rebat” (США) сильно залежить від напору. При напорі понад 6 м залежність витрати від напору наближується до лінійної.

Крапельниці конструкції НДІ “Водополімер”(рис.2.3) при експлуатації потребують великих витрат на налаштування витрати. Попередня тарировка крапельниць практично нездійснена.



а) КУ – 1: 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – діафрагма гумова;

б) “Горна”: 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – мембрана.

Рисунок 2.3 – Конструктивні схеми крапельниць [18]

Крапельниці конструкції “Rain-Bird” (США) - працездатні та мають стабільну витрату при зміні напору. Однак ці крапельниці складні за конструкцією та складаються з великої кількості деталей [19].

Основними недоліками як вітчизняних, так і зарубіжних розробок є швидка засміченість елементів гасіння надлишкового тиску твердими частками, що попадають разом з поливною водою. Складність конструкції призводить до удорожчання систем краплинного зрошення. Тому в ІЗС УААН були розроблені більш прості за конструкцією та надійні у роботі крапельниці, здатні до самоочищення в процесі роботи та підтримання стабільної витрати поливної води при зміні тиску в поливному трубопроводі.

Під час розробки з'ясовано неможливість виконання одним типом крапельниць всіх вимог, а саме:

- простота конструкції та технологічність;
- здатність працювати на великих перепадах тиску(150-350 кПа);
- здатність працювати на воді з підвищеним вмістом домішок.

У зв'язку з цим виникла необхідність розробки кількох типів крапельниць, здатних виконувати окремі завдання [20].

Аналіз конструкцій крапельниць розробки ІЗС УААН показав, що всі типи крапельниць мають пристрій для гасіння напору в мережі та один або кілька водовипусків. Крапельниці останніх поколінь оснащені пристроями для стабілізації витрати при змінному тиску в мережі та самоочищення водопровідних мікроканалів від домішок. Далі наведено опис деяких з них.

Крапельниця К - 301 (рис. 2.4). Складається з кришки 1, корпусу 3 та регулятора витрат. Регулятор витрат автоматично підтримує постійну витрату крапельниці та складається з поплавка 1, ігли 7, штоку 5 та ніпеля 4. У кришці передбачено вхідне й дренажне отвори, а також зубовий замок 2 для встановлення крапельниці на поливному трубопроводі. У нижній частині корпусу встановлено ніпель 4 діаметром 1,8; 2,1; 2,3 мм. При вільному протіканні води через цей отвір забезпечується витрата крапельниці відповідно 6;8 та 10 л/год. Ніпелі виконано із забарвленого поліетилену: 6 л/год – жовтий, 8

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для виконання розрахунку економічної ефективності

Показник	Позначення	Одиниця вимірювання	Порівнювані варіанти	
			базовий	новий
1	2	3	4	5
Капітальні вкладення (система зрошення)	К	грн/га	920000	1000000
Норма відрахувань на амортизацію та поточний ремонт	А+Р	%	3,5	3,5
Заробітна плата техника-лаборанта	З <sub>л</sub>	грн	1500	1500
Заробітна плата оператора	З <sub>о</sub>	грн	8000	8000
Витрати зрошувальної води	W	м <sup>3</sup> /га	1500	1000
Вартість зрошувальної води	Ц <sub>в</sub>	грн/м <sup>3</sup>	1,6	1,6
Нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Е <sub>н</sub>	-	0,15	0,15
Врожайність	У	ц/га	250	300
Вартість продукції	Ц <sub>п</sub>	грн/кг	12	12
Витрати на збирання 1 кг додаткового врожаю	С <sub>у</sub>	грн/кг	6	6

Аналіз даних таблиці 5.1 показує, що при краплинному зрошенні з використання крапельниці К-315 витрати зрошувальної води зменшуються, вихідні дані по капіталовкладеннях у новий варіант збільшуються порівняно з базовим, але врожайність яблуні збільшується за рахунок більш рівномірного розходу води по всій довжині трубопроводу.

Таблиця 5.2 - Розрахунок витрат

Показник	Позначення	Одиниця вимірювання	Порівнювані варіанти	
			базовий	новий
1. Експлуатаційні затрати при обслуговуванні пульта управління:				
а) відрахування на амортизацію та поточний ремонт	$C_a$	грн	32200	35000
б) витрати на оплату плати робочого, що виконує буріння свердловини	$Z_б$	грн	-	-
в) витрати на оплату праці техника-лаборанта	$Z_л$	грн	3000	1500
г) витрати на оплату праці оператора	$Z_о$	грн	8000	8000
Всього експлуатаційних затрат $C=C_a+Z_б+Z_л+Z_о$	$C$	грн	43200	44500
2. Економія зрошувальної води $\Delta W=(W_б-W_н)\cdot Ц_в$	$\Delta W$	грн	-	800
3. Прибавка врожаю на 1 га	$P_в$	кг/га	-	5000
4. Вартість додаткової продукції, отриманої за рахунок підвищення врожайності	$Ц_y$	грн/га	-	30000
5. Витрати на збирання додаткової продукції	$C_y$	грн/га	-	30000



Розрахунки витрат, подані в таблиці 5.2, свідчать, що відрахування на амортизацію та поточний ремонт по новому варіанту перевищують базовий в 1,7 раза. Але за рахунок економії витрат на оплату праці обслуговуючого персоналу (крім оператора), в цілому експлуатаційні витрати зменшуються.

Таблиця 5.3 – Розрахунок економічної ефективності

Показник	Прийняті позначення	Одиниці вимірювання	Розрахунок
Річний економічний ефект	$E_r$	грн/га	$E_r = (920000 + 0,15 \cdot 43200) - (1000000 + 0,15 \cdot 44500) + 800 + 60000 - 30000 = 17500$
Економія зрошувальної води	$\Delta W$	%	$\Delta W = \frac{1500 - 1000}{1500} \cdot 100 = 33,3$
Термін окупності додаткових капіталовкладень	$T_{ок}$	років	$T = \frac{(920000 + 43200) - (1000000 + 44500)}{17500} = 4,65$

Розрахунки економічної ефективності показали, що проведення поливів насаджень яблуні системами краплинного зрошення є економічно виправданим.

Незважаючи на те, що капіталовкладення на 1 га саду за новим варіантом перебільшували базовий варіант, експлуатаційні витрати збільшилися на 3 %. Економія зрошувальної води становить 33,3 %, приріст врожаю – 5 т/га.

Отже, за результатами розрахунків ефективність нового варіанта становить 17500 грн/га.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі аналізу літературних джерел визначено, що використання краплинного зрошення багаторічних культур дає змогу економії на 20 – 60 % поливної води.

2. Найбільш розповсюдженими типами крапельниць, які використовуються в господарстві, є поплавкові та мембранні.

3. На підставі результатів апріорного ранжування факторів обрано найбільш впливові фактори на розмір площі зволожувального ґрунту:

X9 – твердість ґрунту, кПа;

X10 – щільність ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

X11 – тип ґрунту.

4. Для визначення витратної характеристики крапельниці розроблено гідравлічну схему стенду для виконання дослідів.

5. На підставі результатів виконаних досліджень на стенді крапельниць К–315, К–350 и по а.с. № 1745156 визначено, що найкращу витратну характеристику має крапельниця К–350. При зміні тиску води від 50 кПа до 400 кПа витрати даної крапельниці змінюється тільки на 14%.

6. На підставі аналізу параметрів контура зволоження ґрунту можна констатувати, що мали норми поливу (до 170 м<sup>3</sup>) сприяють більш рівномірному зволоженню по всьому профілю ґрунту.

7. У результаті аналізу стану роботи з охорони праці в господарстві встановлено недотримання працівниками деяких технічних вимог при експлуатації обладнання та виконання технологічних процесів, проаналізовано виконання санітарно-гігієнічних вимог. На підставі цього розроблено певні організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні заходи щодо підвищення рівня безпеки праці та цивільного захисту.

8. Для забезпечення зниження імовірності аварії та травми при виконанні технологічного процесу зрошення багаторічних плодових насаджень розроблено логіко – імітаційну модель виникнення аварії і травми при екс-

плату за обладнання в майстерні, де виготовляються експериментальні зразки крапельниць, на основі чого запропоновано заходи з підвищення рівня безпеки праці.

9. На підставі техніко – економічних розрахунків встановлено, що при впровадженні розробки у виробництво річний економічний ефект становить 17500 грн/га, економія зрошувальної води – 33,3 %, термін окупності додаткових капіталовкладень складає 4,65 рока, приріст урожаю – 5 т/га.