

Мелітопольська
дослідна
станція
садівництва
імені
М.Ф.Сидоренка
ІС НААН



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
Інститут садівництва
Мелітопольська дослідна станція садівництва
імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН

**РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ
КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ІНТЕНСИВНИХ
НАСАДЖЕНЬ ЧЕРЕШНІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
ФЕРТИГАЦІЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УТРИМАННЯ ҐРУНТУ
(науково-практичні рекомендації)**



Мелітополь, 2020 р.

Наведено відомості щодо оперативного управління водним та поживним режимом чорнозему південного легкосуглинкового в інтенсивних насадженнях черешні шляхом застосування розрахункового методу визначення строків і норм поливів, використання різних видів матеріалів для мульчування, раціональної системи удобрення, у тому числі із застосуванням фертигації та позакоренових обприскувань.

В рекомендаціях наведені дані Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН.

Призначено науковцям, працівникам обласних і районних управлінь сільського господарства, агрономам, спеціалістам сільськогосподарських підприємств і керівникам господарств сільськогосподарських виробництв усіх форм власності.

Автори:

Т.В. Малюк, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, заст. директора з наукової та інноваційної роботи Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН

Л.В. Козлова, канд. с.-г. наук, науковий співробітник лабораторії агрохімії Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН

Н.Г. Пчолкіна, молодший науковий співробітник лабораторії агрохімії Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН

Розглянуто та рекомендовано до друку Науково-технічною радою Мелітопольської дослідної станції садівництва ІС НААН, протокол № 13 від 9 грудня 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Зрошення як невід’ємна складова інтенсивної технології вирощування черешні в умовах Південного Степу України	6
2. Агрометеорологічні умови регіону у контексті вибору оптимальної технології вирощування черешні	9
3. Евапотранспірація черешні як основа вибору оптимального режиму краплинного зрошення черешні.....	12
4. Модель поливного режиму в насадженнях черешні за моніторингом агрокліматичних показників.....	16
5. Формування контуру зволоження ґрунту за краплинного зрошення черешні для вибору оптимальних параметрів зрошення.....	19
6. Мульчування як ефективний засіб регулювання водного режиму чорнозему південного легкосуглинкового	21
7. Оптимізація температурного режиму ґрунту за краплинного зрошення при різних системах утримання ґрунту.....	25
8. Фертигація як важливий елемент технології краплинного зрошення насаджень черешні.....	26
9. Вплив елементів краплинного зрошення на загальний стан та урожайність насаджень черешні.....	32
10. Економічна ефективність елементів технології мікрозрошення молодих інтенсивних насаджень черешні.....	37

ВСТУП

Черешня – плодова культура, що відзначається щорічним плодоношенням, раннім строком досягання плодів із високими смаковими та дієтичними властивостями і займає одне з перших місць за прибутковістю. Україна належить до провідних світових виробників плодів черешні. За даними ФАО вона перебуває на 10-му місці з обсягом виробництва 72,8 тис. т, що становить 3,3% від загального обсягу світового виробництва (2,19 млн. т). В Україні площа плодоносних насаджень кісточкових культур у всіх категоріях господарств становила 69,4 тис. га, 2013 р. – 68,9, з яких черешня займала відповідно 12,5 і 12,4 тис. га, або 18%.

Водночас, світовий і внутрішній ринки плодів черешні є дефіцитними, що зумовлює високий рівень цін на них. Для забезпечення внутрішніх потреб ринку порівняно з встановленими нормами споживання їх людством за рік (2 кг), необхідно збільшити їх виробництво не менше, ніж на 20 тис. т, або на 25%. Одним із шляхів збільшення виробництва плодів цієї культури є розширення площ під насадженнями та впровадження сучасних технологій вирощування.

Обов'язковою умовою впровадження інтенсивних технологій у процес вирощування насаджень черешні як провідної культури півдня України є раціональне застосування зрошення та удобрення. З іншого боку цей процес стримується високою вартістю поливної води, дефіцитом внесення органічних добрив, традиційною паровою системою утримання ґрунту, недосконалими способами внесення добрив, тощо. Тому необхідна зміна технологічних підходів до експлуатації плодкових агросистем, спрямованих на розширення продуктивної функції дерев за одночасної економії ресурсів та здійсненні контролю за еколого-агроекологічним станом ґрунту. З огляду на це, широке впровадження краплинного зрошення, яке відповідає вимогам заощадження водних ресурсів, оперативного керування умовами вологозабезпечення та живлення дерев, високого рівня автоматизації тощо, є раціональним рішенням цих проблем.

Існуючі системи удобрення, обробітку, меліорації, догляду за розвитком насаджень черешні здійснюються, як правило, без належного інформаційного забезпечення. За інтенсивних технологій вирощування кісточкових культур комплексні дослідження щодо спрямованого керування продуктивністю системи «зрошуваний ґрунт – рослина» майже відсутні. Такий стан не відповідає принципам системного управління та сталого розвитку садівництва як галузі, що забезпечує потреби населення країни у свіжих та перероблених

фруктах, які, зокрема, є важливою складовою збалансованого, дієтичного та дитячого харчування.

Актуальність вивчення і розробки елементів технології зрошення черешні обумовлена існуванням лише розрізнених масивів даних щодо окремих аспектів зрошення, удобрення насаджень та систем утримання ґрунту в даному регіоні та майже повній відсутності таких відомостей відносно інтенсивних технологій її вирощування, у тому числі із застосуванням краплинного зрошення. Водночас, при застосуванні цього виду мікрозрошення надходження поливної води можна регулювати в повній відповідності з водоспоживанням рослин, підтримувати оптимальний водно-повітряний режим ґрунту, покращити умови живлення рослин шляхом подачі поживних елементів безпосередньо до їх кореневої системи.

Зважаючи на особливу актуальність даних питань, вченими МДСС імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН в межах виконання завдання науково-дослідної роботи 45.00.02.12 П «Розробити ресурсо- та енергозберігаючу технологію краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні із застосуванням фертигації за різних систем утримання ґрунту», обґрунтовано та розроблено технологію краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні, що передбачає застосування різних методів призначення поливу, зокрема розрахункового, оптимальних режимів зрошення та удобрення, у тому числі фертигації та позакореневого підживлення комплексними мікродобривами Мікро Мінераліс та мульчування, що забезпечує оперативне прийняття рішень щодо оптимального вологозабезпечення та живлення дерев, оптимізацію фізіолого-біохімічних процесів рослин, підвищення урожайності, зниження трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів та збереження родючості ґрунту.

1. Зрошення як невід’ємна складова інтенсивної технології вирощування черешні в умовах Південного Степу України

За даними ФАО, Україна нині перебуває на 6-му місці у світі за рівнем продуктивності черешневих насаджень, який за останні роки становить 6,1 т/га. Проте резерви для подальшого зростання цього показника практично вичерпані через щорічне зменшення площ під садами, використання трудомістких технологій вирощування. Для окупності виробничих витрат і отримання високого прибутку врожайність високотоварних плодів черешні має становити 10–15 т/га. Тому основний напрям підвищення продуктивності насаджень цієї культури – їх усебічна інтенсифікація, основними складовими якої є використання вітчизняних високопродуктивних сортів, підщеп малогабаритних крон та ущільнених схем садіння.

Водночас, традиційна українська технологія вирощування черешневих садів не передбачає зрошення і мінімальне застосування добрив у зв’язку з існуванням твердження про здатність самозабезпечення цієї культури потреб у живленні та волозі унаслідок розвинутої кореневої системи та сильнорослості. З іншого боку, технологія створення садів черешні за останні роки швидко змінюється. З’являються нові сорти, підщепи, способи формування крони і схеми висадки, які дають змогу підвищити врожайність і продуктивність праці збирачів і механізувати роботи в саду. Забезпечення рослин за таких умов вологою та живлення є обов’язковою умовою інтенсифікації та ефективного ведення садівництва.

Актуальність зрошення насаджень плодкових культур, у тому числі черешні, окрім вищезазначених причин, обумовлена також змінами кліматичних умов. Взагалі, зміна загальнопланетарного клімату є однією з важливих екологічних проблем ХХІ століття. Зміна клімату для землеробства України зумовлюється, перш за все, глобальним потеплінням, прямим наслідком якого є посухи, які негативно впливають на урожайність сільськогосподарських культур, зокрема плодкових, оскільки погодна складова врожаю у нашій державі становить понад 50 %.

Так, як повідомляють вчені ІЗЗ, на підставі моделювання процесів змін клімату, проведеного вченими-кліматологами Кембриджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозовано і подальше підвищення температури повітря в діапазоні від 2 до 6⁰ С у період до 2100 року. Таке зростання температури та концентрації СО₂ в повітрі матимуть безпосередній вплив на біосферу Землі, зокрема й на продуктивність агропромислового комплексу, врожайність і якість продукції сільськогосподарських культур. До негативних змін клімату на найближчу перспективу можна віднести

підвищення температури повітря, посилення дії посух, скорочення сніжного покриву, порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, що в комплексі призводить до активізації ерозійних процесів та деградації ґрунтів.

Такі зміни клімату в Південному Степу України, які вже відбулися та очікувані в найближчі десятиріччя, безумовно, впливають і впливатимуть на ведення садівництва в регіоні. Тому, вже зараз необхідно розробляти заходи, спрямовані на зниження ризику чутливості галузі до наслідків зміни клімату.

У посушливих умовах Південного Степу найважливішим заходом накопичення вологи в ґрунті є зрошення. Воно повністю змінює умови ведення землеробства, дає можливість підтримувати вологість ґрунту на потрібному для культур оптимальному рівні і тим самим створює сприятливі умови для нормального росту й розвитку рослин.

Так, за багаторічними даними вчених Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН, зокрема, і власних досліджень, зрошення забезпечує підвищення врожайності в 2–6 разів, ніж неполивні умови. Тому відновлення зрошення й розширення площ поливних садів має першочергове значення для розвитку регіону. Актуальною для регіону є впровадження інноваційних способів поливу, які забезпечують раціональне використання води та високу біологічну продуктивність сільськогосподарських культур. З цією метою потрібно розширити застосування краплинного в садах, зокрема черешневих.

Отже, в умовах глобальних кліматичних змін зростає потреба в розробці та залученні методів раціонального природокористування задля заощадження електроенергії, водних та інших природних ресурсів, що використовують у процесі виробництва агропродовольчої продукції. Застосування систем краплинного зрошення мають істотні переваги порівняно з іншими методами іригації ґрунтів, а їх використання сприяє підвищенню показників урожайності основних сільськогосподарських культур і дозволяє досягати відносно високих показників урожайності.

Слід відмітити, що взагалі у вітчизняній науковій літературі існує дуже обмежена кількість інформації щодо досліджень з питань зрошення черешні. Зустрічаються поодинокі дані щодо поверхневого способу поливу та майже повна відсутність таких відомостей відносно елементів технології мікрозрошення черешні, у тому числі в інтенсивних насадженнях. У той же час західні вчені приділяють належну увагу не лише краплинному зрошенню цієї культури, а й комплексному вивченню важливих елементів технології краплинного зрошення таких як, режими зрошення, використання різних видів мульчування, застосування фертигації.

Отже, встановлення параметрів режиму мікрозрошення в черешневих садах півдня України за показниками випаровуваності є перспективним напрямком щодо оптимізації режимів зрошення. Водночас, ці питання, зокрема корегуючи коефіцієнти до показника розрахункової евапотранспірації як основи для подальшого встановлення оптимального режиму зрошення, майже не досліджені для черешні взагалі, а для інтенсивних технологій її вирощування такі дані взагалі відсутні.

У цілому у системі вологонакопичення і боротьбі з посухами у Південному Степу включно важливу роль відіграє відмова від традиційного парового утримання ґрунту в садах. Незважаючи на те, що саме парова система є традиційною в садах південного регіону, за неї значно посилюються процеси мінералізації органічної речовини і навіть змінюється інтенсивність процесів гумусоутворення, гумусонакопичення і перерозподілу органічної речовини у ґрунтовому профілі, що разом із тривалим зрошенням негативно впливає на стан чорноземних ґрунтів півдня України.

Сучасні автоматизовані системи крапельного поливу також дозволяють одночасно з поливною водою вносити добрива (фертигація). Фертигація дозволяє постійно підтримувати оптимальну вологість ґрунту і подавати рослинам невеликими дозами збалансовану кількість елементів живлення протягом вегетаційного періоду. Як свідчать дані закордонних вчених, які широко впроваджують фертигацію в плодкових насадженнях, у тому числі черешні, переваги одночасного внесення мінеральних добрив разом з поливною водою полягають в підвищенні ефективності їх використання, можливості їх застосування в різні фази розвитку плодкових рослин, з огляду на потребу в елементах живлення.

Для успішного проведення фертигації необхідно враховувати особливості поливного обладнання, види і форми застосовуваних добрив, допустиму концентрацію поживних речовин в поливній воді, міграцію елементів живлення по ґрунтовому профілю, зміна реакції ґрунтового середовища в зоні зволоження, а також якість поливній води, використовуваної для зрошення.

Підтвердженням переваг краплинного зрошення є і результати власних досліджень за період 2006-2015 рр. щодо особливостей застосування добрив шляхом фертигації в молодих та плодоносних інтенсивних насадженнях яблуні і груші, які показали високу ефективність цього елемента технології та отримання приросту врожаю понад 40 % порівняно до контролю за економії ресурсів та зменшення агрохімічного навантаження на плодівий агроценоз.

Отже, ураховуючи високий потенціал розвитку сільського господарства в Україні і, зокрема садівництва, та зростання попиту на продукцію агросектора у світі, залучення науково обґрунтованих технологій краплинного зрошення є

перспективним напрямом раціоналізації методів ведення садівництва та оптимізації витрат.

2. Агрометеорологічні умови регіону у контексті вибору оптимальної технології вирощування черешні

Територія проведення досліджень, відповідно до ґрунтово-екологічного районування, відноситься до степової, південної, помірно сухої зони чорноземів південних слабогумусоаккумулятивних. За термічним режимом холодного періоду територія відноситься до зимово-холодно-теплої фації. Тривалість морозного періоду складає 85-100 днів, засвоєння опадів холодного періоду – 65 %, середня температура найхолоднішого місяця січня становить мінус 3,3(–4,4) °С. Перша половина вегетації характеризується як помірно посушлива, з ГТК (за Селяниновим) = 0,74–0,80, друга – суха (ГТК = 0,50–0,57). Кількість опадів за холодний період року (листопад – березень), який характеризується як помірно гумідний, коливається в межах 140–160 мм. Тривалість вегетаційного періоду (кількість днів з температурою повітря понад +5° С) у середньому становить 220–230 днів, періоду активної вегетації (кількість днів з температурою повітря понад +10 °С – 170–185 днів. Середньорічна температура повітря складає 9,9 °С.

Накопичення вологи в ґрунті відбувається, головним чином, восени, частково взимку й рано навесні. Недостатня кількість вологи в ґрунті негативно відбивається на продуктивності плодкових дерев, вирощуваних за інтенсивними технологіями, тому її нестачу необхідно компенсувати зрошенням.

В роки досліджень (2019-2020 рр.) погодні умови за деякими показниками були близькими до середньобагаторічних, характерних для зони, проте відмічені і суттєві відхилення (табл. 1).

Таблиця 1 – Агрокліматичні показники (метеостанція м. Мелітополь)

Метеорологічні показники	Рік		Середнє багаторічне значення *
	2019	2020	
Середньорічна температура повітря, °С	11,7	12,3	9,9
Абсолютний максимум температури повітря, °С	36,4	38,7	34,5
Абсолютний мінімум температури повітря, °С	-14,0	-16,5	-17,1
Тривалість вегетаційного періоду, дні	234	232	220-230
Річна кількість опадів, мм	417	388	475
Кількість опадів за квітень-вересень, мм	270	233	249
Кількість днів з ВВП<50%	49	66	25

Так, наприклад, відмічено значне перевищення середньорічної температури повітря – на 1,8-2,4⁰С, меншу кількість опадів, а також значне збільшення кількості днів з ВВП<50% порівняно до середніх значень.

Крім того, відмічено певну різницю і за роками досліджень. Так, за осінньо-зимовий період 2019-2020 рр. зафіксовано меншу кількість опадів на 28% та 11% за аналогічний період 2018-2019 рр. та багаторічний відповідно, яка в сумі становила 196,2 мм. У цей час також відмічено значне підвищення середньодобової температури повітря відносно багаторічних даних – на 42%. Слід відмітити, що за даними Мелітопольської метеорологічної станції величина середньодобової температури повітря в осінньо-зимовий період 2019-2020 рр. не перетнули позначки 0⁰С, а найменший її показники зафіксовано у січні 2020 р. який склав 0,9⁰С. Порівняно до осінньо-зимового періоду 2018-2019 рр. підвищення середньодобової температур повітря встановлено на рівні 15% (рисунок 1).

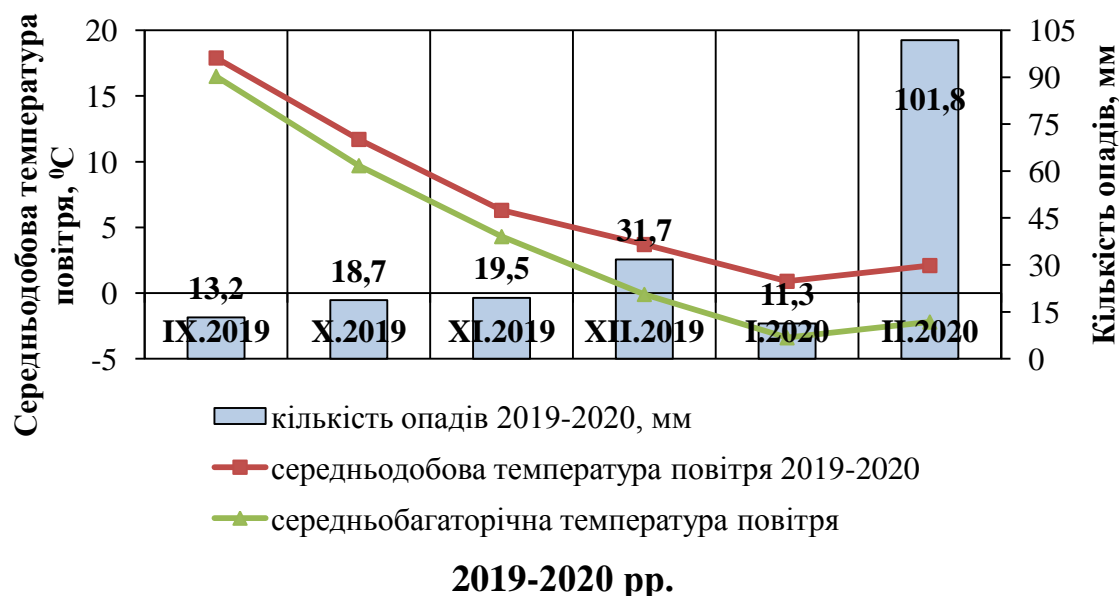
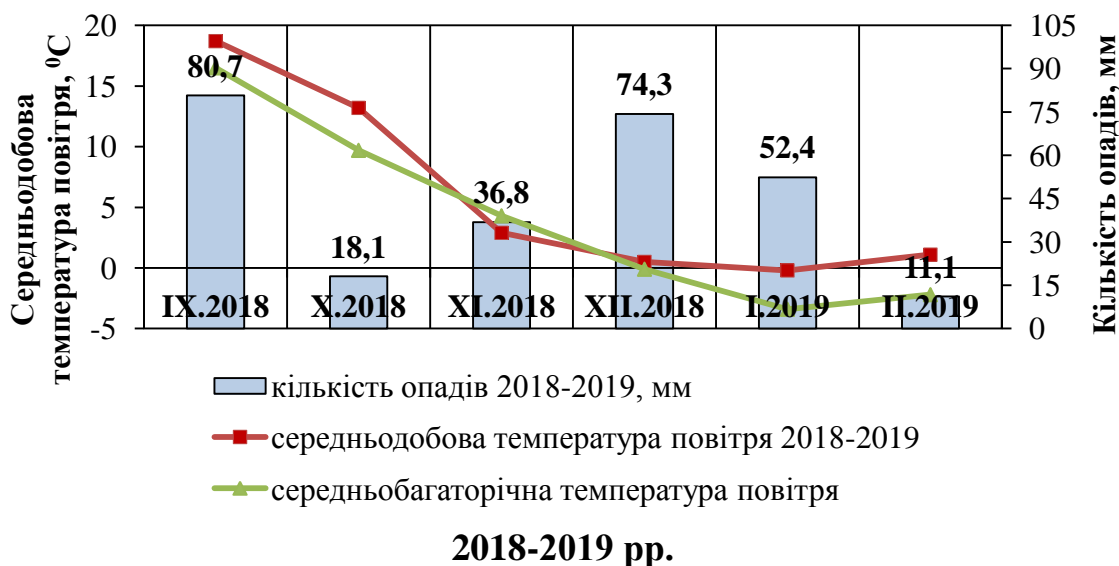


Рисунок 1 – Погодні умови за осінньо-зимовий період

Моніторинг погодних умов за вегетаційні періоди 2019 – 2020 р. показав, що 2019 р. відзначився більшою кількістю опадів – 269 мм, що на 14 % більше, ніж у 2020 р, що зумовило збільшення кількості поливів за поливний сезон. Незважаючи на відносно достатню кількість опадів упродовж вегетації у звітних роках, розподіл їх у часі був дуже нерівномірний і, як наслідок, у деякі фази розвитку дерев черешні відбувалося значне зниження вологозапасів ґрунту, що зумовило зниження її продуктивності на контрольних варіантах.

Узагальнюючі дані погодних умов років досліджень, слід зазначити, що період посухи спостерігається вже наприкінці квітні, тобто у період цвітіння дерев черешні, а починаючи з кінця травня відмічено стійкі посушливі умови, що тривають до кінця вересня (рисунок 2). Це має як безпосередній негативний вплив на продукційні процеси, так і на диференціацію плодових бруньок врожаю наступного року.

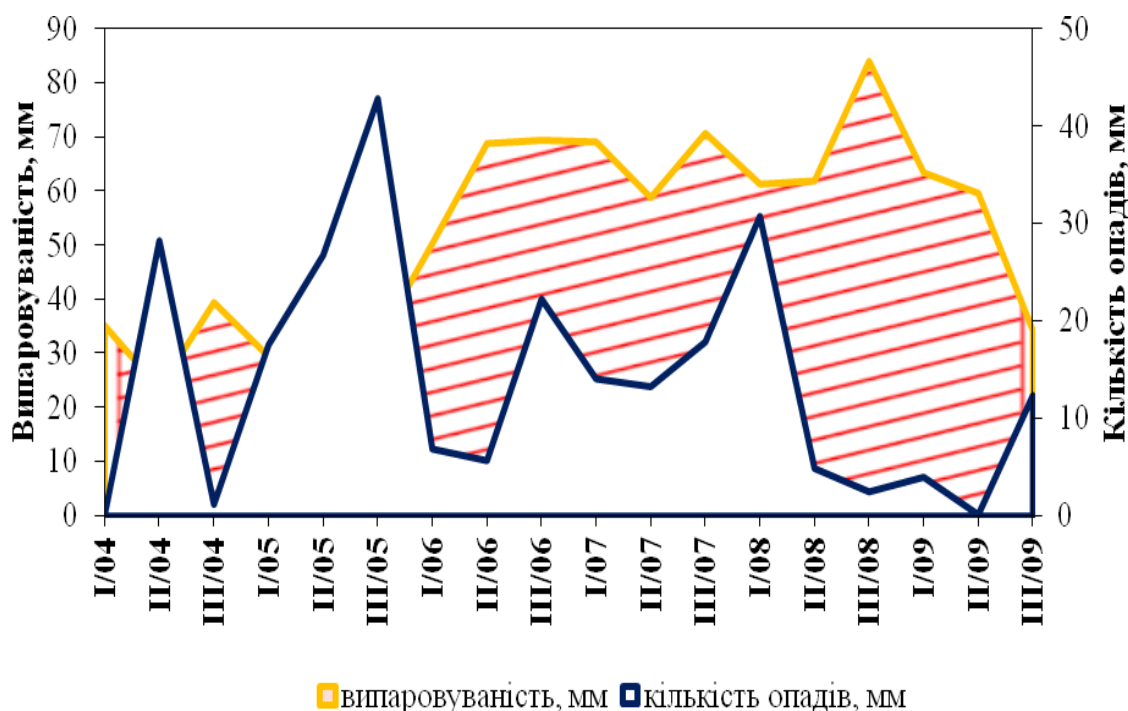


Рисунок 2 – Клімадіаграма Вальтера-Госсена за вегетаційний період 2019-2020рр. (середні значення)

Окрім цього, як у 2019 р., так і 2020 р. відмічено суттєві весняні приморозки під час фази висування бутонів та початку цвітіння (зниження температури у 2019 році досягало мінус 3,9 °С , у 2020 р – мінус 5,4 °С), що зумовили загибель генеративних утворень на 53-99 % та значного зниження потенційно можливої урожайності черешні (табл. 2).

Таблиця 2 – Гідротермічні умови I декади квітня 2019 та 2020 р.

Дата	Min T, °C		Фази розвитку генеративних утворень черешні на момент підмерзання
	2019 р.	2020 р.	
01	3,2	-1,8	Висування суцвіть, початок обособлення бутонів
02	6,2	-5,4	
03	1,2	-2,3	
04	-3,9	-2,6	
05	-2,0	3,9	
06	1,4	2,6	
07	7,0	2,8	
08	7,7	1,0	
09	8,6	-0,4	
10	9,4	2,0	

Отже, погодні умови мають вирішальний вплив як на надходження вологи у ґрунт та її витрати, так і на фізіологічний стан та продуктивність дерев черешні. Зважаючи на їх особливість вирощування інтенсивних насаджень черешні у регіоні досліджень неможливе без застосування зрошення.

3. Евапотранспірація черешні як основа вибору оптимального режиму краплинного зрошення черешні

Як відомо, керування вологістю ґрунту може здійснюватись як безпосередньо за результатами вимірювань вологості ґрунту, так і використовуючи розрахункові методи. Прийняття рішень про полив може відбуватись як за результатами безпосередніх вимірювань вологості ґрунту, так і на основі прогнозування вологості ґрунту розрахунковими методами або поєднання розрахунків із вимірюванням.

Найпростішим у технічному плані та найточнішим, безсумнівно, є термостатно-ваговий метод, який передбачає випаровування води із зразків ґрунту. Водночас метод є громіздким і інерційним.

Теоретичною основою розрахункових методів є те, що при оптимальному водозабезпеченні рослин існує тісний зв'язок між випаровуванням вологи сільськогосподарським полем і енергетичними ресурсами атмосфери, які оцінюються таким комплексним показником, як потенційна евапотранспірація.

Евапотранспірація може розраховуватись кількома методами: Штойко, Пенмана-Монтейта, або Іванова.

У наших дослідженнях для встановлення ресурсозберігаючого режиму зрошення порівнювалася величина фактичного сумарного водоспоживання, яка визначалася за традиційним рівнянням водного балансу (1), з розрахунковою випаровуваністю на основі метеорологічних факторів за формулою М.М. Іванова (E_0) (2).

$$E = W_1 + O + M - W_2 \quad (1)$$

де E – сумарне водоспоживання, $\text{м}^3/\text{га}$; O – опади за розрахунковий період, $\text{м}^3/\text{га}$; W_1 і W_2 – запаси вологи на початку і в кінці розрахункового періоду, $\text{м}^3/\text{га}$; M – зрошувальна норма, $\text{м}^3/\text{га}$. Підґрунтові води (3,5-4 м) участі в формуванні водного режиму ґрунту не приймають, а поверхневий стік на рівнині незначний.

$$E_0 = 0,00006 (t + 25)^2(100 - r) \quad (2)$$

де E_0 – середньодобова випаровуваність, $\text{мм}/\text{д}$; t – середньодобова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; r – середньодобова відносна вологість повітря, %.

Як показали результати досліджень, у цілому внаслідок зазначених у розділі 2 особливостей погодних умов у звітні роки відмічено значне підвищення величини сумарної випаровуваності, яка в окремі періоди перевищувала на 50 % і більше середньобагаторічні дані (рисунок 3).

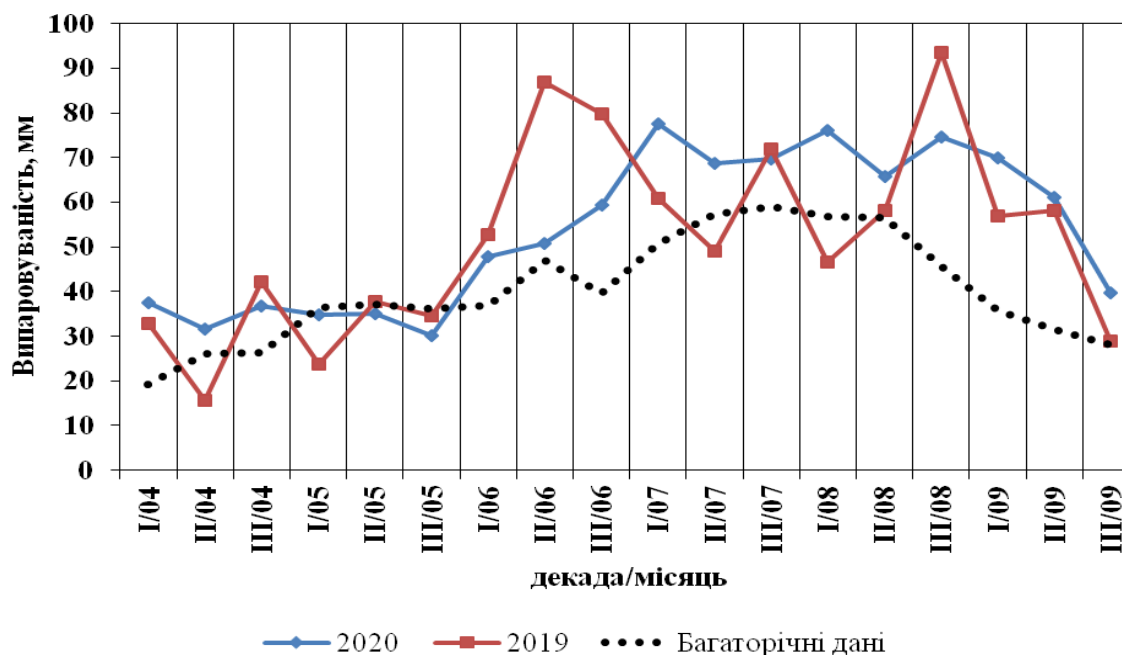


Рисунок 3 – Динаміка показника випаровуваності ґрунту, 2019-2020 р.

Відомо, що режим вологості ґрунту, який відповідає оптимальному стану плодових культур, визначається в першу чергу величиною сумарного випаровування (випаровування з ґрунту та транспірація). Сумарне випаровування вологи (E) є основним елементом водного балансу активного

шару ґрунту зрошуваного поля. В польових дослідженнях E визначають методом водного балансу, а при плануванні режимів зрошення розраховують за допомогою моделей зв'язку швидкості випаровування з метеорологічними показниками, які фіксуються мережею метеостанцій.

У наших дослідженнях для встановлення ресурсозберігаючого режиму зрошення порівнювалася величина фактичного сумарного водоспоживання, яка визначалася за традиційним рівнянням водного балансу, з розрахунковою випаровуваністю на основі метеорологічних факторів за формулою М.М. Іванова (E_0).

Величина фактичного сумарного водоспоживання визначалася термостатно-ваговим методом і розраховувалася за рівнянням водного балансу.

Найбільший показник сумарного водоспоживання дерев черешні відмічено на варіанті з призначенням поливів розрахунковим способом при 100% ET_0 – 3736–3863 м³/га. Наближеними параметрами сумарного водоспоживання відзначено варіанти з призначенням поливів за 70% НВ в шарі 0,6 м та за поливів при 75% ET_0 , різниця між якими становить менше 1%. Найменша величина сумарного водоспоживання встановлена на контрольному варіанті з найнижчим показником у 2020 р. – 2807 м³/га (табл. 3).

Таблиця 3 – Сумарне водоспоживання дерев черешні залежно від способу визначення, м³/га

Варіанти дослідів	Опади		Запаси ґрунтової вологи		Норма зрошення		Сумарне водоспоживання	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Контроль	2704	2328	455	479	-	-	3159	2807
70% НВ (0,4 м)			475	281	416,9	507,6	3596	3117
70% НВ (0,6 м)			358	418	519,3	592,4	3581	3338
70% НВ (0,8 м)			333	585	618,4	803,9	3655	3717
100% ET_0			324	571	834,9	836,6	3863	3736
75% ET_0			316	410	563,2	627,6	3583	3366
50% ET_0			482	272	408,1	418,3	3594	3018

У наших дослідженнях для встановлення ресурсозберігаючого режиму зрошення порівнювалася величина фактичного сумарного водоспоживання, яка визначалася за рівнянням водного балансу, з розрахунковою випаровуваністю на основі метеорологічних факторів за формулою М.М. Іванова (E_0). Крім того, з метою контролю водного режиму ґрунту та вибору оптимального режиму

зволоження за розрахункового способу призначення поливів здійснювали ще й систематичний відбір ґрунтових зразків для визначення вологості ґрунту.

Установлено, що компенсація евапотранспірації на рівні 75% ET_0 обумовлює підтримання вологості ґрунту в шарі 0,6 м не нижче 67–70% НВ. Відхилення поливних норм між цим варіантом та за РПВГ 70% НВ (0,6 м) не перевищують 6 %.

Між фактичною витратою води за РПВГ 70% НВ та показниками розрахункової випаровуваності за 75% ET_0 , встановлена тісна кореляційна залежність при $r^2=0,92$. На інших розрахункових варіантах відмічено недотримання запланованого рівня вологості ґрунту у 0,6 м шарі, яке було у бік збільшення – при 100 % ET_0 або у бік зменшення – при 50% ET_0 (рисунок 4).

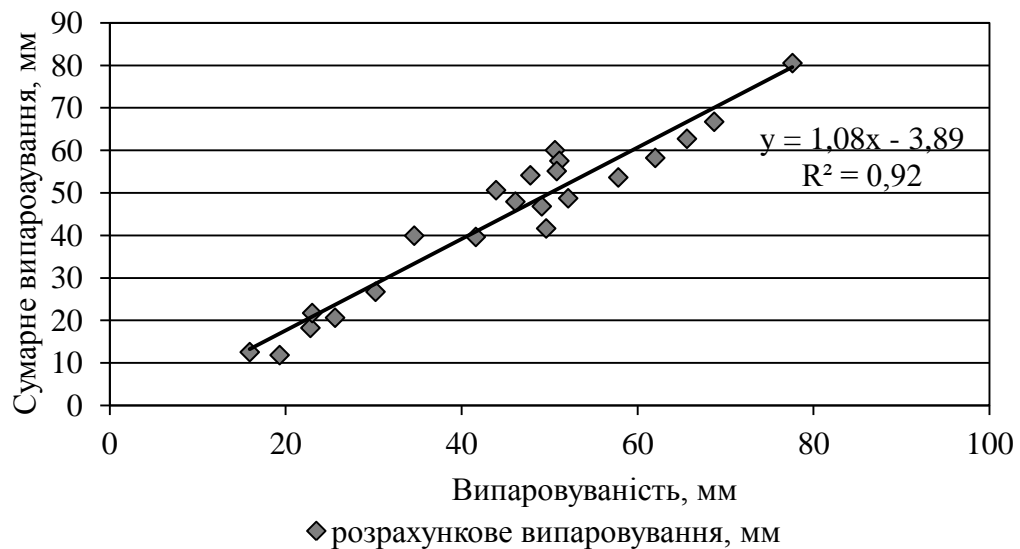


Рисунок 4 – Залежність сумарного водоспоживання (на прикладі РПВГ 70 % НВ) від випаровуваності, визначеної розрахунковим методом (2019-2020 рр.)

Аналогічні закономірності щодо вологості ґрунту виявлено за підтримання РПВГ 70 % НВ у шарі 0,4 м та за 50% ET_0 , а поливний режим на цих варіантах виявився майже ідентичним (см. табл. 3.1). Водночас, за показниками фізіолого-біохімічних та продукційних процесів молодих дерев черешні, які описано нижче, цей варіант значно поступався іншим. Це може свідчити про те, що підтримання РПВГ 70 % НВ лише у шарі 0,4 м не відповідає біологічним вимогам культури черешні, яка незважаючи на застосування елементів інтенсивної технології вирощування є досить сильнорослою.

4. Модель поливного режиму в насадженнях черешні за моніторингом агрокліматичних показників

Для управління поливним режимом чорнозему південного легкосуглинкового в насадженнях черешні, пропонується алгоритм визначення строків і норм поливів з використанням моніторингу агрокліматичних показників (середньодобової температури та відносної вологості повітря, кількості опадів) та розрахунком потенційної евапотранспірації (E_0)

Поливний період в насадженнях черешні починається при зниженні рівня передполивної вологості кореневмісного шару легкосуглинкового ґрунту (0,6 м) до 70% НВ за термостатно-ваговим методом або з використанням приладів по визначенню вмісту вологи в ґрунті.

Призначення строків чергових поливів відбувається в залежності від величини евапотранспірації (E_0) обчисленої за формулою М.М. Іванова:

$$E_0 = 0,0018(t + 25)^2(100 - r)$$

де E_0 – випаровуваність, мм;

t – середньодобова температура повітря, °С;

r – середньодобова відносна вологість повітря, %.

У результаті досліджень доведено, що в умовах півдня України у насадженнях черешні доцільно проведення поливів за 75 % компенсації евапотранспірації або використання емпіричного коефіцієнту 0,75. Поливний режим за 50 % E_0 не відповідає біологічним вимогам черешні. Застосування 100 % E_0 зумовлює значне зростання витрат поливної води за відсутності агрономічних переваг порівняно до 75 % E_0 .

І. Алгоритм визначення строку поливу

1. Для легкосуглинкового ґрунту зниження рівня передполивної вологості до 70% НВ в шарі 0,6 м обумовлюється величиною середньодобової випаровуваності у міжполивний період тобто від закінчення до початку чергового поливу (табл. 4).

Згідно даних таблиці 1, необхідність проведення чергового поливу у насадженнях черешні виникає у разі, якщо показник E_0 за відповідний період перевищує наведені дані за умови відсутності опадів. У випадку опадів у розрахунковий період строк чергових поливів відтермінується.

Таблиця 4 – Тривалість міжполивного періоду залежно від показника середньодобової випаровуваності, мм

Показник	Середньодобова випаровуваність (ET ₀), мм						
	2	3	4	5	6	7	9
Міжполивний період, доба	15	10	8	7	6	5	4

Приклад. Якщо впродовж розрахункового періоду середньодобова випаровуваність, визначена за формулою М.М. Іванова, складає 9 мм, то черговий полив потрібен на четвертий день після закінчення попереднього поливу, якщо 6 мм – на 6 день і т.д.

II. Алгоритм визначення норми поливу

Норму поливу (m) визначають за сумою розрахункової випаровуваності за міжполивний період з врахуванням суми опадів за цей же період та обчислюється за формулою:

$$m = 0,75(\sum E_0 - \sum O)10k_{зв}$$

де m – норма поливу, м³/га;

0,75 – емпіричний коефіцієнт;

$\sum E$ – сумарна випаровуваність за розрахунковий період, мм;

$\sum O$ – сума опадів за розрахунковий період, мм;

k – коефіцієнт площі зволоження ґрунту при краплинному зрошенні;

Приклад. Полив закінчено 8 червня 2020 р., прогнозована дата наступного поливу розраховується з 9 червня. Згідно даних табл. 1 необхідність наступного поливу виникає 16 червня 2020 р., адже за період з 9.06 по 15.06 величина сумарної випаровуваності склала 43,3 мм, а кількість опадів за цей час – 2,7 мм, різниця між цими показниками становить 40,6 мм. Враховуючі емпіричний коефіцієнт для черешні (0,75) ET₀ дорівнює 30,5 мм, що вказує на зниження вологості 0,6 м кореневмісного шару до 70% НВ. Розрахунок норми поливу за таких показників має вигляд:

$$m = 0,75(43,3 - 2,7)10 \cdot 0,17 = 51,8 \text{ м}^3 / \text{га}$$

Наступні поливи призначають через певні проміжки часу (міжполивний період) залежно від кількості опадів, які випадають за цей період.

Тривалість поливу визначається за формулою:

$$t = \frac{m}{g}$$

де t – тривалість поливу, год.;

m – норма поливу, м³/га;

g – сумарна витрата водовипусків на 1 га, л/год.

Для визначення потенційної евапотранспірації (ET_0) розрахунковим методом для прогнозування поливного режиму інтенсивних насаджень черешні, доцільно використовувати такі агрометеорологічні показники: випаровуваність, кількість опадів, середньодобові температуру $^{\circ}C$ та відносну вологість повітря r та за певний проміжок часу. Призначення поливів за розрахунковим методом при 75 % ET_0 дозволяє підтримувати вологість 0,6 м кореневмісного шару ґрунту в насадженнях черешні на рівні 70% НВ та рекомендується, як рівнозначний з поливами за термостатно-ваговим методом для насаджень черешні Південного Степу України на рівнинних територіях, де поправками на поверхневий стік можна знехтувати.

Для оперативного планування поливного режиму отримані дані додано до аналітичної бази програмного забезпечення для виконання технологічних операцій за допомогою програмної оболонки Delphi 2009, яке дозволяє автоматизувати процес визначення норми поливу, його тривалості, а також тривалості міжполивного періоду за метеорологічними даними відповідного періоду, залежно від параметрів поливної системи, типу ґрунту, глибини зволоження, врожайності насадження (рис. 5).

Режим полива

Кoeffициент урожайности: Средний урожай персика

коэффициент увлажнения: 0,13

расстояние между рядами, м: 5

расстояние между соседними водовыпусками, м: 4

расход с одного водовыпуска, л/ч: 40

Период выборки данных до начала полива

начало периода: 01.07.2013

конец периода: 10.07.2013

расчет межполивного периода

Выполнять

Тип почвы: тяжелосуглинистые

глубина увлажнения: 0,6

Получить рекомендацию

Значения среднесуточных температур и влажности

	Относительная влажность воздуха, %	Осадки, мм
04.07.2013	56	0
05.07.2013	49	0
06.07.2013	46	0
07.07.2013	39	0
08.07.2013	38	0
09.07.2013	48	0
10.07.2013	54	0

Рекомендация

Норма полива: 86,852 м³/га

Продолжительность полива: 4,3426 час

Межполивной период: 9дней

Рисунок 5 – Робоче вікно програмного забезпечення для визначення поливного режиму

Програмним забезпеченням передбачено поля вводу коефіцієнта зволоження, відстані між рядами та суміжними водовипусками, витрат з одного водовипуску та глибини зволоження. Вводять дані про дати початку та кінця контрольного періоду, середньодобові показники температури й відносної вологості повітря та опадів згідно з датами. Дані коефіцієнтів урожайності, щільності насаджень, культури та ґрунту є полями вибору. Для визначення коефіцієнта врожайності передбачено такі значення: без урожаю, середній урожай; висока врожайність; для типів ґрунту: важкосуглинкові, середньо-суглинкові, легкосуглинкові, піщані, супіщані.

5. Формування контуру зволоження ґрунту за краплинного зрошення черешні для вибору оптимальних параметрів зрошення

Однією з актуальних завдань підвищення якості крапельного поливу, що забезпечує формування сприятливих для зростання і розвитку корневих систем рослин зон штучного зволоженого ґрунту при максимальному ресурсозбереженні, є задача щодо визначення геометричних параметрів та форми локальних контурів зволоження, які формуються у під крапельному ґрунтовому просторі.

На сьогодні відсутня єдина думка, особливо для посушливої зони Південного Степу, щодо того, яка частина площі і відповідно об'єму ґрунту, що відведена багаторічним насадженням, повинна бути зволожена.

Оскільки питання про розподіл вологи в ґрунті має велике значення, нами вивчалися контури зволоження ґрунту при краплинному зрошенні на процес розподілу вологи в ґрунті після поливів.

З метою визначення характеру розподілу вологості ґрунту за краплинного зрошення черешні у 2020 році проведено визначення форми контуру зволоження ґрунту з певним інтервалом часу після, а саме: одразу після поливу, через 0,5 діб (12 год.), 1добу та 3 доби.

Установлено, що в умовах чорнозему південного легкосуглинкового ґрунту за 15 год. поливу нормою зрошення $58 \text{ м}^3/\text{га}$ глибина зволоження склала 0,93 м, а діаметр 0,74 м. Моментом формування максимальної зони зволоження є період через 12 год. після поливу за рахунок гравітаційного руху вологи у нижні шари ґрунту (табл. 5). Через 3 доби після поливу відбувається значне зменшення всіх параметрів контуру зволоження у вертикальному і горизонтальному положеннях.

За розташування крапельниць через кожні 3 метри та заданому режимі зволоження, змикання контури зволоження не відбувається, а максимальна

площа зволоження склала лише 9,4 % від максимальної площі відведеної для одного дерева (площі живлення рослин).

Таблиця 5 – Динаміка формування та параметри зони зволоження чорнозему південного легкосуглинкового за передполивної вологості 70 % НВ у шарі 0,6 м

Час після поливу, діб	Параметри контуру зволоження, м									
	Висота, h	Ширина на поверхні, d	K _{эф.} h/d	S, м ²	W, м ³	Ширина на глибині, l				
						0,2 м	0,4 м	0,6 м	0,8 м	1 м
0	0,93	0,74	1,26	1,08	0,27	0,58	0,45	0,32	0,22	-
0,5	1,06	0,85	1,24	1,42	0,41	0,81	0,75	0,68	0,52	0,25
1	1,04	0,81	1,28	1,32	0,37	0,83	0,77	0,68	0,53	0,19
3	0,67	0,55	1,22	0,58	0,11	0,81	0,45	0,20	-	-

Примітка. Норма зрошення 58 м³/га, тривалість – 15 год.

Схема поперечних розрізів зон зволоження легкосуглинкового ґрунту за краплинного зрошення черешні наведено на рисунку 6. У процесі поливу при витраті крапельницею 5,5 л/год. сформувався контур зволоження геометрично наближений до напівеліпсу.

На основі вивчення характеру висушування ґрунту після поливу визначено, що найбільш використовується волога з верхнього 0-60 см шару, що пов'язано як з зосередженням тут кореневої системи, так і активним випаровуванням з верхнього шару ґрунту.

Коли сад ще не перейшов у фазу повного плодоношення, то коренева система зосереджена у 0,6-0,8 м шарі з початком розповсюдження упродовж крапельної стрічки. Але у садів, що перейшли до повного плодоношення для найкращого зволоження слід поставити задачу забезпечення збільшення зони зволоження ґрунту у межах розповсюдження основної маси кореневої системи. Виходячи з параметрів контуру зволоження, динаміки його формування в умовах легкосуглинкового ґрунту рекомендовано додаткові крапельниці на відстані 0,5-0,8 м з двох сторін стовбура дерева.

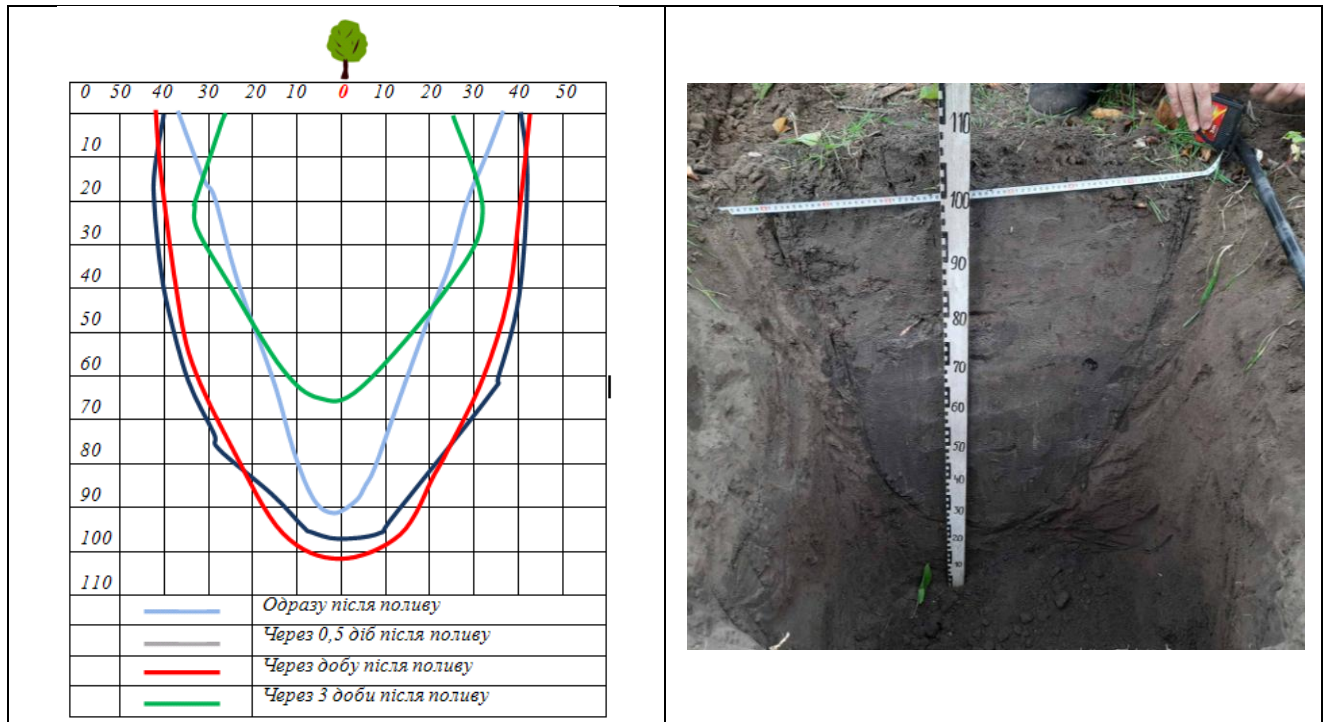


Рисунок 6 – Динаміка фактичного контуру зони зволоження за КЗ легкосуглинкового ґрунту у насадженнях черешні за РПВГ 70 % НВ за розрахункового шару 0,6 м

Отже, зважаючи на динаміку формування та площу контуру зволоження ґрунту, а також особливості ростових процесів черешні, рекомендовано встановлення не менше двох крапельниць на відстані 0,5-0,8 м з двох сторін стовбура дерева для формування більшої площі зволоження.

6. Мульчування як ефективний засіб регулювання водного режиму чорнозему південного легкосуглинкового

Крім того в жорстких гідротермічних південного регіону для запобігання перегріву ґрунту в посушливі періоди виникає необхідність пошуку додаткових шляхів, направлених на збереження вологи в ґрунті при максимальному утриманні та ефективному використанні води. Рішенням цього питання може бути застосування мульчування для запобігання перегріву та висушування ґрунту у жаркий період.

У цілому у системі вологонакопичення і боротьбі з посухами у Південному Степу включно важливу роль відіграє відмова від традиційного парового утримання ґрунту в садах. Незважаючи на те, що саме парова система є традиційною в садах південного регіону, за неї значно посилюються процеси мінералізації органічної речовини і навіть змінюється інтенсивність

процесів гумусоутворення, гумусонакопичення і перерозподілу органічної речовини у ґрунтовому профілі, що разом із тривалим зрошенням негативно впливає на стан чорноземних ґрунтів півдня України. Це потребує постійного контролю та розробки заходів щодо покращення агрохімічних властивостей ґрунтів та зменшення негативних явищ. Як відомо, одним із найпоширеніших синтетичних матеріалів, що забезпечує позитивний ефект у вирощуванні рослин, є плівка поліетиленова чорна, яка окрім зменшення кількості бур'янів, обумовлює зниження випаровування вологи, зниження вивітрювання добрив та зменшення ущільнення ґрунту. Як органічну мульчу у садах використовують листя, газонні вирізки без пестицидів, свіжу тирсу, деревну стружку, хвою, компост, сіно та подрібнену соломку.

Визначено, що останніми роками найвищий ступінь висушування ґрунту у регіоні відмічено за природного зволоження та традиційного утримання ґрунту в садах під чорним паром не у липні-вересні, а раніше майже на місяць. У 2019-2020 рр. вже у червні зниження вологозапасів за місяць знижується до 36-50 % НВ залежно від особливостей погодних умов року (рисунок 7).

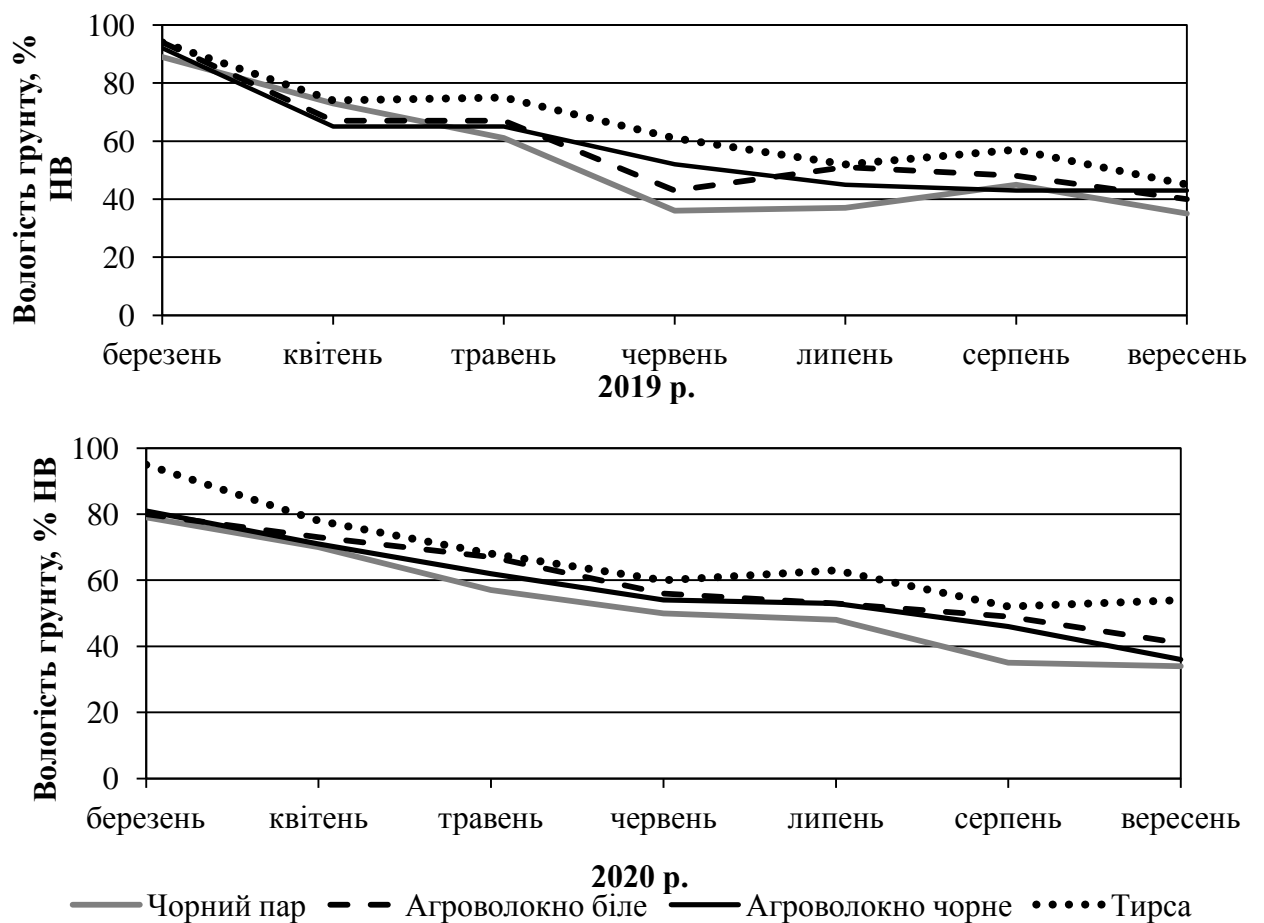


Рисунок 7 – Динаміка вологості ґрунту у шарі 0-60 см за різних систем його утримання (природне зволоження)

Не викликав сумнівів, що такий дефіцит необхідно компенсувати зрошенням. Зважаючи на жорсткі гідротермічні умови років досліджень вважаємо за доцільне показати максимальне зниження вологості повітря. Як показують дані рисунку 8 в окремі періоду червня – серпня вологість ґрунту досягає критичних значень, які значно нижчі показника вологості в'янення і в окремі періоди становлять 30-32 % НВ.

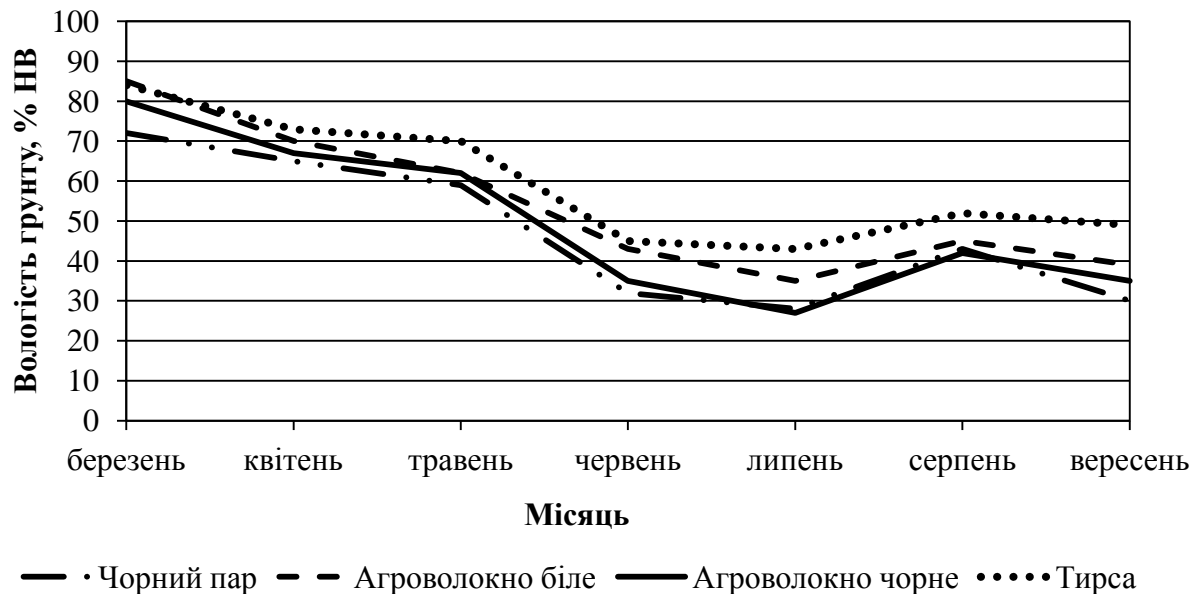


Рисунок 8 – Динаміка мінімальних значень вологості ґрунту у шарі 0-60 см за природного зволоження

Отже, використання мульчуючих матеріалів порівняно з чорним паром, сприяло збереженню вологи у ґрунті за природного зволоження. Проте, слід зазначити, що у 2019-2020 рр. вже у кінці червня-середині липня при мульчуванні ґрунту тирсою та білим агроволокном без зрошення вологість у шарі 0,6 м знижувалася в окремі періоди до 38–51 % НВ. До речі, за умов чорного пару у цей період вміст вологи вже знижувався до 30-35 % НВ. Однак, у подальшому мульчування цими матеріалами сприяли оптимізації водного режиму ґрунту на незрошуваних ділянках за рахунок збереження вологи опадів. Отже, мульчування рядів черешні тирсою та білим агроволокном хоч і не дозволило зовсім уникнути дефіциту вологи у ґрунті, проте обумовило скорочення тривалості періодів гострої нестачі вологи. Переваг чорного агроволокна за показниками вологості не виявлено.

Щодо впливу систем утримання ґрунту в насадженнях за краплинного зрошення за РПВГ 70 % НВ слід зазначити, що мульчування тирсою, чорним і білим агроволокном обумовило збереження вологи опадів порівняно з чорним

паром, а необхідність поливу виникла лише у II декаді червня по обох роках досліджень.

У цілому, найменшу норму зрошення у середньому за 2019-2020 рр. обумовило використання для мульчування пристовбурних смуг тирси неплодових дерев – 357 м³/га, що на 36 % менше відносно чорного пару та на 25% і 29% - білого та чорного агроволокна відповідно (табл. 6). Крім того, її застосування забезпечило збільшення міжполивного періоду до 28 днів.

Таблиця 6 – Елементи режимів зрошення насаджень черешні залежно від глибини розрахункового шару ґрунту та способу призначення поливу

Варіант досліджу	Кількість поливів		Середня норма поливу, м ³ /га			Міжполивний період, дні			Норма зрошення, м ³ /га		
	2019	2020	2019	2020	сер.	2019	2020	сер.	2019	2020	сер.
Чорний пар	9	10	57,7	59,2	58,4	7-20	7-23	7-22	519,3	592,4	556
АВ біле	7	9	58,3	60,8	59,6	7-25	7-24	7-24	408,1	547,4	478
АВ чорне	8	9	56,1	62,4	59,3	7-20	7-23	7-22	448,8	562,3	506
Тирса	6	6	59,5	59,6	59,6	7-25	7-28	7-27	357,0	357,7	357

Тобто, доведено доцільність використання даного матеріалу для покращення водного режиму ґрунту в посушливі періоди вегетації дерев черешні за економії поливної води та інших ресурсів.



Рисунок 9 – Мульчування пристовбурних смуг черешні: А – білим агроволокном, Б – чорним агроволокном, В – тирсою неплодових дерев

7. Оптимізація температурного режиму ґрунту за краплинного зрошення при різних системах утримання ґрунту

Для більш детального вивчення впливу системи зрошення та системи утримання ґрунту в рядах дерев черешні на показники гідротермічного режиму ґрунту як визначальних факторів величини випаровуваності вологи, окрім вологості проаналізовано динаміку температури на поверхні ґрунту у найбільш спекотні місяці вегетаційного періоду.

Щодо впливу системи утримання ґрунту в садах на його термічний режим, зокрема у найбільш спекотний період, слід зазначити, що мульчування тирсою обумовило найнижчі показники температури ґрунту. Найвищу температуру у 2019 році в умовах чорного пару за природного зволоження зафіксовано у I та III декадах липня – 66,1–66,2 °С. У 2020 році вже у III декаді червня температура досягла рекордних значень - 70,5°С. Водночас, максимальна температура під тирсою була значно нижчою порівняно до чорного пару (на 11–20 °С на поверхні ґрунту, 0,5–4,3°С – на глибині 10 см).

Щодо агроволокна слід зазначити, що в окремі періоди температура під чорним ароволокном була навіть вищою за чорний пар на 0,5–3,3 °С (табл. 7). Застосування білого агроволокна мало перевагу за даним показником над аналогічним матеріалом чорного кольору: за природних умов зволоження температура під білим агроволокном була на 13-32 % менше відносно чорного.

Таблиця 7 – Показники термічного режиму ґрунту за різних систем утримання ґрунту та зрошення, на прикладі 2020 р.

Система утримання ґрунту (фактор А)	Максимальна температура на поверхні ґрунту, °С								
	червень			липень			серпень		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Природне зволоження (фактор Б)									
Чорний пар	65,1	68,4	70,5	68,5	65,2	63,8	65,0	65,4	65,5
АВ чорне	63,8	68,9	71,6	69,7	66,3	62,2	68,3	67,5	68,2
АВ біле	55,4	56,6	60,3	56,8	52,4	47,5	50,8	50,9	46,4
Тирса	48,9	52,3	58,9	56,2	50,3	45,4	46,4	47,4	45,5
РПВГ 70 % НВ (фактор Б)									
Чорний пар	48,9	50,3	47,4	46,7	43,9	44,7	42,6	39,8	40,2
АВ чорне	49,6	51,2	43,9	40,5	42,6	46,8	43,8	40,9	38,6
АВ біле	40,1	47,4	38,5	37,4	36,3	35,9	39,7	38,4	36,7
Тирса	38,9	36,5	39,0	38,3	34,5	36,1	40,8	37,2	38,0

Примітка. I, II, III – номер декади відповідного місяця

Слід відмітити, що зрошення також виступає вагомим фактором зниження температури на поверхні ґрунту. Проте, різниця між системами утримання ґрунту в зрошуваних умовах дещо менша, але все ж таки за переваги тирси та білого агроволокна. Зважаючи на те, що даний показник є визначальним фактором випаровування вологи з ґрунту, його зменшення є важливою умовою зменшення витрат зрошувальної води та оптимізації стану ґрунтів регіону.

Зважаючи на те, що в умовах Півдня України спостерігається дуже напружений термічний режим ґрунту, особливо за парового його утримання, та той факт, що він обумовлює не лише ріст і розвиток кореневої системи та мікробіоти ґрунту, а й трансформацію та інтенсивність багатьох ґрунтових процесів, застосування краплинного зрошення та мульчування є доцільним для оптимізації ґрунтових процесів та економії води. Крім того застосування тирси, тобто природного матеріалу, обумовлювало деяке зменшення добових коливань температури ґрунту, та підвищення відносної вологості повітря у приґрунтовому шарі на 5-15 % протягом 2-3 діб після поливу. Ці фактори, безперечно, обумовлюють покращення мікроклімату у плодових насадженнях, а також оптимізацію процесів поглинання рослинами елементів живлення і, в цілому, інтенсифікації життєво важливих функцій черешні.

8. Фертигація як важливий елемент технології краплинного зрошення насаджень черешні

Для покращення умов живлення молодих інтенсивних насаджень черешні та підвищення ефективності застосування добрив рекомендується проведення фертигації, що передбачає внесення легкорозчинних добрив локально у пристовбурні смуги (зона розташування основної маси коріння) разом з поливною водою у найбільш відповідальні періоди розвитку плодових дерев. При проведенні фертигації вносяться невеликі дози добрив під час поливу.

Для проведення удобрювальних поливів у зрошувальну мережу вводиться концентрований маточний розчин добрив (рис. 10) за рахунок перепаду тиску (бак для добрив), всмоктування під від'ємним тиском (трубка Вентурі), закачки насосами (гідравлічні інжектори тощо).

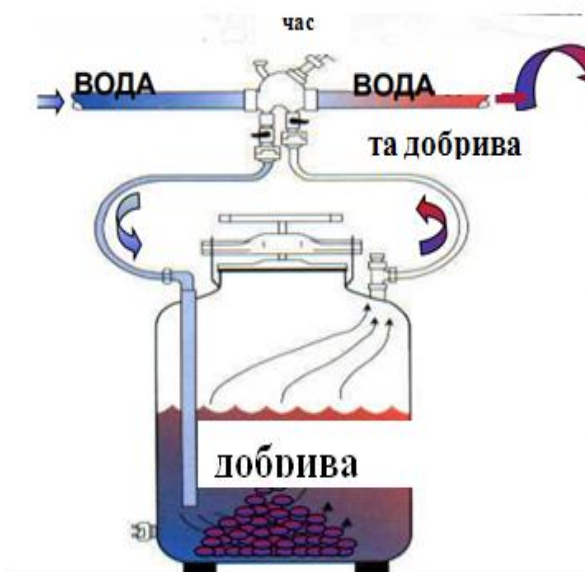


Рисунок 10 – Схема роботи гідропідживлювача

У наших дослідях ми застосовували мобільний гідропідживлювач та краплинний гідропідживлювач конструкції вчених станції (патент №28982).



Рисунок 11 – Гідропідживлювачі конструкції вчених МДСС імені М.Ф. Сидоренко ІС НААН

У інтенсивних насадженнях черешні рекомендовано проведення мінімум 4-разової фертигації мінеральними добривами до липня дозою $N_{15}P_{15}K_{15}$ у вигляді аміачної селітри, монокалійфосфату та калію сірчанокислого. Проте дозу внесення НРК бажано щорічно уточнювати за результатами рослинно-грунтової діагностики.

Добрива рекомендовано застосовувати у найбільш критичні фази розвитку дерев:

- за 1–2 тижня до цвітіння (у фазу відокремлення бутонів);
- після опадання пелюсток (період формування листової поверхні);
- після фізіологічного опадання зав'язі (активний вегетативний ріст);
- на початку закладання плодкових бруньок (закінчення вегетативного росту).

Фертигація в найбільш відповідальні фази розвитку плодового дерева порівняно з поверхневим внесенням характеризується більш рівномірним розподілом елементів живлення як упродовж вегетації черешні, так і по профілю ґрунтувмісту N–NO₃ упродовж активної вегетації черешні.

Водночас, незважаючи на всі переваги фертигації, є певні обмеження та особливості її проведення.

Так, для приготування розчинів для фертигації слід точно знати хімічний склад добрив, що використовуються, інакше розрахунок складу розчину може бути помилковим. У таблиці 8 наведено вміст діючої речовини елементів, що входять до складу добрив (ці дані можуть дещо відрізнятися у різних виробників, тому слід їх уточнювати).

Таблиця 8. – Хімічний склад та вміст діючої речовини найпоширеніших добрив для фертигації

Назва добрив	Хімічний склад	Вміст діючої речовини
Аміачна селітра (нітрат амонію)	NH ₄ NO ₃	N 33,5%
Карбамід (сечовина)	CO(NH ₂) ₂	N 46 %
Сульфат амонію	(NH ₄) ₂ SO ₄	N 21 %
Кальцієва селітра (нітрат кальцію)	Ca(NO ₃) ₂	N 17 %, Ca 19 %
Калієва селітра (нітрат калію)	KNO ₃	N 13 %, K 38 %
Хлористий калій	KCl	K 45-52 %
Сульфат калію	K ₂ SO ₄	K 40-42 %
Сульфат магнію	MgSO ₄ ·7H ₂ O	Mg 8 %
Монофосфат калію	KH ₂ PO ₄	P 22 %, K 27 %
Фосфорна кислота	H ₃ PO ₄	P 32 %
Амофос	NH ₄ H ₂ PO ₄	N 12 %, P 18-23 %
Калімагnezія (сульфат калію-магнію)	K ₂ SO ₄ ·MgSO ₄	K 20-22 %, Mg 7-11 %
Нітроамофоска	-	N 16%, P 16 %, K 16 %
Діамофоска (ДАФК)	-	N 4-10%, P19-26 %, K 20-29 %

Безперечно, ще одним важливим питанням якості добрив є розчинність. Найбільш актуальним цей показник є для добрив, що використовуються для позакореневого внесення (листяне підживлення) та удобрювальних поливів (фертигації). У таблиці 9 наведено розчинність основних видів мінеральних добрив.

Таблиця 9. – Розчинність основних видів мінеральних добрив у воді за різних її температур, г/л

Види добрив	Розчинність, г/л води		
	10 °С	20 °С	30 °С
Аміачна селітра	610	660	710
Карбамід	450	510	570
Сульфат амонію	290	370	460
Кальцієва селітра	950	1200	1500
Калієва селітра	210	310	450
Сульфат калію	80	100	110
Сульфат магнію	620	710	810
Монофосфат калію	180	230	290
Комплексні добрива (усереднені дані)	180	275	295

Ще одним важливим питанням вибору добрив для фертигації є їх сумісність, тобто придатність добрив до сумісного застосування у сумішах чи розчинах. Причин несумісності досить багаті серед основних – це особливості середовища, яке створюється внаслідок змішування. Наведемо приклад, при змішуванні аміачних добрив з будь якими лужними добривами, можуть значно посилюватись невиробничі втрати азоту через випаровування унаслідок переходу азоту у газоподібну форму. Аналогічні наслідки відбуваються і при змішуванні натрієвої і калійної селітри з добривами, що містить багато вільної фосфорної кислоти. В такому випадку ефективність добрив буде значно нижчою, і тут не до чого його якість, причина – лише не правильне використання. Інший приклад – змішування суперфосфату з добривами, що мають лужну реакцію середовища, зумовлює значне зниження доступності цього елементу для рослин, наслідок такий самий – зниження ефективності або взагалі відсутність ефекту і... «пошук винних».

Окрім зниження ефективності добрив та недоотримання урожаю, неправильне змішування добрив може призвести до незворотних хімічних реакцій, що матимуть негативний вплив як на ґрунти, так і рослини.

Особливою актуальності питання змішування різних видів добрив набуває при приготуванні маточних розчинів для фертигації. Поєднання видів добрив, які відносяться до взаємонедопустимих, зумовлює зниження ефективності добрив унаслідок втрати поживних речовин, переходу їх у важкодоступні для рослин форми, утворення нерозчинного осаду, корозії елементів системи зрошення (табл. 10).

Таблиця 10 – Сумісність добрив у маточному розчині (за Монтагу, 1997)

Добриво	N _c	N _{aa}	N _a	N _{скц}	N _{ск}	МФК	МАФ	КД
Сечовина N _c	-	З	З	З	З	З	З	З
Аміачна селітра N _{aa}	З	-	З	З	З	З	З	З
Сульфат амонію N _a	З	З	-	УЗ	УЗ	З	З	З
Кальцієва селітра N _{скц}	З	З	УЗ	-	З	НЗ	НЗ	НЗ
Калієва селітра N _{ск}	З	З	УЗ	З	-	З	З	З
Монофосфат калію МФК	З	З	З	НЗ	З	-	З	З
Моноамоній фосфат МАФ	З	З	З	НЗ	З	З	-	З
Комплексні добрива для фертигації КД	З	З	З	НЗ	З	З	З	-

Примітка. З – змішувані, УЗ – умовно змішувані, НЗ – не змішувані

Згідно положенню щодо сумісності добрив, прийнятому Європейською асоціацією виробників добрив (European Fertilizer Manufacturers' Association – EFMA) до небажаних ефектів при змішуванні деяких добрив відносяться хімічні реакції, а також фізичні ефекти (липкість, підвищення схильності до спікання, тощо). Оцінка ж доцільності поєднання добрив базується на принципах безпеки (наприклад, хімічна реакція зумовлює викид токсичних газів), виробничих проблемах (наприклад, утворення небажаної рідини, липкість, корозія унаслідок наявності вільних кислот у добривах) та / або якісних аспектах (наприклад, висока схильність до спікання). За цим принципом побудована таблиця сумісності різних добрив (рис. 12).

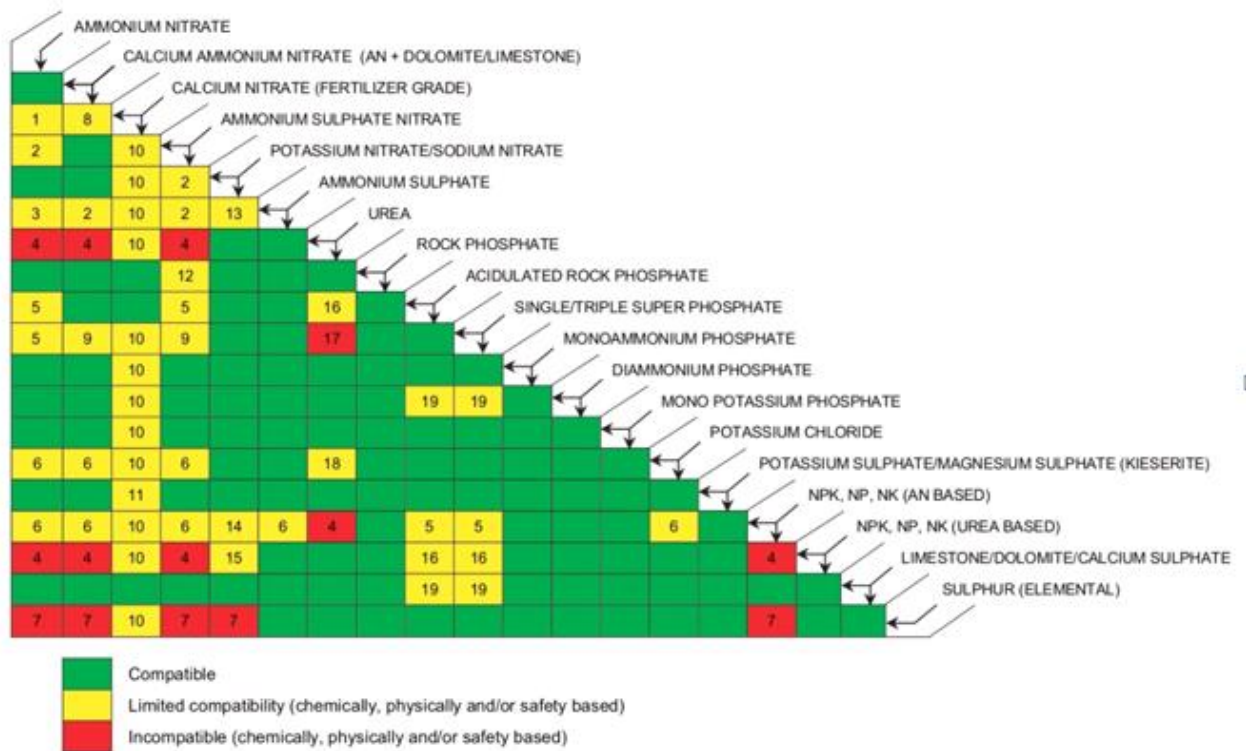


Рисунок 12 – Сумісність різних добрив (за даними Guidance for the Compatibility of Fertilizer Blending Materials)

Також доведено, що оптимальною системою удобрення для підтримання оптимального рівня поживних речовин у ґрунті та оптимізації процесів гумусоутворення є орґано-мінеральна система, зокрема з використанням гумінових препаратів, внесених способом фертигації (табл. 11).

Таблиця 11 – Вміст орґанічної речовини у ґрунті за різних систем удобрення

Система удобрення	Вміст орґанічної речовини, %	
	Гумус	Рухомі (лабільні) орґанічні речовини
1.Контроль	1,44	0,07
2. Орґанічна система удобрення (ґній 20 т/га, N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀)	1,85	0,09
3. Мінеральна система удобрення (N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀)	1,46	0,14
4. Орґано-мінеральна система удобрення (ґній 10 т/га + N ₄₀ P ₃₀ K ₅₀).	1,56	0,10
5. Ресурсозберігаюча система удобрення (ґній 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₂₅ + Лігногумат 1 л/га).	1,55	0,07

У такій ресурсозберігаючій системі окрім агрохімічних переваг, доведено економічну доцільність її застосування, коли поряд із покращенням гумусового стану ґрунту є значна економія органічних і мінеральних добрив на 50 %. Водночас, доведено, що утримання ґрунту під чорним паром у поєднанні з мінеральною системою удобрення має негативний вплив на спрямованість процесів мінералізації – гуміфікації органічних речовин у ґрунті.

9. Вплив елементів краплинного зрошення на загальний стан та урожайність насаджень черешні

У комплексі чинників, які визначають шляхи вирішення питань щодо збільшення виробництва продовольства, зокрема підвищення врожайності плодкових культур, провідним в умовах посушливого клімату Південного Степу є застосування зрошення та раціональної системи живлення. Одночасно вимогою сучасних систем оптимізації продуктивності культур є недопущення її максимальних параметрів з метою отримання не найвищих, а стабільних урожаїв, а також збереження родючості ґрунтів.

Як показали наші дослідження за період досліджень дерева черешні краще розвивалися на зрошуваних варіантах відносно контрольного варіанту (природне зволоження). Порівнюючи дисперсійний аналіз даних за факторами «умови року», «система утримання ґрунту» та «удобрення», а також «умови року», «система утримання ґрунту» та «зрошення», бачимо, що основний чинник активізації вегетативного росту черешні є зрошення, частка впливу якого досягала 33-48 %. Система утримання ґрунту визначала даний показник на 18,2-21,8 %, поєднання цих факторів визначає ріст дерев – на 10,3-17,2 %. Інші фактори та їх взаємодія мали переважно істотний вплив, проте менш вагомий.

Оцінка впливу досліджуваних факторів на інтенсивність ростових процесів дерев черешні може бути здійснена також за показником сумарної довжини однорічних пагонів, яка відображає активність точок росту вегетативних органів. У цілому тут отримано аналогічну тенденцію. Дерев контрольних варіантів, що не передбачали зрошення, мали у середньому за 2 роки досліджень низьку активність вегетативних процесів

Щодо порівняння різних систем утримання ґрунту за природного зволоження та зрошення слід зазначити, що суттєвому покращенню вегетативного росту дерев без зрошення сприяло використання тирси як матеріалу для мульчування пристовбурних смуг. Стосовно сумісного впливу зрошення і мульчування слід зазначити, що в основному достовірна різниця була між контролем (без зрошення) та досліджуваними варіантами, між видами

мульчі істотне збільшення сумарного приросту спостерігалось в окремих випадках. Аналогічну тенденцію відмічено і за застосування удобрення.

Ростові процеси плодкових культур є однією з найважливіших сторін їх життєдіяльності. Як відомо, ріст тісно пов'язаний з диханням, фотосинтезом, ферментативною активністю та визначається біологічними особливостями рослин і зовнішніми умовами. Відомо, що плодіві дерева реагують на різні умови живлення зміною синтезу речовин. Згідно з фізіологічними передумовами (вік, режим живлення, ритм росту, склад ростових речовин), ця реакція виявляється у різній активації вегетативної та генеративної діяльності, зокрема у зміні величини приросту, посилення закладки плодкових бруньок і зав'язування плодів. Із сукупності цих елементів складається у кінцевому рахунку дія добрив на збільшення врожайності плодкових культур.

Основна і кінцева мета будь-якого агрозаходу, у тому числі зрошення та удобрення – це формування врожаю, величина та якість якого забезпечується безперервним і всебічним обліком закономірностей у процесах життєдіяльності рослин, контролем за можливими відхиленнями цих процесів від оптимального рівня. Для ефективного управління процесами водоспоживання та живлення дерев черешні були визначені умови ефективного засвоєння поживних речовин деревами черешні.

Найбільш продуктивно вони засвоюють елементи живлення за температури повітря 26–29 °С, ґрунту – 23–28 °С, вологості повітря не нижче 60 %, ґрунту – 62-65 % НВ та вищенаведеного рівня вмісту NPK ґрунті. Підтримання даних діапазонів досягається доцільним поєднанням раціональних режимів зрошення, системи утримання ґрунту та удобрення, що наведені у попередніх розділах рекомендацій вище.

У цілому, кращий загальний вид насаджень, а саме: 4,5-4,9 балів, обумовило сумісне застосування зрошення, мульчування тирсою, фертигація та позакореневі підживлення. У цей же період на ділянках природного зволоження та чорного пару взагалі відмічено задовільний та незадовільний загальний стан насаджень, що пов'язано з негативною дією посушливих умов (рис. 13).



1



2



3



4

- 1 – Контроль без зрошення
 2 – Зрошення за РПВГ 70 %НВ, чорний пар
 3 – Зрошення за РПВГ 70 % НВ та мульчування білим агроволокном
 4 – Зрошення за РПВГ 70 % НВ та мульчування чорним агроволокном

Рисунок 13 – Загальний вид молодих насаджень за різних елементів технології краплинного зрошення

Цвітіння дерев черешні сортів Світхарт та Крупноплідна упродовж років досліджень відзначалося нерівномірністю по сортах та варіантах і коливалось у межах 1,1–4,2 бали. Значні відмінності виявлено і за показником корисної

зав'язі, який становив 7–41 % (табл. 3.12). Це пов'язано як з фізіологічними особливостями молодих дерев (рік садіння – 2015), певним впливом краплинного зрошення, систем утримання та удобрення ґрунту, а також нерівномірним пошкодженням генеративних утворень низькими температурами під час цвітіння.

Так, найкращим цвітінням та зав'язуваністю плодів відзначено варіанти із підтриманням РПВГ 70 % НВ з 2016 року у поєднанні з мульчуванням, фертигацією та позакореневими підживленнями. За природного зволоження незалежно від системи утримання ґрунту та удобрення ці показники значно нижчі (до 50 %). Це підтверджує, що за інтенсивного вирощування черешні зрошення є невід'ємною частиною технології (табл. 12).

Таблиця 12 – Продукційні процеси дерев черешні залежно від умов зволоження, утримання ґрунту та удобрення

Варіант дослідів	Бал цвітіння		% корисної зав'язі		Середня маса плоду, г		Урожайність, т/га	
	2019р	2020р	2019р	2020 р.	2019р.	2020р.	2019р.	2020р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Природне зволоження з 2016 р.								
Чорний пар	1,1	1,0	7	8	8	9	1,9	0,4
Агроволокно чорне	1,2	1,3	18	11	10	10	1,6	0,5
Агроволокно біле	1,2	1,5	17	12	9	8	2,0	0,6
Тирса	1,8	1,6	24	15	10	10	2,6	0,7
РПВГ 70 % НВ з 2016 р.								
Чорний пар	2,2	2,7	21	17	11	11	2,8	1,0
Агроволокно чорне	3,4	3,0	29	18	11	12	3,0	1,2
Агроволокно біле	3,2	3,2	31	21	12	12	2,9	1,2
Тирса	3,5	3,2	30	20	12	13	4,0	1,4
РПВГ 70 % НВ з 2016 р. + фертигація								
Чорний пар	2,8	2,8	24	19	12	12	3,2	1,3
Агроволокно чорне	3,7	3,2	35	21	13	12	3,4	1,4
Агроволокно біле	3,8	3,2	28	20	12	14	3,1	1,4
Тирса	4,2	3,3	33	24	14	14	4,0	1,8
РПВГ 70 % НВ з 2016 р. + фертигація+Мікро Мінераліс універсал								
Чорний пар	3,0	3,1	29	25	12	13	4,0	1,8
Агроволокно чорне	3,7	3,2	34	24	13	13	4,2	2,0
Агроволокно біле	4,2	3,3	31	26	14	13	4,2	1,9

Продовження таблиці 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тирса	3,8	3,3	41	26	13	14	4,5	2,2
РПВГ 70 % НВ з 2016 р. (чорний пар)								
Контроль (без добрив)	1,8	2,7	23	16	12	11	2,9	1,1
Органічна система удобрення	2,7	2,9	28	19	13	13	3,7	1,7
Мінеральна система удобрення	2,5	2,9	27	19	13	13	3,6	1,6
Органо-мінеральна система удобрення	3,5	3,2	36	22	14	14	4,0	2,1
Ресурсозберігаюча система удобрення	3,2	3,3	34	26	14	14	4,4	2,2
Продовження таблиці 12								
Режим зрошення								
Контроль (без зрошення)	1,1	1,0	7	8	8	8	1,9	0,4
РПВГ 70% НВ (0,4 м)	2,2	1,6	15	16	10	9	3,0	0,7
РПВГ 70% НВ (0,6 м)	3,2	2,9	21	17	12	12	3,8	1,1
РПВГ 70% НВ (0,8 м)	3,0	2,9	28	22	12	13	4,0	1,1
100% ET ₀	3,5	3,0	28	22	13	14	4,0	1,0
75% ET ₀	3,4	3,0	30	21	12	13	4,5	1,0
50% ET ₀	2,0	2,8	17	17	11	12	2,8	0,8

У 2019 отримано перший врожай черешні по всіх варіантах. На жаль, унаслідок приморозків I декади квітня (до $-3,9^{\circ}\text{C}$) значно пошкоджено маточки квітів, що негативно вплинуло на розмір урожаю, який склав 1,6–4,5 т/га. Загибель генеративних утворень у 2020 році унаслідок дії квітневих морозів (до $-5,4^{\circ}\text{C}$) досягала в окремих випадках 99 %, тому урожай не перевищував 0,4–2,2 т/га (див. табл. 12).



Рис. 14 Зав'язуваність і розвиток плодів на облікових гілках контрольного варіанту та за позакореневого підживлення добривами Мікро Мінераліс

Незважаючи на це, відмічено за 2 роки досліджень стійку тенденцію до підвищення урожайності сорту Крупноплідна за використанням мульчування у поєднанні зі зрошенням, фертигацією та позакореновими обробками мікродобривами, що забезпечило отримання, наприклад, у 2019 році 4,2-4,5 т/га плодів. За парової системи утримання ґрунту і зрошення цей показник був нижчим у середньому на 18 %. Водночас мульчування та парове утримання ґрунту без зрошення зумовило урожайність майже на рівні контролю (суттєве підвищення відмічено лише за використання тирси). Серед систем удобрення слід відмітити ресурсосберігаючу систему, що передбачає використання помірних доз органічних та мінеральних добрив з гуматовмісними препаратами, що забезпечила формування плодів черешні сорту Світхарт на рівні 4,4 т/га – у 2019 р. 2,2 т/га – 2020 р.

Збільшення урожайності черешні у дослідженнях відбулося переважно за рахунок зменшення осипання зав'язі та підвищення маси плодів. Слід зазначити, що на зрошуваних варіантах маса окремих плодів черешні у 2019-2020 рр. досягала 18 г з діаметром до 33–39 мм.



Рисунок 15 – Розмір плодів черешні сорту Крупноплідна за краплинного зрошення

10. Економічна ефективність елементів технології мікрозрошення молодих інтенсивних насаджень черешні

Економне використання поливної води та отримання найвищого врожаю у зрошуваному садівництві, досягається за умов підтримання оптимального поливного режиму в плодкових насадженнях та виключенням непродуктивних витрат води. Мірою ефективності використання зрошувальної води є коефіцієнт

водоспоживання, який показує відношення витрати поливної води на створення одиниці врожаю та знаходиться у зворотній залежності від врожайності.

Відомо, що чим менший коефіцієнт водоспоживання тим вище ефективність зрошення, що показує відношення зрошувальної норми до прибавки врожаю від зрошення]. В наших дослідженнях коефіцієнт ефективності зрошення розраховували у вигляді зворотної величини – відношення прибавки врожаю (кг/га) до зрошувальної норми (м³/га).

Незважаючи на невисокі абсолютні значення, отримання першої вагової урожайності (У) молодих дерев дозволило розрахувати ефективність зрошення на даному етапі розвитку дерев (табл. 13).

Таблиця 13 – Ефективність зрошення насаджень черешні при різних режимах зрошення та утримання ґрунту квітень-вересень 2019-2020 р.

Варіанти дослідів	Урожайність, ц/га			Коефіцієнт водоспоживання, ц/т			Коефіцієнт ефективності зрошення, кг/м ³		
	2019	2020	сер.	2019	2020	сер.	2019	2020	сер.
Контроль	19	4	11,5	166,3	701,8	434,1	-	-	-
70% НВ (0,4 м)	30	7	18,5	119,9	445,2	282,6	2,6	0,6	1,6
70% НВ (0,6 м)	38	11	24,5	94,2	303,5	198,9	3,7	1,2	2,5
70% НВ (0,8 м)	40	11	25,5	91,4	337,9	214,7	3,4	0,9	2,2
100%ET ₀	40	10	25,0	96,6	373,6	235,1	2,5	0,7	1,6
75% ET ₀	45	10	27,5	79,6	336,6	208,1	4,6	1,0	2,8
50% ET ₀	28	8	18,0	128,4	377,3	252,9	2,2	0,9	1,6
РПВГ 70% НВ									
Чорний пар	28	10	19,0	127,9	333,8	230,9	1,7	1,0	1,4
АВ біле	29	12	20,5	118,6	274,9	196,8	2,2	1,5	1,9
АВ чорне	30	12	21,0	116,1	279,8	197,7	3,1	1,4	2,3
Тирса	40	14	27,0	83,9	228,8	156,4	5,3	2,8	4,1

Найменший показник коефіцієнту водоспоживання в середньому за роки досліджень відмічено на варіантах з призначенням поливів при РПВГ 70% НВ в шарі ґрунту 0,6 м – 198,9 м³/ц та 75% ET₀ – 208,1 м³/ц .

Найкращі показники ефективності зрошення за період досліджень відмічено на варіантах 75% ET₀ – 2,8 кг/м³ та при РПВГ 70% НВ (0,6 м) – 2,2, кг/м³. Такі дані вказують на доцільність застосування розрахункового методу визначення поливного режиму дерев черешні, як альтернатива термостатно-вагового.

Серед кращих показників ефективності зрошення відмічено варіант з мульчування пристовбурних смуг черешні тирсою неплодових дерев. Урожайність на варіанті з поєднання мульчування тирсою та краплинним зрошенням становила в середньому 27,0 ц/га, що майже на 30% більше за варіант РПВГ 70% НВ на чорному парі та 57% більше за варіант контроль-природне зволоження. На цьому варіанті встановлено найвищий коефіцієнт ефективності зрошення – 4,1 кг/м³ в середньому за роки досліджень, а коефіцієнт водоспоживання при цьому склав 156,4 ц/га.

Отже, вищу ефективність зрошення молодих насаджень черешні на рівні 2,5-4,1 кг/м³ у середньому за 2019-2020 рр. обумовило підтримання вологості ґрунту не нижче 70 % НВ у шарі ґрунту 0,6 м, зокрема з використання тирси для мульчування міжрядь, та за 75% ET₀.

Опрацювання окремих елементів технології зрошення саду здебільшого пов'язане з додатковими витратами на полив. Вартість додатково одержаного ефекту, що представляє приріст врожаю, порівнюється з обсягом додаткових витрат коштів і праці. Якщо приріст ефекту від застосування того чи іншого режиму зрошення не перевищує відповідні додаткові витрати то такий режим не може бути ефективним.

З метою оцінки економічної доцільності було порівняно розміри виробничих витрат на окремі елементи технології мікрозрошення як базового показника, що використовується при визначенні ефективності будь-якого агрозаходу. Для розрахунків використано такі показники: вартість робіт щодо буріння свердловин за термостатно-вагового способу призначення поливів, тривалість сушіння, год., вартість кВт електроенергії, грн./год., потужність та енергоспоживання насосу свердловини, кВт/м³, м³/год., вартість 1 м³ води, грн., норма зрошення, м³/га, вартість матеріалів для мульчування, грн., вартість транспортування матеріалів для мульчування, грн.

У результаті досліджень встановлено агрономічну ефективність застосування краплинного зрошення щодо активації фізіолого-біохімічних процесів дерев черешні, шляхом застосування раціонального управління поливним режимом черешневих насаджень. На основі моніторингу агрокліматичних показників доведено доцільність призначення поливів розрахунковим методом при 75% (ET₀), що сприяє підтриманню вологості кореневмісного 0,6 м шару ґрунту не нижче 70% НВ. Окрім цього, використання розрахункового методу дозволяє знизити витрати на призначення поливів на 4494,88 грн. або 2,6 рази порівняно до традиційного термостатно-вагового методу (табл. 14).

Крім того, останній потребує окрім вищих грошових витрат, високих затрат фізичної сили та не відповідає вимогам оперативності призначення поливів упродовж вегетації.

У дослідженнях щодо регулювання водного режиму ґрунту шляхом поєднання краплинного зрошення та мульчування пристовбурних смуг черешні різними матеріалами, встановлена економічна доцільність застосування природних матеріалів для мульчування, а саме тирси неплодових дерев, що обумовлено найменшими витратами за рахунок економії поливної води та відсутності необхідності проведення заходів по боротьбі з бур'янами. Поєднання комплексу агрозаходів таких як краплинне зрошення та мульчування тирсою дозволило підтримувати вологість кореневмісного шару ґрунту 0,6 м на рівні 70% НВ, зменшити кількість поливів на 2-3 шт., збільшити міжполивний період до 27 днів та досягти економії води на 36 %.

Таблиця 14 – Виробничі витрати в залежності від способу призначення та норм поливу

Показник	Варіант досліджу					
	Термостатно-ваговий метод			Розрахунковий метод		
	Полив при РПВГ 70% НВ (0,4 м)	Полив при РПВГ 70% НВ (0,6 м)	Полив при РПВГ 70% НВ (0,8 м)	Полив при 100% (ET ₀)	Полив при 75% (ET ₀)	Полив при 50% (ET ₀)
Буріння свердловин один відбір, грн.	255	255	255	0	0	0
Загальна вартість буріння, грн.	4335	4335	4335	0	0	0
Вартість сушіння ґрунтових зразків, грн.	344,08	344,08	344,08	0	0	0
Вартість визначення поливів, грн.	4679,08	4679,08	4679,08	0	0	0
Вартість 1 м ³ води з урахуванням електроенергії, грн.	4,58	4,58	4,58	4,58	4,58	4,58
Норма зрошення, м ³	462	556	711	836	596	413
Вартість зрошення, грн.	2115,96	2545,48	3256,38	3828,88	2729,68	1891,54
Виробничі витрати	6795,04	7224,56	7935,46	3828,88	2729,68	1891,54

З огляду на економічну доцільність мульчування, слід відмітити, що найменші витрати обумовлює застосування природних матеріалів для мульчування за рахунок економії поливної води та відсутності необхідності проведення заходів по боротьбі з бур'янами. Порівняно до чорного пару

зменшення матеріальних витрат становило понад 33 %. Застосування чорного та білого агроволокна для мульчування рядів черені також обумовило економію поливної води та зменшення потреби у знищенні бур'янів, проте у зв'язку з значною вартістю матеріалу для мульчування, у підсумку витрати за його застосування на даний момент були найвищі (табл. 15).

Таблиця 15 – Виробничі витрати в залежності від систему утримання ґрунту за РПВГ 70 % НВ

Показник	Варіант дослідження			
	Чорний пар	Мульчування		
		агроволокном білим	агроволокном чорним	тирсою
Вартість мульчі, грн./га.	0	5222	5222	600
Укладка матеріалів для мульчування, грн.	0	205	205	205
Проведення заходів по боротьбі з бур'янами (механічних та хімічних)	3120	0	0	0
<i>Вартість системи утримання ґрунту, грн.</i>	<i>3120</i>	<i>5427</i>	<i>5427</i>	<i>805</i>
Вартість 1 м ³ води з урахуванням вартості електроенергії, грн	4,58	4,58	4,58	4,58
Норма зрошення, м ³	556	478	508	357
<i>Вартість зрошення, грн.</i>	<i>2546,48</i>	<i>2189,24</i>	<i>2326,64</i>	<i>1635,06</i>
Виробничі витрати на агрозахід, грн.	5666,48	7616,24	7753,64	2440,06

Тобто, встановлено доцільність поєднання зрошення за РВПГ 70 % НВ та мульчування пристовбурних смуг черешні з економічної точки зору. Разом з агрономічною ефективністю найменші витрати енергетичних, матеріальних та трудових ресурсів обумовлює застосування природних матеріалів для мульчування за рахунок значної економії поливної води та відсутності необхідності проведення заходів по боротьбі з бур'янами, а також застосування розрахункового способу призначення поливу порівняно із традиційним термостатно-ваговим методом.

ВИСНОВКИ

Обов'язковою умовою впровадження інтенсивних технологій у процес вирощування насаджень черешні як провідної культури півдня України є раціональне застосування зрошення та удобрення. Водночас, необхідна зміна технологічних підходів до експлуатації плодкових агросистем, спрямованих на розширення продуктивної функції дерев за одночасної економії ресурсів та здійснені контролю за еколого-агроекологічним станом ґрунту. З огляду на це, широке впровадження краплинного зрошення, яке відповідає вимогам заощадження водних ресурсів, оперативного керування умовами вологозабезпечення та живлення дерев, високого рівня автоматизації тощо, є раціональним рішенням цих проблем.

Для управління поливним режимом чорнозему південного легкосуглинкового в насадженнях черешні доцільно визначати строки і норми поливів з використанням моніторингу агрокліматичних показників (середньодобової температури та відносної вологості повітря, кількості опадів) за 75 % компенсації евапотранспірації (ET₀). Його використання обумовлює підтримання вологості ґрунту в шарі 0,6 м не нижче 70% НВ, зниження витрат на призначення поливів на 2528,00–5518,00 грн. або 1,7-4,0 рази порівняно до традиційного термостатно-вагового методу за скорочення до 95 % витрат електроенергії.

Зважаючи на динаміку формування та площу контуру зволоження ґрунту, а також особливості ростових процесів черешні, рекомендовано встановлення не менше двох крапельниць на відстані 0,5-0,8 м з двох сторін стовбура дерева для формування більшої площі зволоження.

З метою економії водних ресурсів, пом'якшення гідротермічних умов ґрунту та покращення мікроклімату у насадженнях черешні за краплинного зрошення рекомендується використання мульчування пристовбурних смуг тирсою неплодових дерев шаром 10 см, що забезпечує зменшення витрат води на 25-36 % за дотримання вологості ґрунту не нижче 70 % НВ за зниження матеріальних витрат на понад 33 %.

З метою економії ресурсів доцільно вносити водорозчинні добрива, в тому числі і гуматовмісні, шляхом фертигації, що забезпечує більш рівномірний розподіл діючої речовини добрив у ґрунті протягом вегетації дерев за зниження трудових витрат – до 80 % порівняно з поверхневим внесенням.

Доцільно поєднувати фертигацію з позакореневими підживленнями мікродобривами «Мікро Мінераліс універсал», що сприяє оптимізації вмісту макро- та мікроелементів в листках черешні як важливої складової процесу живлення, а також підвищенню стресостійкості та урожайності культури.

Науково-практичне видання

РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ
КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕНЬ
ЧЕРЕШНІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ФЕРТИГАЦІЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ
УТРИМАННЯ ҐРУНТУ
(рекомендації)

Комп'ютерний набір – Н.Г. Пчолкіна



**Бажаємо всім, хто
працює на нашій
українській землі
СОНЦЯ! ТЕПЛА! І, звісно
ж, ГАРНОГО ВРОЖАЮ!!!**

Україна, м. Мелітополь, вул.. Вакуленчука, 99
тел.: +38(061)43-13-20, +38(097)99-40-161
e-mail: iosuaan@zp.ukrtel.net, agrochim.ios@ukr.net