

УРОЖАЙНІСТЬ ЧЕРЕШНІ ЗАЛЕЖНО ВІД КЛІМАТИЧНИХ УМОВ РОКІВ ВИРОЩУВАННЯ

І. Є. Іванова, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0003-2711-2021

М. Є. Сердюк, доктор технічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-6504-4093

Т. В. Герасько, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-8477-7559

Е. С. Білоус, асистент

ORCID ID: 0000-0002-5056-5013

І. А. Кривонос, старший викладач

ORCID ID: 0000-0001-7079-5150

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Результатами кореляційного аналізу виявлено дев'ять стресових чинників, як складових цілісного комплексу погодних умов даного регіону, що впливають на урожайність черешні. Використання функції лінійної залежності: $Y=a_0+a_1X_1+a_2X_2+\dots+a_nX_n$ дозволило сформувати багатофакторну модель: $Y=5,998424+1,068352X_1+0,810361X_2$. Розробка останньої дала можливість спрогнозувати урожайність черешні залежно від впливу стресових факторів оточуючого середовища.

Ключові слова: урожайність, черешня, погодні фактори, багатофакторна модель, температура, опади, вологість повітря.

Постановка проблеми. Садівництво – традиційна галузь сільського господарства України, яка має багатовікову історію і значення для забезпечення продовольчої безпеки у країні. У сучасних умовах господарювання розвиток підприємств садівництва визначається значною мірою обсягами виробництва, які характеризуються показником урожайності плодів культур [1].

Оцінка стану садівництва України свідчить, що сучасне виробництво плодової продукції базується на принципах адаптивного садівництва з урахуванням максимуму оптимально дозованих чинників з метою впливу на складові продуктивності. В умовах Півдня Степової зони України отримання високих урожаїв садових культур залежить не тільки від комплексу агротехнічних та управлінських заходів. Значний, а, інколи, і вирішальний вплив на результативність мають природно-кліматичні чинники. Несезонні заморозки, занадто холодні зими, надмірна або ж недостатня кількість тепла та інші негативні природні фактори можуть впливати на урожайність культур, а, відповідно, на валовий збір, прибуток і результати розвитку галузі [2].

Культура черешня є візитівкою кісточкових порід Південного регіону України. Саме вона з III декади травня відкриває сезон фруктів. Плодоношення дерев на слаборослих підщепах забезпечує урожайність 16...19 т/га. Аналіз цінової політики останніх трьох сезонів на продукцію визначив, що найвищими ціни були у 2019 році і склали на оптових ринках 50...65 грн/кг, а у роздрібній торгівлі ціна коливалася у межах 80...100 грн/кг.

Стрімкий ріст цін на плодову продукцію був пов'язаний з низькою урожайністю. На останню, за думкою експертів, вплинули специфічні погодні умови травня та першої половини червня 2019 року [3,4].

Багатофакторний аналіз науковців вказує, що низька урожайність черешні обумовлена комплексом чинників: економічних, техноло-гічних, організаційних та екологічних [5]. Однак слід визначити, вплив яких саме погодних факторів є домінуючим. Екологічні чинники викликають підвищення напруги енергетичного балансу рослин, провокують зниження їх потенціалу стійкості, якості та збереженості плодів. Таким чином, останнім часом набуває актуальності прогнозування урожайності плодів культур

залежно від погодних факторів із урахуванням аналізу багаторічних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні черешневі площі зосереджені у південних та південно-східних регіонах України. Селекціонерами Інституту садівництва (ІС) НААН, Дослідної станції помології ім. Л. П. Симиренка ІС НААН, Мелітопольської дослідної станції садівництва (МДСС) ім. М. Ф. Сидоренка створено ряд конкуренто-спроможних сортів черешні, які з успіхом вирощуються у Степу, Лісостепу та навіть південному Поліссі України [4,6]. Головна роль у покращенні сортименту черешні належить не тільки генетичним ресурсам породи, а й значною мірою, адаптованості сортів до ґрунтово-кліматичних умов регіону. Високі результати в акліматизації плодкових порід було досягнуто Л. П. Симиренком, який зібрав, вивчив та описав понад 3000 плодкових і ягідних рослин [7].

Через кліматичні зміни і прогресуюче опустелювання сільськогосподарські землі південних регіонів перетворилися в зону ризикованого землеробства [8]. Академік НААН України О. О. Іващенко [9,10] повідомляє, що у зв'язку з глобальними змінами клімату вже сьогодні у зоні ризику знаходяться понад 55% площ орних земель нашої країни, а це уся зона Степу. Відмічено переміщення меж кліматичних зон за останні десятиріччя. У Південному Степу (Херсонська та Запорізька області) вже реально проявляються ознаки опустелювання [8]. Вчені Укрґідрометцентру [11] зазначають, що глобальні зміни клімату призведуть до суттєвої зміни умов вирощування плодкових культур, що вплине на рівень їх урожайності.

Науковцями півдня України визначено, що сорти черешні селекції МДСС ім. М. Ф. Сидоренка Мечта, Ділема, Крупноплідна, Сіянець Туровцева, Дачниця та інших за рівнем урожайності перевищують західноєвропейські та американські сорти на 25...30% [12,13]. До критеріїв екологічного оптимуму ведення промислової культури черешні відносять: теплозабезпечення території, суворість зимово-весняного періоду, різкі коливання температури наприкінці зими та ранньою весною, потреба у вологозабезпеченні в основні фази розвитку [8].

Зважаючи на вищезазначене, визначення екологічної відповідності або дискомфорності окремих погодних чинників до урожайності черешні в умовах Півдня Степової зони України залишається важливим питанням для досліджень науковців.

Мета досліджень – встановити об'єктивні агрокліматичні показники, що мають вплив на урожайність черешні в умовах Півдня Степової зони України та створити математичну модель

урожайності культури на підставі виявлених стресових чинників.

Для досягнення мети нами було проведено кореляційний та регресійний аналізи: розраховано міцність кореляційних зв'язків між агрокліматичними показниками та урожайністю культури; визначено комплекс погодних факторів, що суттєво впливають на урожайність черешні; отримано рівняння залежності середньої урожайності черешні від стресових факторів, які допоможуть спрогнозувати досліджуваний параметр за дії об'єктивних стресових чинників оточуючого середовища.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у 2008-2018 роках у межах Мелітопольського району Запорізької області. У ході дослідження впливу погодних чинників на урожайність черешні використано дані, що були надані Головним управлінням статистики у Запорізькій області та метеорологічні дані за період з 2008 по 2018 роки Мелітопольської метеостанції.

Розрахунок моделей урожайності черешні у зв'язку з погодними факторами проводили за наступною схемою [14,15,16]:

1. Збір даних та створення комп'ютерної бази про середню урожайність черешні в умовах Мелітопольського району. Середню урожайність породи визначали у виробничих насадженнях, узагальнюючи урожайність сортименту регіону.

2. Створення комп'ютерної бази погодних умов за роки досліджень з відбором показників: температура (мінімальна, середня, максимальна), сума опадів, кількість днів з опадами більше одного міліметра, середня відносна вологість повітря.

3. Розрахунок показників за роками досліджень: середні з мінімальних температур повітря, сума активних температур, загальна кількість днів з опадами, сума опадів, гідротермічний коефіцієнт, середня з мінімальних температур повітря, середня з максимальних температур повітря.

4. Визначення погодних факторів, що суттєво впливають на урожайність черешні (шляхом аналізу парних кореляційних залежностей).

5. Використання функції лінійної залежності: $Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$; остання дозволила розрахувати багатфакторну модель урожайності черешні за впливу погодних умов Мелітопольського району

У період проведення досліджень було використано такі методи варіаційної статистики, що дозволили проаналізувати, обробити експериментальні дані та зробити прогноз остаточних результатів: проводили математичну обробку, парний та множинний кореляційний і регресійний аналізи – за загальноприйнятими методиками

[14]. Також були використані комп'ютерні програми «MS Office Excel 2007» та пакет «Statistica 6».

Виклад основного матеріалу. Мелітопольський район розташований у південно-західній частині Запорізької області. Це – Південна Степова зона України, що має рівнинний ландшафт. Для регіону характерний атлантично-континентальний клімат з високим температурним режимом.

Найбільш тривалим рядом років метеорологічних спостережень за ґрунтово-кліматичними показниками регіону із наближених метеостанцій володіє станція м. Мелітополь. За даними цієї станції клімату району притаманна середньорічна температура повітря 9,1...9,9 °С.

Абсолютний максимум температури було зафіксовано 18.08.2010, він склав 41,0°С. Липень та серпень визначені як найбільш теплі місяці з середньомісячними температурами відповідно 22,8 та 21,7°С.

Абсолютний річний мінімум температур було зафіксовано 14 січня 1950 року – мінус 31°С. Найбільш холодними місяцями визначено січень та лютий із середньомісячною температурою нижче 0°С від 2,5 до мінус 3,1°С. Середньорічна сума активних температур вище 10°С з квітня по жовтень складає 3316°С. Значний перепад температур в умовах регіону зафіксовано у лютому та березні. Саме в цей період, як правило, дерева виходять з вимушеного спокою та можуть бути ушкоджені низькими температурами. Різкий перепад температур характерний і для грудня, що разом із заморозками створює стресові умови та веде до загибелі урожаїв кісточкових культур.

За кількістю опадів район належить до зони з недостатнім зволоженням. На рік середня кількість опадів становить 475 мм. Середньорічна вологість повітря 73%. Посушливість клімату обумовлена пануванням сухих північно-східних та східних вітрів. Накопичення вологи у ґрунті відбувається переважно восени, частково взимку та ранньою весною. Середньобагаторічне значення гідротермічного коефіцієнту (ГТК) у

районі за період активної вегетації дорівнює 0,8, який коливається в межах значень від 0,6 до 1,1 залежно від місяця.

Садівництво Південного Степу розвивається у посушливих умовах, де коефіцієнт зволоження у період вегетації плодівих дерев не перевищує у середньому значення 0,3...0,5. Така характерна для регіону недостатня природня вологозабезпеченість у критичні періоди вегетації у сукупності з повітряною посухою може викликати незворотні зміни у дерев і, як наслідок, призведе до зниження урожайності. У таких умовах дефіцит ґрунтової вологи можна компенсувати тільки за рахунок зрошення, яке може стати ключовим резервом підвищення ефективності садівництва у регіоні.

За допомогою методів математичної статистики було отримано сільськогосподарську оцінку впливу погодних умов на урожайність черешні (Y) у період 2008-2018 рр. При проведенні кореляційного аналізу було встановлено, що на урожайність (Y) впливає комплекс гідротермічних умов (факторів). Для дослідження було обрано 202 параметри, які можуть впливати на зміни урожайності черешні. З них для 78 встановлена слабка та середня лінійна кореляційна залежність в інтервалі значень r – 0,33...0,66.

За даними таблиці 1, згідно зі шкалою англійської статистики Чеддока, для дев'яти погодних факторів по відношенню до урожайності черешні (Y) встановлена значна (помітна) та сильна тіснота лінійного кореляційного зв'язку. Це такі фактори, як: середні з мінімальних температур повітря квітня та травня, сума активних температур за вегетаційний період до збирання плодів, загальна кількість днів з опадами за грудень та у період цвітіння, сума опадів у період цвітіння, гідротермічний коефіцієнт у період цвітіння, середня з мінімальних значень відносної вологості повітря у період цвітіння, середня з максимальних температур повітря за березень.

Таблиця 1

Результати кореляційного аналізу впливу погодних факторів на урожайність черешні (Y), 2008-2018 рр.

№	Показник	Коефіцієнт кореляції	№	Показник	Коефіцієнт кореляції
X ₁	Середні з мінімальних температур повітря квітня	0,76	X ₅	Кількість днів з опадами у період цвітіння	-0,80
X ₂	Середні з мінімальних температур повітря травня	0,72	X ₆	Сума опадів у період цвітіння	-0,74
X ₃	Сума активних температур за весняний період	0,72	X ₇	Гідротермічний коефіцієнт у період цвітіння	-0,75
X ₄	Загальна кількість днів з опадами за грудень	0,74	X ₈	Середня з мінімальних значень відносної вологості повітря у період цвітіння	-0,68
X ₉	Середня з максимальних температур повітря за березень				-0,68

Оцінкою термічних ресурсів періоду вегетації визначено, що середні з мінімальних температур квітня в 2008...2018 роках коливаються в межах -5,9...4,0°C (рис. 1). Значення середньої мінімальної температури травня за аналізовані роки мають інтервал 0,5...10,9°C. Максимальну урожайність черешні (Y) сформовано у 2010 та 2013 роках, що склала 16,16 та 15,5 т/га відповідно. Аналіз даних вказує на те, що ріст середніх мінімальних температур повітря у квітні та травні супроводжується збільшенням урожайності черешні. За даними табл. 1, значення

коефіцієнтів кореляції (r) для показників X₁ та X₂ склали 0,76; 0,72 відповідно. За даними досліджень науковців, саме у квітні, коли дерева вийшли з вимушеного спокою, різкий перепад температур по роках створює стресові умови та веде до зниження врожаїв кісточкових культур. Також у травні, коли відбувається часткове цвітіння та дозрівання плодів, останні можуть бути ушкоджені низькими температурами, що вплинуло на показники урожайності у межах 11 років досліджень [8, 14].

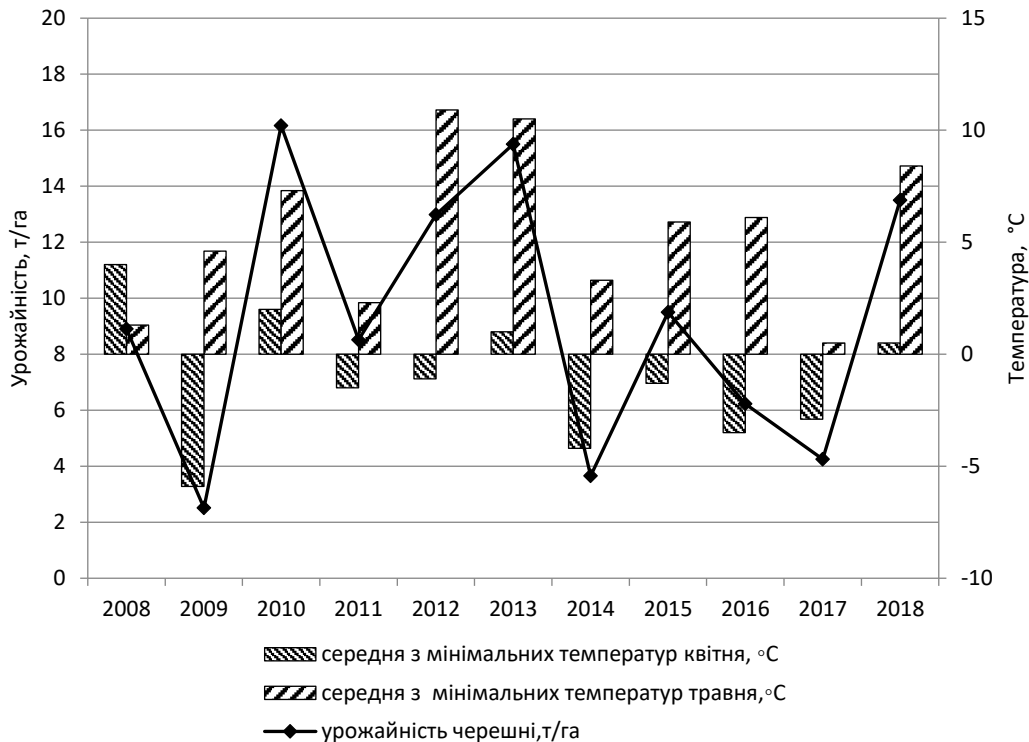


Рис. 1. Урожайність черешні (Y) та значення середніх з мінімальних температур повітря квітня та травня, 2008-2018 рр.

Показник суми активних температур є важливим для визначення сумарної потреби рослин у теплі. Отримані дані (рис.2) дають можливість констатувати, що сума активних температур вище 10°C (САТ 10) за вегетаційний період (до збирання плодів) коливається у межах значень 726,6...968,8°C в інтервалі 2008...2018 років. Для забезпечення урожайності черешні (Y) на рівні 2010, 2013 та 2018 років, що була зафіксована в інтервалі 13,5...16,16 т/га, показник САТ 10 за весняний період повинен мати діапазон значень на рівні 879,7°C, 968,8°C та 850,5°C відповідно, що підтверджується результатами кореляційного аналізу (табл.1) для показника X₃

(r=0,72). Для більш досконалої сільськогосподарської оцінки впливу погодних умов як на урожайність, так і на показники якості плодів культур, ягід науковці рекомендують для вираження потреби рослин у теплі для росту і розвитку застосовувати суми ефективних температур, відрахованих від біологічного мінімуму, за якого розвивається рослина [8, 14].

На інтенсивність росту плодів культур та їх урожайність поряд із теплозабезпеченістю впливає і забезпеченість вологою. Останній показник оцінюють за середніми сумами опадів, гідротермічним коефіцієнтом та іншими параметрами.

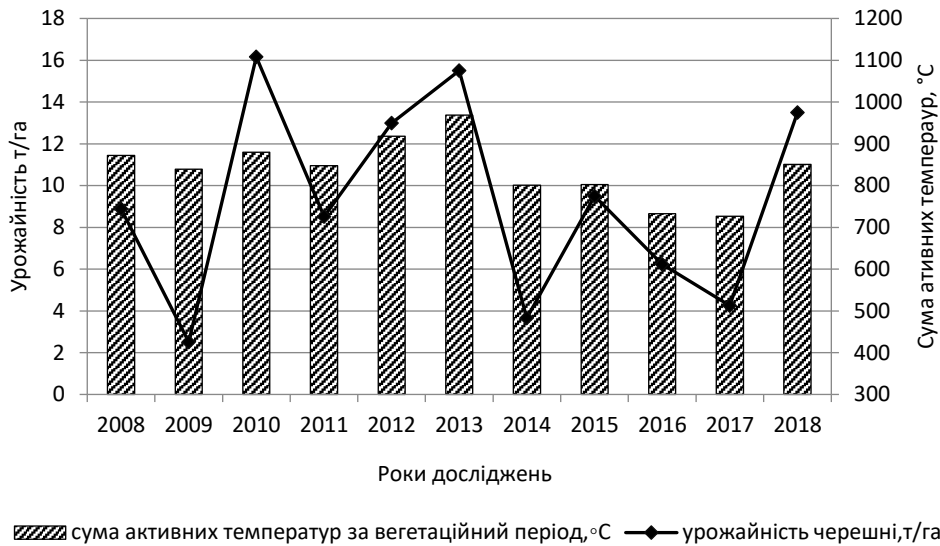


Рис. 2. Сума активних температур за вегетаційний період (до збору плодів) та урожайність черешні (Y), 2008-2018 рр.

Виявлено вплив загальної кількості днів з опадами як за грудень, так і в період цвітіння, на урожайність черешні (Y). У роки, коли зафіксовано максимальну кількість днів з опадами в грудні (від 17...19 діб) та мінімальну кількість днів з опадами за період цвітіння від 0 до 3 діб, спостерігаються високі у межах років показники урожайності в інтервалі 8,51...16,16 т/га (рис.3). Результати математичної статистики (табл. 1) дозволили встановити тісну сильну лінійну кореляційну залежність між показником загальна кількість днів з опадами у грудні (X₄) та урожайністю досліджуваної культури $r=0,74$.

Визначена лінійна кореляційна залежність підтверджується даними літературних джерел, в яких автори стверджують, що накопичення вологи у ґрунті, яка позитивно впливає на ріст, розвиток плодкових дерев та подальше формування урожайності, відбувається переважно восени, частково взимку та ранньою весною [8,14]. Стосовно впливу значень загальної кількості днів з опадами у період цвітіння (X₅) на урожайність плодів (Y) кісточкової породи виявлено наявність оберненого тісного зв'язку, де $r=-0,80$ (табл.1).

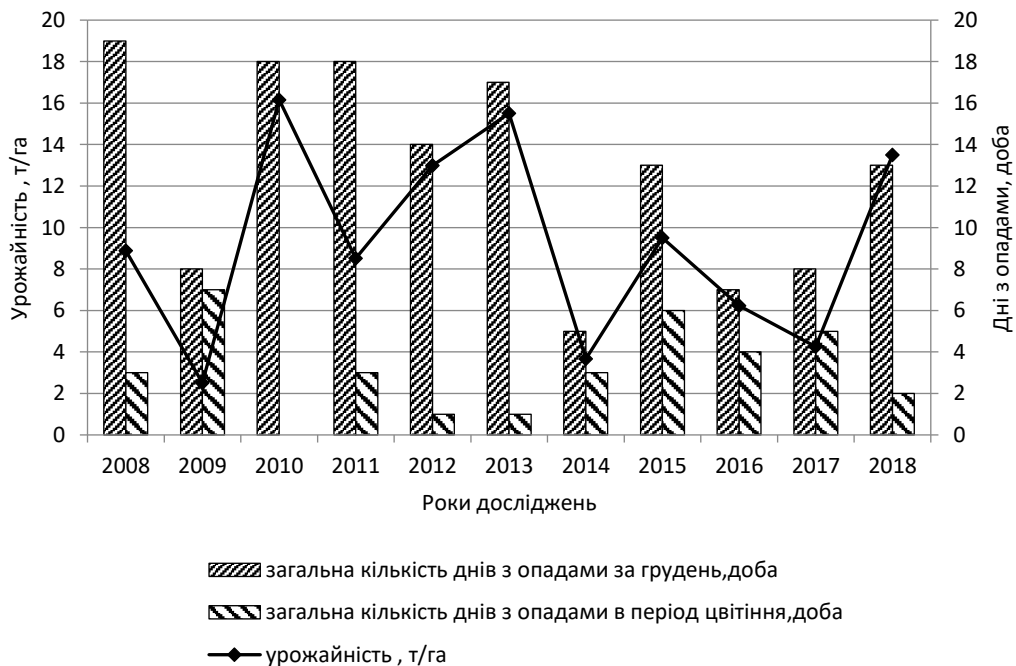


Рис. 3. Загальна кількість днів з опадами за грудень, у період цвітіння та урожайність черешні (Y), 2008-2018 рр.

Аналізом впливу значень показника суми опадів у період цвітіння на урожайність черешні (Y) визначено, що коливання параметра за роками досліджень відбувається в діапазоні від 0 до 40,1 мм. Дані табл. 1 підтверджують тісний обернений лінійний кореляційний зв'язок між значеннями суми опадів у період цвітіння (X₆) та урожайністю черешні (r=-0,74). Дані рис. 4 підтверджують визначену залежність. Максимальну урожайність досліджуваної культури визначено в роки з

мінімальним значенням суми опадів у період цвітіння. Так, для 2010 та 2013 років, коли урожайність складала 15,5...16,6 т/га, значення суми опадів у період цвітіння складало 0,0 мм.

Причиною зниження урожайності при збільшенні показників як суми опадів, так і кількості днів з опадами у період цвітіння може бути гальмування або повне зупинення процесу опилення дерев [2].

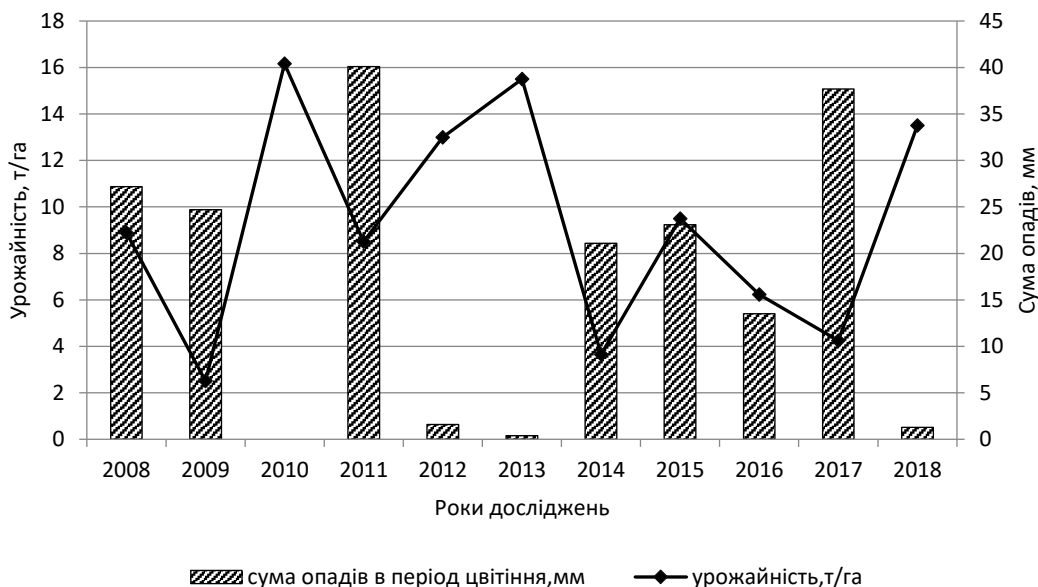


Рис. 4. Сума опадів в період цвітіння та урожайність черешні (Y), 2008-2018 рр.

Узагальненою характеристикою тепло- і вологозабезпеченості певного періоду вегетації рослин є гідротермічний коефіцієнт (ГТК). У

наших дослідженнях (рис.5) ГТК за роки досліджень у період цвітіння черешні коливався у межах 0...2,76.

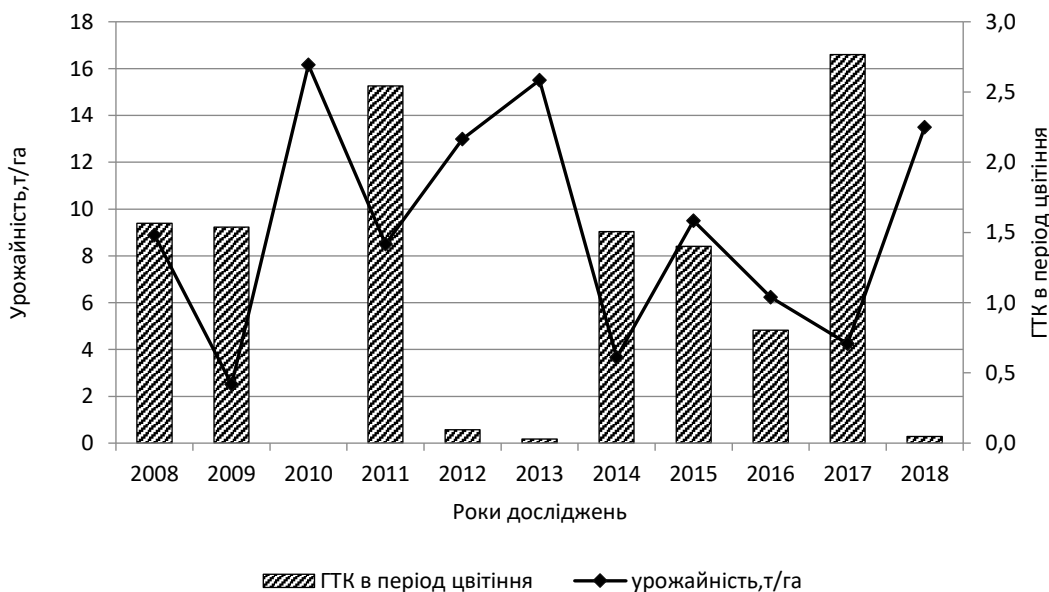


Рис. 5. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння та урожайність черешні (Y), 2008-2018 рр.

Аналіз отриманих даних за 11 років досліджень дозволив визначити, що у 2010, 2012,

2013, 2016 та 2018 роках показник ГТК в період цвітіння був нижче 1 та коливався в інтервалі

0...0,8. Урожайність черешні у зазначені роки була максимальною за весь період експерименту в інтервалі 12,99...16,16 т/га (винятком є показник урожайності у 2016 році – 6,23 т/га). Визначений обернений сильний лінійний кореляційний зв'язок між значеннями ГТК та урожайністю черешні по роках досліджень, що підтверджено даними таблиці 1, $r = -0,75$.

Аналіз літературних джерел визначив, що коефіцієнт зволоження у період вегетації плодкових дерев на півдні України не перевищує у середньому значення 0,3...0,5. Така, характерна для регіону, недостатня природня вологозабезпеченість у критичні періоди вегетації у сукупності з повітряною посухою може

викликати незворотні зміни у дереві, як наслідок, призведе до зниження урожайності [2,5].

Вплив середніх з мінімальних значень відносної вологості повітря у період цвітіння на урожайність (Y) досліджуваної культури відображено на рисунку 6. Цей показник за зазначений період коливався у межах 24...53%. Простежується значний (помітний) обернений лінійний кореляційний зв'язок між двома параметрами ($r = -0,68$). Збільшення середніх з мінімальних значень відносної вологості повітря у період цвітіння в інтервалі 39...53% призводить до отримання нижчих рівнів урожайності в інтервалі 2,51...8,89 т/га. Ця тенденція визначена для 2008, 2009, 2011, 2014, 2015, 2016, 2017 років.



Рис. 6. Урожайність (Y) та середня з мінімальних значень відносної вологості повітря у період цвітіння, 2008-2018 рр.

Максимальна урожайність на рівні 12,99...16,16 т/га була отримана при значеннях середніх з мінімальних значень відносної вологості повітря в період цвітіння 24...31% у 2010, 2012, 2013, 2018 роках.

Отже, на фоні максимальних значень у період цвітіння таких параметрів, як: середні з мінімальних значень відносної вологості повітря, суми опадів, кількості днів з опадами, ГТК спостерігається подальше зниження урожайності черешні за рахунок гальмування процесів опилчення, зростання темпів мікробіологічних захворювань у період формування плодів [2,5].

Проаналізовано вплив середніх з максимальних значень температури повітря в березні на урожайність черешні (Y) (див. рис. 7). Отримання урожайності на рівні 2010, 2012, 2013, 2018 років відбулося на фоні показника у березні на рівні 6...8,3°C. Дані таблиці 1 показують

наявність значного (помітного) оберненого лінійного кореляційного зв'язку між показниками урожайності та середніми з максимальних значень температурами повітря в березні (X₉) впродовж 2008...2018 рр. ($r = -0,68$).

Аналіз досліджень науковців півдня України стосовно формування врожаю та якісних показників кісточкових та зерняткових культур у різні роки показує, що рівень середніх з максимальних значень температур у березні, травні є стресовим параметром для урожайності черешні, яблук, вишні. Так, занадто рання весна, що супроводжується коливаннями повітря, негативно впливає на рівень майбутнього врожаю плодкових культур. Тому, що в умовах Півдня Степової зони України після березневого підвищення температури ми можемо спостерігати зниження її рівня до приморозків, у квітні, а іноді і в травні [5].

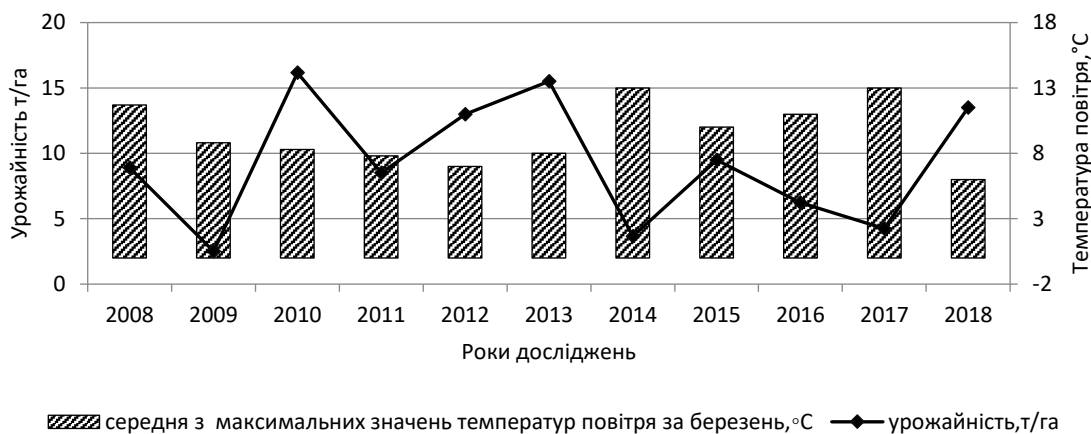


Рис. 7. Урожайність (Y) та середня з максимальних значень температур за березень, 2008-2019 рр.

У табл. 1 наведено фактори, що мають значний (помітний) та сильний вплив на урожайність черешні (Y) в умовах Мелітопольського району та представлені відповідні їм коефіцієнти кореляції.

Для цих факторів було проведено множинний кореляційний та регресійний аналізи, за результатами отримано наступне рівняння залежності урожайності черешні (Y) від стресових факторів (з вірогідністю 95%).

$$Y = 26,48859 + 0,79268X_1 + 1,22482X_2 - 0,02425X_3 + 0,27284X_4 - 0,57072X_5 + 0,56934X_6 - 5,43041X_7 - 0,27930X_8 + 0,28554X_9.$$

При цьому, коефіцієнт множинної кореляції $R=0,997$, коефіцієнт детермінації $R^2=0,995$, скоригований коефіцієнт детермінації – 0,959, критерій $F(9,1)=27,15$, рівень значущості 0,0027, стандартна похибка оцінки – 0,969.

Незважаючи на те, що наведене вище рівняння у цілому є статистично значущим, але частина коефіцієнтів рівняння залишаються незначущими ($t_{розр} < t_{табл}$). Це означає, що описана залежність урожайності черешні (Y) від стресових погодних факторів може служити основою для прийняття деяких управлінських рішень, але отримане рівняння регресії не можна використовувати для прогнозування. Рівняння зв'язку визнається моделлю і може бути використано з метою прогнозування, якщо статистично значимими є і параметри, і рівняння у цілому [16]. Тому нами було проведено обґрунтований відбір факторів для включення у рівняння.

Було проведено дослідження наявності ефекту мультиколінеарності на підставі аналізу парних коефіцієнтів кореляції між факторами. Оскільки $r(X_1, X_4)=0,85$, то фактор X_1 сильно корелює з фактором X_4 ; оскільки $r(X_2, X_6)=-0,90$; $r(X_2, X_7)=-0,90$; $r(X_2, X_9)=-0,72$, то фактор X_2 сильно корелює з факторами X_6, X_7, X_9 ; оскільки $r(X_3, X_4)=0,7$, то фактор X_3 сильно корелює с фактором X_4 ;

оскільки $r(X_6, X_7)=0,99$, то фактор X_6 сильно корелює з фактором X_7 .

На підставі вищевикладеного, з метою усунення мультиколінеарності з кореляційної моделі виключено такі фактори: X_4, X_6, X_7, X_9 . На підставі отриманих даних було побудовано регресійну модель з урахуванням некорегуючих факторів (X_1, X_2, X_3, X_5) у наступному вигляді:

$$Y = 9,58 + 0,93X_1 + 0,73X_2 - 0,0025X_3 - 0,39X_5.$$

У ході дослідження було проведено аналіз значущості параметрів моделі за критерієм t-Стюдента. Параметри моделі при факторах X_3 та X_5 є незначимі (на рівні значущості 0,05). Відповідно, фактори X_3 та X_5 слід виключити з моделі та не використовувати для розгляду далі.

Таким чином, було виявлено та включено до рівняння фактори, які незначною мірою впливають на результат, а також колінеарні фактори, в яких парний коефіцієнт кореляції не менше 0,7 [17]. Після проведених перетворень ми отримали рівняння для прогнозування урожайності черешні (Y):

$$Y = 5,998424 + 1,068352X_1 + 0,810361X_2.$$

Фактори: X_1 (середні з мінімальних температур повітря квітня) та X_2 (середні з мінімальних температур повітря травня) значною мірою впливають на урожайність черешні. Використані комп'ютерні програми «MS Office Excel 2007» та пакет «Statistica 6» дали можливість обрати параметри як статистично значимі у межах представленої моделі [17].

При цьому коефіцієнт множинної кореляції $R=0,958$, коефіцієнт детермінації $R^2=0,918$, скоригований коефіцієнт детермінації – 0,897, критерій $F(2,8)=44,89$, рівень значущості – 0,00004, стандартна похибка оцінки – 1,5352.

Висновки та перспективи досліджень. Виходячи з вище викладеного, за допомогою

методів математичної статистики було отримано сільськогосподарську оцінку впливу погодних умов на урожайність черешні в досліджуваній період. При проведенні кореляційного аналізу для дев'яти погодних факторів було встановлено значний (помітний) та сильний лінійний кореляційний зв'язок між дев'ятьма погодними факторами та урожайністю черешні в діапазоні значень r (за таблицею 1 від -0,68 до 0,76). До основних стресових погодних факторів в умовах Південного степу України, що мають найбільший вплив на урожайність черешні (Y) відносять:

– середні з мінімальних температур повітря квітня та травня (коливання показника квітня, травня відбувається в діапазонах $-5,9...4,0^{\circ}\text{C}$ та $0,5...10,9^{\circ}\text{C}$ відповідно);

– сума активних температур за вегетаційний період до збирання плодів (для забезпечення урожайності черешні в інтервалі $13,5...16,16$ т/га, показник САТ 10 за весняний період повинен мати діапазон значень $850,5^{\circ}\text{C}...968,8^{\circ}\text{C}$);

– загальна кількість днів з опадами за грудень та у період цвітіння (оптимальні показники урожайності у роки досліджень – $8,51...16,16$ т/га було визначено у роки, що мали максимальну кількість днів з опадами у грудні від $17...19$ діб та мінімальну кількість днів з опадами за період цвітіння від 0 до 3 діб);

– сума опадів у період цвітіння (коливання параметру по роках досліджень відбувається в діапазоні від 0 мм до $40,1$ мм);

– гідротермічний коефіцієнт у період цвітіння (визначена обернена лінійна кореляційна залежність між значеннями ГТК та урожайністю черешні по роках досліджень, $r = -0,75$);

– середня з мінімальних температур повітря у період цвітіння (за зазначений період показник коливався у межах $24...53\%$);

– середня з максимальних температур повітря за березень (визначена наявність середнього значного (помітного) оберненого лінійного кореляційного зв'язку між показниками урожайності та середніми з максимальних значень температурами повітря в березні, $r = -0,68$).

На основі проведеного регресійного аналізу було досліджено ефект мультиколінеарності між факторами, проаналізовано значимість впливу кожного фактора окремо, та побудовано лінійну регресійну модель:

$$Y = 5,998424 + 1,068352X_1 + 0,810361X_2.$$

Розробка останньої дала можливість прогнозувати урожайність черешні залежно від впливу стресових факторів оточуючого середовища.

Зважаючи, на те, що проведений кореляційний аналіз – це початковий етап досліджень зазначених показників, то на перспективу плануємо використати інші статистичні методи та поглиблений регресійний аналіз впливу погодних чинників на урожайність черешні.

При проведенні досліджень було встановлено, що агрокліматичні показники – це фактори, які мають високий ступінь мінливості, тому у подальшому для інтерпретації значень коефіцієнтів кореляції в наших дослідженнях доцільно використовувати градацію за Доспеховим.

Також плануємо дослідити вплив агрокліматичних чинників на урожайність черешні у розрізі раннього, середнього та пізнього строків досягання, а також визначити залежність між погодними факторами та товарними якостями плодів досліджуваної культури.

Список використаних джерел:

1. Харчук Т. В. Передумови забезпечення стійкого розвитку підприємств садівництва. //Ефективна економіка – електрон. версія журн. 2017. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5891> (дата звернення: 22.07.2019).
2. Богданюк О. В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур в контексті ефективного управління садівництвом. //Молодий вчений. 2016. № 11. С. 555-558. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tmolv_2016_11_130 (дата звернення: 22.07.2019).
3. Експерти пояснили причину «космічних» цін на черешню. UA.NEWS: веб-сайт. URL: <https://ua.news/ua/eksperty-rozasnyly-pruchynu-kosmichnyh-tsin-na-chereshnyu/> (дата звернення: 22.07.2019).
4. Туровцева Н.М., Туровцев М. І. Сорти черешні селекції Інституту зрощуваного садівництва імені М. Ф. Сидоренка НААН України. // Агробіологія. 2014. № 1. С. 96-101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2014_1_24 (дата звернення: 22.07.2019).
5. Сердюк М. Е., Расторгуев А. Б. Оценка влияния погодных факторов на урожайность яблони в условиях Южной степной зоны Украины. *Плодоводство*. 2013. Т. 25. С. 341-347.
6. Туровцев М. І., Туровцева В. О., Туровцева Н. М. Селекція черешні (*Cerasus avium* Moench.) в Інституті зрощуваного садівництва ім. М. Ф. Сидоренка УААН України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 133. С. 51-58.
7. Симиренко Л. П. Помология: в 3-х т. Киев, 1963. Т. 3. 558 с.
8. Кіщак О. А. Наукові основи промислової культури черешні в Лісостепу України : автореферат. дис. ... д-ра с.-г. наук : 06.01.07. Київ, 2014. 36 с.

9. Иващенко А. Будущее Украины - в глобальной системе производителей продовольствия. Gazeta. zn. ua: веб-сайт. URL: http://gazeta.zn.ua/LAW/budushee_ukrainy_v_globalnoy_sisteme_proizvoditeley_prodoovolstviya_html (дата звернення: 22.07.2019).
10. Иващенко А. Калахари – украинская Степь. Gazeta.zn.ua: веб-сайт. URL: http://gazeta.zn.ua/ECOLOGY/kalahari_ukrainskaya_step_klimaticheskie_izmeneniya_nesut_realnyu_opasnost_poteri_dlya_zemledeliy.html (дата звернення: 22.07.2019).
11. Адаменко Т. Без паніки: кліматичні зміни можуть виявитися корисними для сільського господарства. *Український тиждень*. 2012. № 29 (246). С. 28-31. URL: <https://m.tyzhden.ua/publication/55863> (дата звернення: 22.07.2019).
12. Туровцев Н. И. Мелитопольская черешня. *Новини садівництва*. 2001. № 2. С. 12-13.
13. Туровцев Н. И., Туровцева В. А., Туровцева Н. Н. Новые сорта черешни для садов интенсивного типа. Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа: тез. докл. и выступл. на междунар. науч.-метод. конф. Орел, 2000. С. 236-238.
14. Бублик М. О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ: Нора-прінт, 2005. 286 с.
15. Орлова Л. Г., Щеглов С. Н., Кузнецова А. П. Изучение новых подвоев для черешни в питомнике. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 58 (04). С. 46-57. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/04/05.pdf> (дата звернення: 22.07.2019).
16. Serdyuk M., Stepanenko D., Kurchev S. The study of mass loss intensity of plum fruit during storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 1/10, № 79. P. 42–48.
17. Куприенко Н.В., Панамарева О.А., Тихонов Д.В. Статистические методы изучения связей. Кореляционно-регрессионный анализ. Спб.:Изд-во политехн. Ун-та, 2008. 118с.

И. Е. Иванова, М. Е. Сердюк, Т. В. Герасько, Э. С. Белоус, И. А. Кривонос.
Урожайность черешни в зависимости от климатических условий годов выращивания

Результатами кореляционного анализа определены девять стрессовых факторов, как составляющих общий комплекс погодных условий данного региона, которые влияют на урожайность черешни. Использование функции линейной зависимости: $Y=a_0+a_1X_1+a_2X_2+...+a_nX_n$ позволило сформулировать многофакторную модель: $Y=5,998424+1,068352X_1+0,810361X_2$. Разработка последней дала возможность прогнозировать урожайность черешни в зависимости от влияния стрессовых факторов окружающей среды.

Ключевые слова: урожайность, черешня, погодные факторы, многофакторная модель, температура, осадки, влажность воздуха.

I. Ivanova, M. Serdyuk, T. Herasko, E. Belous, I. Kryvonos. **The sweet cherry yield depending on the climatic conditions of the years of cultivations**

The results of the correlation analysis revealed nine stress factors as components of a holistic complex of weather conditions in the region that affect the sweet cherry yield. Using the linear dependence function: $Y=a_0+a_1X_1+a_2X_2+...+a_nX_n$ allowed us to formulate a multifactor model: $Y=5,998424+1,068352X_1+0,810361X_2$. The development of the latter one made it possible to predict the sweet cherry yield depending on the influence of environmental stressors.

Keywords: yield, sweet cherry, weather factors, multifactorial model, temperature, precipitation, humidity.



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License