МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(УНУ)

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин
Кафедра плодівництва і виноградарства

Допущено до захисту
«___» (_____) 2025 року
Зав. кафедри, д. с.-г. н., професор
_____Р.В. ЯКОВЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТУ

Виконав: студентка ІІІ курсу, групи 31-кс
спеціальності 203 «Садівництво та виноградарство»
ГАПУН Ростислав

Керівник: ЧЕЦЬКИЙ Б.О. доктор філософії.

Умань – 2025

РОЗДІЛ 1

1.1 Біологічні складові продуктивного потенціалу яблуні

Яблуня (Malus domestica Borkh.) є однією з основних плодових культур у світі, яка відзначається високою врожайністю, широким асортиментом сортів, відмінною морозостійкістю та придатністю для тривалого зберігання плодів. Саме завдяки цим властивостям яблуня залишається провідною культурою як у промисловому, так і в аматорському садівництві [1].

За прогнозами Міністерства сільського господарства США (USDA), світове виробництво яблук у сезоні 2023/2024 року скоротиться до близько 74,2 млн тонн, що на 3,8 млн тонн менше, ніж у попередньому сезоні. Основною причиною зниження врожайності стали несприятливі погодні умови в Китаї, де очікується урожай на рівні 38,8 млн тонн. Це майже на 3,2 млн тонн менше порівняно з минулим роком. У країнах Європейського Союзу врожай яблук прогнозується на рівні 13,9 млн тонн, що також свідчить про зниження порівняно з середньорічними показниками [2].

Водночас Україна демонструє позитивну динаміку розвитку яблуневого виробництва. Згідно з даними Української асоціації аграрного експорту, у 2021 році Україна стала лідером за темпами зростання експорту яблук серед провідних країн-експортерів. У 2022 році українські садівники зібрали понад 625 тис. тонн яблук, що на 15 тис. тонн перевищило попередні результати. Це стало можливим завдяки розширенню площ інтенсивних садів, впровадженню високопродуктивних сортів та сучасних технологій вирощування [3]. Серед найбільш популярних сортів на внутрішньому та зовнішньому ринках залишаються Гала, Голден Делішес, Айдаред, Джонаголд. Серед нових перспективних сортів слід відзначити Ревена, Реанда, Регліндіс, Ремо, а також низку вітчизняних сортів, зокрема Мліївські сорти, створені Інститутом садівництва НААН України [4].

Під терміном «продуктивність яблуні» мають на увазі кількість біомаси, утвореної деревом протягом вегетаційного періоду, яка є результатом процесів фотосинтезу. З економічної точки зору продуктивність визначається кількістю плодів, отриманих протягом одного сезону. Основні складові продуктивності включають площу листового апарату, тривалість та інтенсивність освітлення, рівень поглинання води та поживних речовин, які безпосередньо залежать від спадкових властивостей сорту, типу підщепи та умов вирощування [5].

Як зазначає Кондратенко Т.Є. [6], одним із ключових факторів формування високої продуктивності є правильний вибір сортименту. Нові насадження повинні закладатися із сортів, які мають високий біологічний потенціал врожайності, зимостійкості, стійкості до хвороб і шкідників, а також характеризуються високими смаковими та біохімічними показниками плодів. Правильний вибір сортів є основою для забезпечення стабільно високої врожайності протягом багатьох років і визначає стратегію управління садом [5].

Продуктивний потенціал сорту – це інтегрований біологічний показник, який формується на основі спадкових властивостей рослини та умов навколишнього середовища. Він відображає здатність сорту формувати високі врожаї при оптимальних умовах вирощування. Одним із найоб’єктивніших критеріїв оцінки сортів є питома продуктивність, яка дозволяє оцінити ефективність застосованих агротехнічних прийомів, взаємодію сортопідщепного поєднання та вплив кліматичних факторів. Такий підхід дає можливість визначити доцільність використання конкретного сорту або комбінації сорт/підщепа у виробничих садах [7].

Підвищення врожайності інтенсивних садів можливе завдяки використанню сучасних технологій, зокрема закладанню садів із високопродуктивними сортами, застосуванню карликових та напівкарликових підщеп (наприклад, М9, М26), які обмежують ріст дерев і полегшують догляд за ними, впровадженню систем краплинного зрошення, системного живлення та захисту рослин. Сучасні системи формування крони, такі як веретеноподібна форма, ягідний шпалер або двостінна шпалера, дозволяють збільшити площу фотосинтезуючої поверхні, покращити освітленість і циркуляцію повітря, що позитивно впливає на якість плодів і зменшує ризик розвитку хвороб [6].

У передових господарствах світу врожайність інтенсивних яблуневих садів досягає 180–200 т/га завдяки комплексному підходу до управління виробничими процесами, використанню інноваційних технологій та сучасної техніки. Такий підхід дозволяє максимально реалізувати біологічний потенціал сорту та забезпечити стабільно високі врожаї навіть за умов зміни клімату та підвищення вимог ринку.

Таким чином, біологічний потенціал яблуні визначається складною взаємодією генетичних характеристик сорту, типу підщепи, технології вирощування та зовнішніх факторів середовища. Реалізація цього потенціалу потребує науково обґрунтованого підходу до вибору сортименту, впровадження інноваційних технологій та забезпечення належного догляду за насадженнями.

1.2. **Адаптивність до умов тепло та вологозабезпеченості**

Світло, температура, вода та вологість відіграють вирішальну роль у формуванні адаптивних стратегій яблуні. Окрім впливу на фотосинтез, освітлення регулює морфогенез, розвиток репродуктивних структур та ефективність транспірації. Наприклад, дослідження [8] показали, що адаптивні зміни листкової площі та орієнтації листків при зміні інтенсивності освітлення дозволяють підтримувати ефективний фотосинтез навіть за зниженого освітлення. Додатково, підвищена здатність до регулювання продихової активності дозволяє рослинам зменшувати транспіраційні втрати в умовах недостатньої води.

Вологозабезпечення також є ключовим фактором, що впливає на врожайність. Умови посухи викликають закриття продихів, зменшення фотосинтетичної активності, порушення водного балансу і уповільнення росту пагонів та плодів [9]. Однак сортові особливості дозволяють деяким генотипам ефективніше регулювати водний баланс, завдяки розвитку глибокої кореневої системи або підвищеній осмотичній регуляції клітин [10]. Сорти, стійкі до посухи, можуть накопичувати осмотично активні речовини (сахароза, пролін), які сприяють утриманню води в клітинах та підтримці тургору [9].

Стійкість до високих температур базується як на фізіологічних механізмах (посилення синтезу теплових шокових білків HSP, стабілізація мембран, підвищення антиоксидантної активності), так і на морфологічних особливостях (щільні кутикули, вузьке листя, восковий наліт) [11]. Ці механізми сприяють запобіганню ушкодженням клітинних структур та забезпечують відновлення після теплового стресу.

Важливою адаптивною властивістю є фенологічна пластичність яблуні, що дозволяє їй пристосовуватися до зміни клімату. Наприклад, здатність змінювати строки розпускання бруньок, цвітіння та початку росту залежить від зимового накопичення холоду та весняних температур. Ця властивість обумовлена складною регуляцією на рівні гормонів (абсцизова кислота, гібереліни) та експресії генів, пов’язаних із ростом і цвітінням [12]. Однак зсув фаз розвитку через аномально теплу

весну чи скорочення періоду спокою може призводити до зниження врожайності через підвищення ризику підмерзання квіткових бруньок.

Дослідження в умовах змін клімату демонструють, що стратегія селекції повинна передбачати підбір сортів та підщеп з високою толерантністю до стресових умов, включаючи тепловий і водний стрес, здатність підтримувати функціонування фотосинтетичного апарату, відновлення після стресу, а також синхронізацію фенологічних фаз із новими кліматичними умовами [11]. Також перспективними є дослідження із застосування регуляторів росту, мікроелементів, антистресантів, що дозволяють адаптувати насадження до несприятливих умов і підвищувати їхню продуктивність [12].

1.3. Стійкість проти шкідників та хвороб

Останніми роками продуктивність плодових садів зазнала істотних змін через вплив кліматичних факторів – різкі перепади температур узимку, весняні заморозки під час цвітіння, ґрунтові та повітряні посухи, що негативно впливають на врожайність і якість плодів, а також спричиняють зміни в екосистемах [136]. На думку А.М. Чернія [13], здатність агроекосистем садів протистояти абіотичним і біотичним чинникам визначається структурою і екологічними властивостями організмів, що входять до складу екосистеми.

Під впливом кліматичних змін відбуваються зміни екології хвороб і шкідників, що посилює їх шкодочинність у виробництві садівничої продукції [14]. Так, на середньо височинних ділянках спостерігається поява парші на яблуні, тоді як на низьких схилах – ураження дерев шкідниками, що розглядається як індикатор змін клімату [12]. З підвищенням середньорічної температури та сум ефективних температур відбувається розширення ареалів шкідників, збільшення їх кількості та кількості поколінь, а також зміни ентомологічних комплексів [15]. Науковці зазначають, що глобальне потепління може впливати на популяції комах, подовжуючи вегетаційний період, змінюючи строки появи личинок, прискорюючи розвиток і зменшуючи смертність під час перезимівлі, що призводить до зростання чисельності популяцій та появи нових видів-шкідників у регіонах [14, 15].

За даними М.Д. Євтушенка [16], підвищення температур і зниження кількості опадів у весняно-літній період у Харківській області призвели до масового розмноження яблуневого квіткоїда, яблуневої плодожерки та яблуневого плодового пильщика, тоді як серед хвороб переважали парша та борошниста роса з розвитком на рівні 18–21% до середини вегетації. Л.В. Розова [18] зазначає, що видове різноманіття фітофагів у Південному Степу України змінюється з року в рік: у літньо-осінній період домінує яблунева плодожерка, однак періодично з’являються глодовий кліщ, оленка волохата та грушевий листковий слоник.

Дослідження А.М. Чернія [19] показали, що у зоні Лісостепу України за річної суми ефективних температур 985–1162°С та ГТК 1,27–1,83 формується популяція яблуневої плодожерки, яка включає як перезимувалу, так і факультативну літню генерацію. Польські науковці прогнозують, що за підвищення температури повітря до 3,3°С у 2040–2060 рр. може з’явитися третє покоління яблуневої плодожерки, яке наразі у Польщі не спостерігається. В умовах Хорватії третє покоління формується в роки із підвищеною сумою температур. У Швейцарії підвищення температури (2045–2074 рр.) може підняти ризик появи другого покоління плодожерки з 20% до 70–100%, а ймовірність появи третього покоління – з 0–2% до 100%.

На півдні України потепління призвело до активізації східної плодожерки, яка розвивається у трьох-чотирьох поколіннях і пошкоджує пагони та плоди яблуні. Попелиці формують 6–10 поколінь, тоді як оленка волохата під час цвітіння масово мігрує у сади, знищуючи суцвіття. Попелиці демонструють здатність до швидкої адаптації до підвищених температур завдяки гнучкій активності ферментів та прискореному метаболізму [20]. Прогноз розвитку яблуневої плодожерки, двоплямистого павутинного кліща (Tetranychus urticae Koch) та європейського червоного кліща (Panonychus ulmi Koch) із підвищенням температури показав збільшення кількості поколінь: з 10–18 до 14–24 для T. urticae, з 9–14 до 14–20 для P. ulmi та з 2–4 до 3–5 для плодожерки. На півдні України з'явилися нові види кліщів – бурий, глодовий кліщ і плодова плоскотілка, яких не було впродовж останніх 20 років [155]. Умови водного стресу уповільнюють розвиток популяцій P. ulmi через зниження харчової бази [21].

Парша – одна з найбільш шкідливих грибкових хвороб яблуні, яка за стресових погодних умов може знищити 30–50% урожаю, а в роки епіфітотій – до 70–90% [22]. Стійкі сорти яблуні активують захисні механізми у відповідь на інфекцію [23]. Захворюваність паршею зростає в умовах високої вологості та підвищених температур [22]. У Західному Лісостепу України підвищення температури на 0,4–7,1°C та збільшення опадів на 7–38% у весняно-літній період сприяли розвитку парші. У Харківській області зміни погодних умов (ГТК 0,8–1,2) також сприяли поширенню хвороби. У регіонах із м'якими зимами популяції парші складаються переважно з клональних ліній, тоді як у холодних регіонах можливе статеве розмноження патогену [23].

Борошниста роса може зменшити урожай наступного року на 51–70% через ураження молодого приросту сприйнятливих сортів [24]. У регіонах із холодними зимами гриб Podosphaera leucotricha гине при температурі нижче –20°C. Проте підвищення температур і концентрації CO_2 сприяє розвитку борошнистої роси та її поширенню на нові території [25]. Згідно з дослідженнями Wolfe та ін. [26], регіональні зміни клімату можуть продовжити інфекційне вікно для P. leucotricha через більш раннє пробудження гриба навесні, що забезпечує додатковий час для інфекції та поширення. Вологість повітря незначно впливає на розвиток P. leucotricha, проте вільна вода інгібує проростання спор. Гриб може розвиватися на листках яблуні за відносної вологості від 40 до 100% [24]. У Західному Лісостепу України зимуючий міцелій добре перезимовує за підвищених температур, а влітку поєднання високої температури та вологості сприяє поширенню борошнистої роси та моніліозу [25]. У Харківській області частота проявів борошнистої роси на суцвіттях сягала 8,5–24%, на листках – до 22%, на пагонах – до 11%, за незначного поширення філостиктозу (до 2,5%) та розвитку плодової гнилі (5–13%).

Отже, зміни клімату значно впливають на фітосанітарний стан садівництва, сприяючи розвитку та поширенню шкідників і хвороб. Це підкреслює важливість врахування фітосанітарних критеріїв при виборі місця закладки насаджень та відборі сортів, стійких до основних шкідливих організмів.

1.4 Продуктивний потенціал яблуні

Основним показником продуктивного потенціалу яблуні, що визначає її перспективність і економічну доцільність вирощування, є врожайність, яка обумовлюється сортовими особливостями і залежить від умов агротехніки [18]. Сорти з урожаєм понад 25 т/га вважаються високоврожайними, із врожайністю 20,1–25 т/га –

врожайними, 15–20 т/га – середньоврожайними, а з показниками нижче 15 т/га – маловрожайними [14].

Для підвищення врожайності та економічної ефективності виробництва яблук доцільно використовувати високопродуктивні, інтенсивні сорти з низькою або середньою силою росту та швидким вступом у плодоношення [18]. За даними Т.Є. Кондратенко [16], близько 50–60 % валового збору плодів залежить від сорту, а 90–100 % популярності продукції визначається сортовою приналежністю. Так, високою врожайністю відзначаються зимовий сорт Goldrush, осінні сорти Honeycrisp, Pilot, Elise, літній – Geneva Early. Сорти Руслан, Elise, Гарант, William's Pride демонструють стабільне плодоношення. К.П. Тарнавська та Т.М. Коваленко [18] виділили найпродуктивніші сорти Надзейни, Граф Еззо, Сябріна з урожайністю 24,7–22,4 т/га. Високий потенціал врожайності також мають сорти Голден Делішес та Кінг Джонаголд [19].

У Подільському регіоні серед літніх сортів найбільш продуктивним є Вільямс Прайд, серед осінніх – Граф Еззо та Кодровскоє, а серед зимових – Чемпіон Рено [15]. Врожайність визначається багатьма факторами, включаючи кліматичні та агротехнічні умови. Велика кількість генеративних утворень, багатоквітковість, високий рівень зав'язування та навантаження плодами сприяють максимальній врожайності [18]. При вирощуванні на підщепі М.9 у Лісостепу України найвищу врожайність показав сорт Флоріна – 12,8 т/га, найнижчу – Голден Делішес [18]. За даними В.В. Заморського [21], на карликовій підщепі М.9 до семирічного віку найбільш урожайними були сорти Айдаред та Рубінове Дуки (4 кг/дерево). Імунні до парші сорти (Фрідом, Ремо, Топаз, Амулет, Едерата Голдраш, Моді, Розела, Луна) демонструють стабільну врожайність у діапазоні 20–35 т/га незалежно від погодних умов [3].

За даними О.В. Мельника, М.М. Терещенко та О.С. Шарапанюк [22], урожайність насаджень сорту Джонаголд залежала від використання протиградової сітки, способу утримання міжрядь і пристовбурових смуг, складаючи 59–73 т/га. У Подільській дослідній станції садівництва сорт Айдаред давав 20,8–27,2 т/га залежно від системи утримання міжрядь [23]. Дослідження продуктивності на підщепі М.9 показали вищу врожайність у сортів Джонаголд і Голден Делішес порівняно з Галою [191]. Високою врожайністю в Лісостепу відзначаються сорти Заславскоє, Надзейни, Пам'ять Сюбарової, Сябріна, Айдаред, Алєся, Вєрбноє та Імант [24].

При різних режимах мікрозрошення урожайність інтенсивних молодих садів сортів Айдаред, Голден Делішес та Флоріна становила 5–20 т/га залежно від схеми посадки. У Польщі дослідження сортів Gala Schniga, Фуджі та Лігол показали найвищу врожайність у сорту Гала Шніга, тоді як Лігол і Фуджі демонстрували нижчі показники [25]. У Румунії серед класичних сортів найбільш врожайним був Вагенер (60 кг/дерево), тоді як Джонатан, Кальтерер Бьомер і Старкримсон давали менший урожай . У Литві на підщепі В.396 найбільшу врожайність продемонстрували сорти Флоріна та Розана [196], тоді як у Чеській республіці лідерами за продуктивністю були Голден Делішес і Джонаголд [197].

Показник економічної ефективності є ключовим для визначення доцільності вирощування сорту в певних умовах, адже саме він забезпечує реалізацію потенціалу продуктивності насаджень і максимальний рівень прибутковості [18]. Існує пряма залежність між врожайністю і собівартістю продукції [16]. У Південному Причорноморському степу України найбільш економічно ефективним визнано вирощування сорту Еліза, дещо менше – Голден Делішес Рейндерс . У Лісостепу

України максимальний рівень економічної ефективності (рентабельність виробництва) досягнуто для сортів Гала (152 %), Джонаголд (209 %) та Голден Делішес (223 %) [199]. За даними В.М. Жук та Л.О. Барабаш, рентабельність виробництва плодів сорту Радогость досягала 150 %, а сорту Скіфське золото – 177,8 %. У північно-східному Лісостепу України розрахунки економічної ефективності засвідчили можливість високої прибутковості [24].

Отже, ефективність реалізації продуктивного потенціалу яблуні визначається врожайністю, яка залежить від сорту і істотно змінюється за різних умов вирощування. Вибір оптимального сорту відповідно до екологічних умов є ключовим для успішного ведення садівництва. Таким чином, реалізація продуктивного потенціалу яблуні залежить від біологічних та екологічних факторів, таких як особливості сорту, архітектоніка дерев, фітомаса, фотосинтетична активність, погодні умови, фітосанітарний стан насаджень. Відповідність умов вирощування біологічним вимогам сорту забезпечує ефективне виробництво яблук, що й визначає актуальність даних досліджень.

Розділ 2

Умови, об’єкти та методика проведення досліджень

2.1 Місце проведення досліджень

Господарсько-біологічну оцінку яблуні проводили у насадженнях, розташованих у Добровеличківському районі Кіровоградської області. Дослідження здійснювалися у саду фермерського господарства «Родина Неофіти», що є філіалом кафедри плодівництва та виноградарства Уманського національного університету садівництва. Ця територія розташована на півночі Добровеличківського району та належить до південної провінції Правобережного Лісостепу України.

2.2 Погодні умови

Клімат досліджуваного району характеризується як помірно континентальний і напівпосушливий, з довгим спекотним літом і короткою, м’якою, малосніжною зимою. Річна кількість опадів коливається від 430 мм на півдні району до 465 мм на півночі. Розподіл опадів нерівномірний: весною їх недостатньо, найбільша кількість випадає влітку (травень–серпень), але через високі температури, випаровування та зливовий характер опадів вологи у ґрунті бракує.

Зимовий період характеризується нестійким сніговим покривом через часті відлиги. Його максимальна товщина в січні–лютому становить близько 11 см. Мінімальна температура в найхолодніший місяць може сягати -32°C, а максимальна в найтепліший — +39°C. Середньорічна температура — +7,9°C. Глибина промерзання ґрунту досягає 55 см. Влітку середня вологість повітря складає близько 66%, взимку — 88%.

Сума активних температур за рік становить близько 2754°C, тривалість періоду з температурами понад +6°C — 210–215 днів, з температурами понад +12°C — 165–175 днів. Загальна кількість опадів за рік у середньому складає 615 мм, з них 330–350 мм припадає на вегетаційний період. Вологість повітря влітку (липень–серпень) знижується до 47–49%, а восени та взимку підвищується до 87–88%. Безморозний період триває 150–160 днів. Зимові морози можуть досягати -29–31°C, глибина промерзання ґрунту — до 60 см. Метеорологічна весна починається з переходом середньодобових температур через 0°C на підвищення, в першій декаді квітня температура досягає +6°C, а в останній декаді — +11°C. Останні весняні заморозки закінчуються у другій декаді травня, тривалість вегетації — 205–215 днів. Протягом 2022–2023 рр. спостерігалися відхилення погодних умов від середньобагаторічних показників. У 2022 році температура повітря була підвищеною, а кількість опадів — зменшеною. У 2023 році температурні показники були вищими за середньобагаторічні, проте опади та вологість повітря залишались на середньому рівні. 2022 рік відзначався високими температурами, значним дефіцитом опадів і низькою відносною вологістю. У 2023 році спостерігалося перевищення середньомісячної температури на 3,3°C та зменшення кількості опадів на 27%. Літні місяці характеризувалися посушливістю, натомість восени кількість опадів у жовтні перевищувала середні багаторічні показники вдвічі. Загалом досліджуваний період відзначався високими температурами та нестачею опадів, що підкреслює важливість зрошення садів яблуні.

2.3 Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем реградований із вмістом гумусу 2,8 %. Реакція ґрунту: pH водної витяжки — 7,0, pH сольової — 6,8. Вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) становить 135,8 мг/кг, рухомого фосфору — 99,2 мг/кг, калію (за Чириковим) — 150,7 мг/кг, електропровідність — 0,18 мСм/см. У міжряддях саду застосовували чорний пар, а приштамбові смуги завширшки 60 см утримували під гербіцидним паром. Догляд за насадженнями здійснювали відповідно до програми, затвердженої навчально-науково-виробничим відділом Уманського НУС.

2.5. Об’єкти дослідження

Голден Делішес – американський сорт яблук, який був створений у 1890 році у Західній Вірджинії завдяки відбору сіянців невідомого походження селекціонером А. Х. Моллінгсом. Це дерево характеризується високою силою росту, широкою овальною або високоокруглою кроною, яка з часом набуває округлої форми середньої густоти. Основні гілки середньої сили росту, розташовані під майже прямим кутом до стовбура. Дерево має середню здатність до утворення пагонів і середню пробуджуваність бруньок. Листки цього сорту великі, видовжені, яйцеподібної форми з черешками короткої або середньої довжини. Квітки дрібні та середнього розміру [6]. Сорт плодоносить стабільно на кільчатках, списиках, плодових прутиках і однорічних приростах. Стійкість до грибкових захворювань, зокрема до парші та борошнистої роси, а також зимостійкість – середні. Дерева на середньорослій підщепі починають плодоносити на 3-4-й рік після посадки, а на карликовій підщепі – на 2-3-й рік. Урожайність дорослих дерев віком 8 років сягає 30-50 кг на дерево (або 26-62 т/га).

Плоди мають середній і великий розмір (130-250 г), форму від кулясто-конічної до кулясто-приплюснутої. Шкірочка зеленувато-жовта, з розмитим яскраво-червоним рум’янцем, іноді смугаста, із сірими дрібними підшкірковими цятками та легким сизим нальотом. Плодоніжка довга та тонка або середньої товщини, чашечка велика, здебільшого закрита або напіввідкрита. Насіннєві камери великі, напіввідкриті, з насінням середнього розміру [7]. Шкірочка середньої товщини, щільна, еластична, гладка і суха. М’якуш жовтувато-кремовий, щільної дрібнозернистої структури, соковитий, ароматний, з гармонійним солодко-кислим смаком (оцінка – 7,5-8,0 балів). Знімальна стиглість настає в кінці вересня, а споживча – в листопаді. У холодильнику при звичайній атмосфері плоди зберігаються до червня. Плоди містять: сухих розчинних речовин – 13,4-13,8%, цукрів – 9,0-10,7%, органічних кислот – 0,5-0,6%, пектинів – 0,9-1,0%; вміст Р-активних речовин становить 129-222 мг/100 г сирої маси, вітаміну С – 6-7 мг/100 г [9].

Ред Чіф – американський пізньозимовий сорт яблук, отриманий із випадкового сіянця гібрида, який утворився в результаті схрещування Голден Рейнет і Грімс Голден. Дерево слабко- або середньоросле, з компактною округлою кроною. Плодоносить на кільчатках, вступає у плодоношення на 2-3-й рік після садіння. Характеризується високою врожайністю та швидкоплідністю, хоча має схильність до періодичного плодоношення [7]. Зимостійкість і посухостійкість середні. Сорт середньостійкий до парші, високостійкий до борошнистої роси та бактеріального опіку. Плоди великі (200-380 г), видовжено-конічної форми, зеленувато-жовті з яскраво-червоним смугастим рум’янцем і густим восковим нальотом. М’якуш світло-

кремовий, щільний, середньої соковитості, ароматний, з солодким смаком (оцінка – 4,8 бала). Знімальна стиглість настає в кінці вересня, споживча – в грудні. Плоди зберігаються у холодильнику 7-8 місяців. Транспортабельність і стійкість до механічних пошкоджень висока [9].

Фуджі Кіку – один із найпопулярніших сучасних сортів яблук, що походить із Японії. Його було створено шляхом складної гібридизації сортів Ролс Дженет і Делішес. Цей сорт характеризується високою силою росту дерев із середньо розлогою або округлою кроною, густою і міцною. Основні гілки мають середню товщину, відходять під гострими кутами до стовбура, формуючи правильну крону. Дерева вступають у плодоношення на 3-4-й рік після посадки на середньорослій підщепі та на 2-3-й рік на карликовій. Урожайність висока, стабільна, дорослі дерева віком 8 років дають урожай 30-45 кг з дерева, що відповідає 26-54 т/га [6].

Плоди цього сорту великі (200-300 г), округло-конічної форми з вираженими ребрами. Шкірочка щільна, гладка, зеленувато-жовта з яскраво-червоним смугастим рум'янцем і густим восковим нальотом. М'якуш кремовий, соковитий, дрібнозернистої структури, хрусткий, солодкий, майже без кислоти, з приємним ароматом і насиченим смаком (оцінка – 7,9 бала). Знімальна стиглість настає у другій половині жовтня, а споживча – у листопаді. Плоди добре зберігаються у холодильнику до 8-9 місяців, мають високу транспортабельність і стійкість до механічних пошкоджень. Зміст сухих речовин у м'якоті – 14,0-15,0%, цукрів – 11,0-13,5%, органічних кислот – 0,3-0,5%, пектинових речовин – близько 1,0%. Містять також 6-8 мг/100 г вітаміну С та 90-140 мг/100 г Р-активних речовин [7].

Флоріна – французький сорт, виведений у 1977 році в результаті схрещування сортів Джонатан, Голден Делішес і Універс. Дерева середньої сили росту, з широкоокруглою або напіврозлогою кроною, середньої густоти. Основні гілки розташовані під кутом близько 60-70° до стовбура. Починає плодоносити рано: на карликових підщепах – на 2-3-й рік, на середньорослих – на 3-4-й рік після посадки. Урожайність висока й стабільна: дорослі дерева дають 30-50 кг з дерева або 35-60 т/га. Дерево відзначається високою зимостійкістю, середньою стійкістю до парші та високою стійкістю до борошнистої роси та бактеріального опіку [6].

Плоди середнього та великого розміру (160-280 г), округлої або округло-конічної форми. Шкірочка середньої товщини, щільна, червоно-фіолетова або темно-червона з рум'янцем, іноді зі смугастим відтінком, із легким восковим нальотом. М'якуш світло-кремового кольору, середньої щільності, соковитий, ароматний, зі збалансованим кисло-солодким смаком (оцінка – 7,5-8,0 бала). Знімальна стиглість настає в середині вересня, споживча – у жовтні. Плоди зберігаються у холодильнику до 6-7 місяців, мають добру транспортабельність. Вміст сухих речовин – 12,5-13,8%, цукрів – 9,5-10,8%, органічних кислот – 0,4-0,6%, вітаміну С – 5-7 мг/100 г, Р-активних речовин – 120-210 мг/100 г [8].

Кінг Джонаголд – американський сорт, отриманий шляхом схрещування сортів Джонатан і Голден Делішес. Дерево середньої сили росту з округлою кроною, середньої густоти. Основні гілки міцні, розташовані під кутом 60-70° до стовбура. Вступає у плодоношення рано: на карликовій підщепі – на 2-3-й рік, на середньорослій – на 3-4-й рік. Урожайність висока і стабільна: дорослі дерева дають 30-45 кг з дерева або 28-52 т/га. Дерева відзначаються середньою зимостійкістю, середньою стійкістю до парші та борошнистої роси, а також стійкістю до бактеріального опіку.

Плоди великі (180-350 г), округло-конічної форми, із зелено-жовтою шкіркою, яка майже повністю вкрита яскраво-червоним смугастим або розмитим рум’янцем. Шкірочка середньої товщини, еластична, з легким восковим нальотом. М’якуш кремовий, щільний, дрібнозернистий, соковитий, із гармонійним солодко-кислим смаком (оцінка – 8,0-8,5 бала). Знімальна стиглість настає в кінці вересня – на початку жовтня, споживча – в листопаді. У холодильнику плоди зберігаються до 6-7 місяців. Вміст сухих речовин – 13,0-14,0%, цукрів – 10,0-11,5%, органічних кислот – 0,4-0,5%, пектинів – 1,0%, вітаміну С – 7-9 мг/100 г, Р-активних речовин – 140-200 мг/100 г.

РОЗДІЛ 3

ФОТОСИНТЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОДУКТИВНОГО ПРОЦЕСУ ЯБЛУНІ

3.1. Фітометричні показники

Показники діаметра штамбу та його приросту є важливими критеріями, що характеризують ріст і розвиток плодових дерев. Згідно з проведеними дослідженнями (табл. 4.1), у 2023 році найбільший діаметр штамбу був зафіксований у дерев сорту Кінг Джонаголд — 75,3 мм, тоді як у сорту Фуджі Кіку цей показник був найменшим серед досліджуваних — 54,0 мм.

Таблиця 3.1

Діаметр та приріст штамбу дерев яблуні залежно від сорту, мм

Сорт	Показник	2022	2024	Середнє
Голден Делішес (контроль)	діаметр	66,7	73,2	59,5
	приріст	8,4	6,5	11,2
Ред Чіф	діаметр	55,9	63,1	50,85
	приріст	5,6	7,2	9,7
Фуджі Кіку	діаметр	54,0	60,5	51,0
	приріст	4,9	6,6	6,9
Флоріна	діаметр	59,1	62,7	53,5
	приріст	7,2	3,6	7,4
Кінг Джонаголд	діаметр	75,3	80,2	67,5
	приріст	9,7	7,0	12,4
НІР05	діаметр	1,8	1,8	1,8
	приріст	0,4	0,4	0,4

Протягом наступних років досліджень спостерігалося поступове збільшення діаметра штамбу у всіх сортів. У 2024 році цей показник варіювався від 60,5 мм у сорту Фуджі Кіку до 80,2 мм у сорту Кінг Джонаголд. Середні значення діаметра штамбу за період досліджень коливалися в межах 50,85–67,5 мм, при цьому сорт Кінг Джонаголд демонстрував найвищі показники, а сорти Фуджі Кіку та Ред Чіф мали схожі значення.

Дисперсійний аналіз виявив значні відмінності в діаметрі штамбу залежно від сорту та року досліджень.

Середній приріст діаметра штамбу за період досліджень становив 6,9–12,4 мм, з істотною різницею між сортами. Дисперсійний аналіз (рис. 4.2) підтвердив значний вплив сорту та року досліджень на цей показник.

Таким чином, дерева сорту Кінг Джонаголд за період досліджень мали на 8,0–16,7 мм більший діаметр штамбу та на 0,2–5,5 мм вищий середній приріст порівняно з іншими сортами.

Середня довжина пагона дерев яблуні протягом досліджуваного періоду суттєво варіювала залежно від сорту та року (табл. 4.2). У 2023 році найвищі значення були зафіксовані у сорту Кінг Джонаголд (43.2 см), з незначною різницею між сортами Ред Чіф та Флоріна. У 2024 році перевагу за середньою довжиною пагона мали сорти Кінг Джонаголд (45,0 см) та Ред Чіф (44,3 см).

Таблиця 3.2

Середня довжина пагона дерев яблуні залежно від сорту, см

Сорт	**2023**	**2024**	**Середнє**
Голден Делішес (контроль)	37,5	39,5	38,8
Ред Чіф	42,6	44,3	44,9
Фуджі Кіку	39,4	40,2	40,4
Флоріна	41,3	45,1	43,8
Кінг Джонаголд	43,2	45,0	46,2

У середньому за роки досліджень, середня довжина пагона дерев сорту Кінг Джонаголд перевищувала контрольний сорт на 7,4 см та сорт Фуджі Кіку на 1,3 см. Дисперсійний аналіз показав достовірний вплив сорту на цей показник в окремі роки досліджень. Середня довжина пагона дерев сорту Кінг Джонаголд за період досліджень була на 8,6% вищою за контрольний сорт, з незначною різницею порівняно з сортом Ред Чіф. Найменші значення були зафіксовані у дерев сорту Голден Делішес.

Отже, за період досліджень, середня довжина пагона дерев сорту Кінг Джонаголд була на 7,4 см більшою порівняно з контрольним сортом, та на 1,3 см більшою порівняно з сортом Фуджі Кіку.

Таким чином, результати досліджень свідчать про значний вплив сорту яблуні на ріст дерев, що проявляється у діаметрі штамбу, його прирості та середній довжині пагона. Найкращі показники приросту діаметра штамбу та довжини пагона продемонстрував сорт Кінг Джонаголд, який перевершував інші сорти за цими показниками. Це вказує на високий потенціал цього сорту щодо продуктивності та вегетативного росту в умовах дослідження.

РОЗДІЛ 4
4.1 Ступінь квітування та зав’язування дерев яблуні (яблунь)

Аналізування параметрів цвітіння дерев яблуні (яблунь) свідчить про істотну різницю між значеннями параметрів, залежно від помологічного сорту та їхні коливання впродовж періоду досліджень (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 Показники квітування дерев яблуні (яблунь) залежно від помологічного сорту

Сорт	Рік	Кількість квіток, шт/дер	Кількість зав’язі, шт/дер	Рівень корисної зав’язі, %
Голден Делішес (контроль)	2023	600	77	13.0
	2024	501	41	8.4
Ред Чіф	2023	438	31	7.2
	2024	432	46	10.9
Фуджі Кіку	2023	329	31	9.8
	2024	388	39	10.6
Флоріна	2023	608	69	11.5
	2024	500	70	14.4
Кінг Джонаголд	2023	471	62	13.4
	2024	258	36	13.2

У представленій таблиці наведено результати оцінки процесів квітування та зав’язування плодів у дерев яблуні залежно від помологічного сорту протягом двох вегетаційних періодів — 2023 та 2024 років. Дослідження включали аналіз трьох основних показників: кількості квіток на одне дерево, кількості утвореної зав’язі, а також рівня корисної зав’язі, що відображає відсоткове співвідношення зав’язі до загальної кількості квіток. Таке оцінювання дозволяє визначити ефективність сорту в плані генеративної здатності та потенційної урожайності.

У 2023 році серед усіх досліджуваних сортів найвищу кількість квіток на дереві спостерігали у сорту Флоріна — 608 шт/дер., що свідчить про високий генеративний потенціал цього сорту. Водночас, сорт Голден Делішес (контроль) продемонстрував порівняну кількість квіток — 600 шт/дер., але вже у 2024 році цей показник зменшився до 501 шт/дер., що супроводжувалося зниженням рівня корисної зав’язі з 13,0 % у 2023 році до 8,4 % у 2024 році. Це може свідчити як про певні стресові умови вирощування, так і про варіативність запліднення залежно від погодних умов.

Сорт Ред Чіф, незважаючи на стабільну кількість квіток (438 та 432 шт/дер. у 2023 і 2024 роках відповідно), у 2023 році мав найнижчий рівень корисної зав’язі серед досліджуваних сортів — лише 7,2 %, проте в 2024 році цей показник значно

покращився і досяг 10,9 %, що вказує на позитивну динаміку при, ймовірно, кращому запиленні або погодних умовах.

Сорт Фуджі Кіку мав найнижчу кількість квіток у 2023 році — 329 шт/дер., однак компенсував це відносно високим відсотком корисної зав'язі — 9,8 %. У 2024 році кількість квіток дещо збільшилася до 388 шт/дер., з незначним зростанням рівня зав'язі до 10,6 %, що свідчить про стабільні показники репродуктивної здатності дерева.

Варто відзначити сорт Флоріна, який упродовж обох років демонстрував високі показники як за кількістю квіток, так і за рівнем утворення зав'язі. Зокрема, у 2024 році саме цей сорт мав найвищий відсоток корисної зав'язі — 14,4 %, що свідчить про високу ефективність запліднення та потенціал урожайності.

Сорт Кінг Джонаголд також вирізнявся стабільними та високими показниками рівня зав'язі: 13,4 % у 2023 році та 13,2 % у 2024 році, попри те, що кількість квіток у 2024 році істотно знизилася з 471 до 258 шт/дер. Це свідчить про високий ступінь реалізації генеративного потенціалу навіть при обмеженій кількості квіток, що може бути важливою характеристикою при вирощуванні сорту в складних кліматичних умовах.

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що серед досліджених сортів найбільший потенціал у плані ефективності утворення зав'язі мали Флоріна та Кінг Джонаголд. Вони стабільно формували високий відсоток зав'язі незалежно від кількості квіток, що свідчить про їхню придатність до вирощування у змінних агрокліматичних умовах. Натомість сорти Ред Чіф та Фуджі Кіку продемонстрували нижчу реалізацію генеративного потенціалу, що вимагає ретельнішого контролю за умовами запилення та застосування відповідних агротехнічних заходів для покращення зав'язування плодів. Отримані результати мають практичне значення для оптимізації сортонавантаження у промислових насадженнях, а також для планування системи догляду з урахуванням специфіки кожного сорту.

4.2 Урожайність насаджень

Дослідженнями встановлено неоднаковий вплив помологічного сорту на врожайність насаджень яблуні (яблунь) (табл. 4.2). впродовж періоду досліджень

Таблиця 4.2

Врожайність яблуні (яблунь) залежно від помологічного сорту

Рік (фактор А)	Сорт (фактор В)	кг/дерево	т/га	% до контролю
2023	Голден Делішес (к)	10,8	32,1	-
	Ред Чіф	5,2	14,9	-55,6
	Фуджі Кіку	5,9	16,2	-48,4
	Флоріна	8,7	25,7	-20,4
	Кінг Джонаголд	13,8	39,6	28,2
2024	Голден Делішес (к)	5,9	16,5	-
	Ред Чіф	6,8	19,6	17,0
	Фуджі Кіку	6,3	18,2	10,4
	Флоріна	8,6	24,4	46,8
	Кінг Джонаголд	7,1	19,1	19,1

*к – контроль

У таблиці, представленій у документі, наведено порівняльні дані врожайності дерев яблуні різних сортів упродовж двох вегетаційних періодів — 2023 та 2024 років. Дослідження охоплює п’ять помологічних сортів: Голден Делішес (контрольний сорт), Ред Чіф, Фуджі Кіку, Флоріна та Кінг Джонаголд. Кожен із сортів було оцінено за трьома показниками: фактична маса зібраного врожаю з одного дерева (кг/дерево), перерахована врожайність у тоннах з одного гектара (т/га), а також відхилення у відсотках порівняно з контрольним сортом, що дає змогу наочно побачити ефективність кожного сорту в динаміці.

У 2023 році найвищу врожайність зафіксовано у дерев сорту Кінг Джонаголд, які сформували по 13,8 кг з дерева, що відповідає 39,6 т/га. У порівнянні з контрольним сортом Голден Делішес (10,1 кг/дер. або 29,0 т/га), врожайність Кінг Джонаголд була вищою на 28,2%, що свідчить про його високий потенціал продуктивності в сприятливих умовах року. Досить високий показник показав і сорт Флоріна — 8,7 кг/дерево (25,7 т/га), хоча це й на 20,4% менше, ніж у контролю. Натомість Ред Чіф та Фуджі Кіку продемонстрували найнижчі результати — 5,2 і 5,9 кг/дерево відповідно, що еквівалентно 14,9 т/га для Ред Чіф і 16,9 т/га для Фуджі Кіку, тобто відставання від контролю склало понад 40%.

У 2024 році ситуація дещо змінилась. Контрольний сорт Голден Делішес показав зниження врожайності — лише 5,9 кг з дерева (16,5 т/га), що може бути

пов'язано з кліматичними чинниками або фізіологічним ослабленням дерев. У той самий час сорти Флоріна, Кінг Джонаголд, Ред Чіф та Фуджі Кіку забезпечили відносно вищу врожайність. Так, у Флоріни зібрано 8,6 кг/дерево (24,4 т/га), що на 46,8% вище, ніж у Голден Делішес. Кінг Джонаголд дав 7,1 кг/дерево (20,1 т/га) з приростом 21,8% до контролю. Фуджі Кіку та Ред Чіф мали врожайність 6,7 кг/дерево (18,8 т/га) та 6,5 кг/дерево (18,2 т/га) відповідно, що на 14,0% та 10,4% перевищувало контрольний сорт.

Отже, за результатами двох років досліджень, Кінг Джонаголд стабільно демонструє найвищу врожайність серед досліджуваних сортів, як за врожайністю з дерева, так і в перерахунку на гектар. Він має суттєву перевагу над контролем, особливо в сприятливих умовах року. Сорт Флоріна відзначився високою ефективністю у 2024 році, показавши лідерські позиції при загальному зниженні врожайності в інших сортів. Фуджі Кіку та Ред Чіф мають середні показники, проте в окремі роки можуть забезпечувати конкурентоспроможний урожай, що залежить від погодних умов, агротехніки та фітосанітарного стану насаджень.

Таким чином, результати свідчать про доцільність включення до виробничих насаджень сортів Кінг Джонаголд та Флоріна, які забезпечують стабільну та високу врожайність, демонструючи добру адаптацію до умов регіону вирощування.

4.3 Товарні характеристики врожаю

Таблиця 4.3. Середня маса плоду яблуні залежно від помологічного сорту

Сорт	2023, г	2024, г	Середнє за роками, г
Голден Делішес (контроль)	139,9	147,5	143,7
Ред Чіф	148,9	153,1	151,0
Фуджі Кіку	157,9	151,6	154,8
Флоріна	120,5	117,4	119,0
Кінг Джонаголд	193,9	181,7	187,8

У таблиці наведено порівняльні дані середньої маси одного плоду яблуні (у грамах) для п’яти сортів: Голден Делішес (контрольний сорт), Ред Чіф, Фуджі Кіку, Флоріна та Кінг Джонаголд, зібрані протягом 2023 і 2024 років.

Найменша середня маса плодів спостерігалася у сорту Флоріна, яка в обидва роки коливалася в межах 117,4–120,5 г, що дає середнє значення 119,0 г. Це свідчить про належність цього сорту до дрібноплідних або середньоплідних типів.
Голден Делішес, як контроль, мав середній показник маси плоду 143,7 г, де у 2023 році маса становила 139,9 г, а у 2024 – 147,5 г, що свідчить про певне покращення якості плодів у другий рік.

Ред Чіф та Фуджі Кіку продемонстрували середню масу плодів на рівні 151,0 г і 154,8 г відповідно, що свідчить про їх приналежність до великоплідних сортів із досить стабільними показниками.

Найбільшу масу плодів продемонстрував сорт Кінг Джонаголд – 193,9 г у 2023 році та 181,7 г у 2024, із середнім показником 187,8 г, що майже на 44 г перевищує контрольний сорт. Це свідчить про надзвичайно високий потенціал сорту до формування крупних плодів, що є перевагою при реалізації продукції на ринку.
Таким чином, за показником середньої маси плоду найкращим виявився Кінг Джонаголд, а найменші плоди були в Флоріни, що слід враховувати при виборі сорту залежно від вимог ринку та технології зберігання.