

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ САДІВНИЦТВА НААН**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ВІНЦКОВСЬКА ЮЛІЯ ЮРІЇВНА

УДК 631.576:634.11:631.816.3:58.055:581.47

**ДИСЕРТАЦІЯ
ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНИ В ПРАВОБЕРЕЖНІЙ ЧАСТИНІ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.07 – плодівництво

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Ю.Ю. Вінцовська

Науковий керівник:
доктор сільськогосподарських наук
Шевчук Людмила Миколаївна

Київ – 2017

АНОТАЦІЯ

Вінцковська Ю.Ю. Формування якості плодів яблуні в Правобережній частині Лісостепу України

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.07 – «плодівництво». – Інститут садівництва НААН України, Київ, 2017.

У дисертаційній роботі представлено результати досліджень впливу препаратів, які відносяться до IV класу небезпечності на якість яблук. Встановлено вплив позакореневої обробки на динаміку змін показників якості яблук протягом періоду їх росту, розвитку і дозрівання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше в Правобережній частині Лісостепу України досліджено вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами Атонік Плюс та Вапор Гард, які належать до IV класу небезпечності, на формування та збереження показників якості плодів яблуні сортів різних термінів досягання. Відзначено вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами на врожайність дерев яблуні. Вперше доведено позитивну дію Атоніку Плюс та Вапор Гарду на товарність плодів. Визначено вплив позакореневої обробки насаджень фітостимулятором та антитранспірантом на функціональний стан дерев.

Щодо практичного значення одержаних результатів, то отримані дані досліджень щодо визначення впливу позакореневої обробки насаджень дали змогу встановити оптимальні строки застосування Атоніку Плюс та Вапор Гарду відповідно до фенофаз вегетаційного періоду яблуні. Це позитивно позначалося на урожайності, а також товарності і споживчій якості плодів. Застосування даних препаратів дозволяє знизити вплив аномальних погодних умов (ранні заморозки, часті дощі, затяжні спеки) на ростові процеси дерев, що в свою чергу передують якісному врожаю. Дані досліджень щодо впливу погодних умов періоду росту і

розвитку яблук на формування якості та лежкості плодів дають змогу заздалегідь планувати напрям використання вирощуваного врожаю.

На період знімальної стиглості в усіх досліджуваних сортів вищий відсоток збереження плодів був в обох варіантах із позакореневим застосуванням Атоніку Плюс. При цьому в сортів Шафран краснокутський та Ямба максимальну кількість плодів відзначали при використанні Атоніку Плюс у варіанті 1 – 127 та 244 шт./дерева, у контролі з водою у даних сортів на дереві було 64 та 133 яблука відповідно. Зауважено, що при позакореневій обробці насаджень сорту Мавка в контрольному варіанті з Атоніком Плюс кількість плодів становила 340 шт./дерева, і це перевищило відповідний показник у варіанті із застосуванням води на 28 %.

Позакоренева обробка насаджень сорту Ямба Атоніком Плюс перед другою та Вапор Гардом, застосованим при першій та другій хвилях опадання зав'язі, позитивно позначилася на накопиченні маси плодами. На час знімальної стиглості в даних варіантах вона дорівнювала 129; 125 та 124 г відповідно.

Результати досліджень доводять позитивний вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами на врожайність дерев яблуні: у сорту Мавка найвищий урожай зафіксовано в контрольному варіанті, відібраному з насаджень, де застосовували Атонік Плюс (33,6 т/га); у Шафрана краснокутського та Ямби – у варіантах із використанням даного фітостимулятора перед другою хвилею опадання зав'язі, врожайність становила 15,8 та 26,2 т/га відповідно.

У сорту Ямба відзначено позитивний вплив позакореневої обробки насаджень Атоніком Плюс у дослідному та контрольному з ним варіантах, а також використання Вапор Гарду у варіанті 3 – уміст СРР у плодах дорівнював 11,0; 10,9 та 10,9 % відповідно. На час настання яблуками знімальної стиглості в сортів Шафран краснокутський та Мавка при позакореневому застосуванні Атоніку Плюс у варіанті 1 містилося більше СРР – по 14,0 % в обох сортів, тоді як у контролі з H_2O кількість даних речовин становила 12,9 та 13,5 % відповідно. В обох вищезгаданих зимових сортів використання в насадженнях Вапор Гарду у варіанті 2 також сприяло збільшенню вмісту СРР у плодах яблуні – 14,1 та 14,2 %. Це було більше, ніж у контролі з H_2O , на 1,2 та 0,7 % відповідно.

У сорту Шафран краснокутський на час настання яблуками знімальної стиглості відзначено, що накопичення максимальної кількості цукрів у них було у варіантах 2 та 3 з обприскуванням насаджень Вапор Гардом, а також трикратно Атоніком Плюс, їх уміст у яблуках дорівнював 9,1; 9,2 та 9,1 % відповідно, у плодах у контролі з водою кількість цукрів становила 8,6 %. Дещо по-іншому реагували сорти Мавка та Ямба – при застосуванні Атоніку Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі, кількість цукрів у їхніх яблуках дорівнювала відповідно 10,3 та 7,1 %. У сорту Мавка позакоренева обробка насаджень антитранспірантом Вапор Гард при другій хвилі опадання зав'язі, а також у Ямби – при першій хвилі позитивно впливали на накопичення даних речовин, їх кількість становила 10,3 та 7,4 % відповідно.

Встановлено, що позакоренева обробка насаджень Вапор Гардом, використаним при першій та другій хвилях опадання зав'язі, сприяла зменшенню кількості органічних кислот у плодах усіх дослідних сортів протягом їх росту і розвитку. При цьому у яблуках зимових сортів у варіанті з H_2O уміст титрованих кислот був найвищим – у Шафрана краснокутського на час знімальної стиглості він становив 0,82; у Мавки – 0,61 %.

За результатами досліджень доведено, що позакоренева обробка насаджень яблуні сортів Ямба та Мавка Атоніком Плюс, використаним перед другою хвилиною опадання зав'язі, сприяла поліпшенню С-вітамінності плодів – уміст даних речовин дорівнював 8,1 та 5,0 мг/100 г, у варіанті із H_2O кількість аскорбінової кислоти у яблуках була 7,2 та 4,5 мг/100 г відповідно. У сорту Мавка у варіанті 2, а також у Ямби у варіанті 3 із позакореневою обробкою насаджень Вапор Гардом також зафіксовано збільшення вмісту аскорбінової кислоти у плодах – 4,7 та 7,7 мг/100 г відповідно.

Відзначено, що при позакореневій обробці насаджень яблуні сортів Шафран краснокутський та Ямба Атоніком Плюс, застосованим перед другою хвилиною опадання зав'язі, у плодах на період настання ними знімальної стиглості накопичувалось більше фенольних сполук – 181 та 238 мг/100 г відповідно. Використання Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі в обох вищезгаданих сортів також мало позитивний ефект – уміст фенольних речовин становив 168 та

254 мг/100 г, це перевищило відповідні показники у варіанті з водою на 41 та 22 мг/100 г. У сорту Мавка при трикратній позакореневій обробці насаджень фітостимулятором, а також антитранспірантом, використаним при другій хвилі опадання зав'язі, кількість фенольних сполук у яблуках дорівнювала 209 та 208 мг/100 г відповідно, у контролі з водою – 200 мг/100 г.

Позакореневе застосування біопрепаратів у всіх варіантах сприяло збільшенню ППЩЛ порівняно з контролем з H_2O . Найбільші зміни ППЩЛ зареєстровано у разі трикратного обприскування насаджень сорту Мавка Атоніком Плюс – даний показник дорівнював $0,91 \text{ г/дм}^2$. Найменшу ППЩЛ мали контрольні варіанти з використанням води.

Позакоренева обробка насаджень яблуні сорту Шафран краснокутський у контрольних варіантах із використанням Атоніку Плюс та Вапор Гарду сприяла потовщенню листкового апарату: даний показник становив 252 та 255 мкм, і це перевищило контроль із водою на 22 та 25 мкм відповідно.

У насадженнях сорту Мавка при позакореновому використанні Атоніку Плюс та Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі товщина листка становила 239 та 240 мкм, при цьому в контролі з H_2O вона була меншою на 24 та 25 мкм. Проведені дослідження засвідчують, що збільшення загальної товщини листка відбулося за рахунок потовщення здебільшого палісадного шару.

При позакореневій обробці дерев сорту Мавка Атоніком Плюс та Вапор Гардом у варіанті 1 та 2, а також при трикратному застосуванні фітостимулятора Атонік Плюс у насадженнях Шафрану краснокутського спостерігалось зменшення інтенсивності хвилі флуоресценції S-M-T і параметру F_v , порівняно з контролем з H_2O , що свідчить про підвищення ефективності темнових фотосинтетичних процесів.

Фізіологічні зміни в листках тісно пов'язані з такими показниками, як урожайність, маса яблук, уміст СРР, цукрів та органічних титрованих кислот у них. Зафіксовано, що в сортів Ямба та Шафран краснокутський збільшення ППЩЛ під впливом позакореневої обробки насаджень біопрепаратами сприяло підвищенню врожайності дерев ($r=0,733$ та $0,704$); у сорту Мавка значний вплив на даний показник мала площа листкової пластинки ($r=0,700$). Зростання оводненості листків

сортів Ямба та Шафран краснокутський під впливом позакореневої обробки також супроводжувалося збільшенням кількості СРР ($r=0,675$ та $0,667$ відповідно) і зменшенням вмісту органічних кислот у яблуках ($r=-0,728$ та $-0,785$). Потовщення листкової пластинки в Мавки сприяло зростанню кількості цукрів у плодах ($r=0,772$) і, водночас, зменшенню вмісту органічних кислот у них ($r=-0,909$).

Залежно від позакореневої обробки насаджень препаратами врожайність дерев сорту Мавка змінювалася пропорційно коефіцієнту індукції: для варіантів, де використовували Атонік Плюс K_1 був найбільшим ($0,51$) і, відповідно, врожайність становила $31,7-33,6$ т/га; застосування Вапор Гарду дещо зменшувало ефективність роботи листка ($K_1 = 0,35-0,36$) – урожайність була в межах $19,3-21,3$ т/га.

Споживча стиглість яблук сортів Шафран краснокутський та Мавка, зібраних із насаджень, де проводили позакореневу обробку Атоніком Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі, наставала найпізніше порівняно з іншими варіантами досліджень: на 89-ту і 100-ту добу відповідно. Плоди Шафрану краснокутського та Мавки у варіанті 1 з позакореневою обробкою насаджень Атоніком Плюс зберігали свої товарні показники якості протягом 130 та 118 діб відповідно.

Упродовж зберігання в плодах сорту Шафран краснокутський, зібраних із насаджень з три - та двократною обробкою Атоніком Плюс, активно пригнічувалися фізіологічні розлади та грибні гнилі порівняно із застосуванням H_2O . На кінець зберігання кількість товарних плодів у вищезгаданого сорту становила понад 95 %, при цьому в обох варіантах із позакореневою обробкою Атоніком Плюс даний показник перевищив 96 %. У сорту Мавка найкращою товарністю плодів після зберігання відзначились яблука в контрольних варіантах із обприскуванням насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом – 94 та 95 % відповідно.

Відзначено, що ЦКІ в плодах зимових сортів, зібраних із насаджень з позакореневою обробкою Атоніком Плюс, використаним перед другою хвилиною опадання зав'язі, як на початок, так і на кінець зберігання був найвищим і становив: у яблуках сорту Шафран краснокутський – 11,0 та 16,9 відповідно, у Мавки – 20,6 і 26,2. У плодах яблуні сорту Шафран краснокутський, зібраних із насаджень у варіанті 2, а також у варіанті 3 із Вапор Гардом у Мавки, ЦКІ у стадії знімальної

стиглості дорівнював 13,2 та 21,5 відповідно, на кінець зберігання – 22,1 та 26,9. Це було вище, ніж у контрольних варіантах із використанням H_2O .

У сорту Шафран краснокутський та Мавка органолептичні показники плодів, а саме: інтенсивність забарвлення, смак та консистенція м'якоти, помітно вирізнялись у варіанті з обприскуванням насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі. Застосування Вапор Гарду перед збиранням урожаю в Мавки та при першій хвилі – у Шафрана краснокутського позитивно вплинуло на органолептичні показники: загальна дегустаційна оцінка становила 4,1 та 3,8 бала відповідно.

Позакоренева використання Вапор Гарду в насадженнях яблуні обох зимових сортів сприяло поліпшенню забарвлення плодів, котрі відповідно до ДСТУ за групою забарвлення належали до вищого сорту групи С. У разі позакореневого застосування в насадженнях сортів Шафран краснокутський та Мавка Атоніку Плюс у стані споживчої стиглості яблука належали до 1-го сорту, у контролі з водою – до 2-го.

Позакоренева обробка насаджень яблуні сорту Шафран краснокутський у варіанті 1 та 2, із застосуванням Атоніку Плюс та Вапор Гарду, сприяла вповільненню деструктивних змін у клітинній оболонці плодів під час зберігання, про що свідчить вищий вміст протопектину – 0,72 і 0,69 % відповідно у стадії споживчої стиглості порівняно з контролем із водою, де даний показник становив 0,63 %. Саме тому щільність м'якуша в зазначених яблуках на час настання ними споживчої стиглості була на 12 та 7 % вищою за контроль із H_2O відповідно.

У процесі зберігання в яблук сорту Мавка на час настання ними споживчої стиглості найменшу щільність реєстрували у плодах, зібраних із насаджень у контрольному та другому варіанті, де позакоренево застосовували Вапор Гард – 6,6 та 6,4 $кг/см^2$. У цих плодах відзначали найменшу кількість протопектину – 0,59 та 0,53 % відповідно. Найбільш щільний м'якуш яблук вищезгаданого сорту був у плодах з позакореневою обробкою насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі та Вапор Гардом – при першій хвилі: по 6,8 $кг/см^2$ в обох варіантах, із вмістом протопектину 0,74 та 0,65 % відповідно.

За даними досліджень встановлено, що ГТК на рівні 0,87 на початкових етапах росту і розвитку плодів досліджуваних сортів сприяв накопиченню їх маси.

Аналогічну закономірність відзначали й на кінець третьої декади липня, коли ГТК становив 0,54. Винятком був сорт Ремо – маса яблук у дані періоди спостережень була величиною гомеостатичною ($V=4\%$).

Оптимальним для Ремо був 2013 рік з ГТК 1,24 за період росту і розвитку плодів, коли яблука зберігалися 121 добу. Тривалість зберігання плодів Алесі та Надзейни була найбільша у 2014 році – 166 та 121 добу відповідно з ГТК 1,45 за вищезгаданий період. Найдовша тривалість зберігання плодів сортів Сябріна і Імант відзначена в 2015-му – 135 та 190 діб ГТК був 0,35.

Значна кількість опадів (145 мм) від початку вересня до збору плодів у 2013 році погіршила вихід товарних плодів у сорту Алєся, яблука Надзейни та Сябріни цього року мали значний відсоток ураження мікробіологічними хворобами – 23 та 12 % відповідно. Велика сума опадів (399,8 мм) у 2014-му протягом росту і розвитку плодів, порівняно з середнім багаторічним значенням (319 мм), погано позначилася на виході товарних яблук сортів Надзейни, Імант, Сябріна та Ремо, відсоток ураження мікробіологічними хворобами становив понад 12 %.

Розрахунки економічної ефективності виробництва плодів яблуні зимових сортів встановили, що в сорту Шафран краснокутський оптимальним було двократне позакореневе застосування Атоніку Плюс – рівень рентабельності дорівнював 77 %, і це перевищило відповідні показники контролю на 73 і 25 % відповідно. Для сорту Мавка рівень рентабельності в обох варіантах з позакореневою обробкою насаджень Атоніком Плюс становив 155 та 157 %.

Погодні умови року суттєво впливали на товарність плодів та урожайність досліджуваних сортів, також і на економічну ефективність їх вирощування та зберігання, а отже, і на рентабельність. Оптимальним роком для вирощування яблук сортів Алєся та Надзейни був 2014-й, для Іманту та Сябріни – 2015-й, Ремо – 2013-й. За таких умов був отриманий максимальний рівень рентабельності: для Алесі та Надзейни даний показник становив 11,0 і 30,0 %; Іманту та Сябріни – 30,1 та 12,6 %; Ремо – 41,0 %.

Ключові слова: плоди яблуні, якість, позакоренева обробка, біопрепарат, функціональний стан рослин, погодні чинники, лежкоздатність.

ABSTRACT

Vintskovska Y.Y. Formation of apple fruit quality in the Right-bank part of the Forest-steppe of Ukraine

Dissertation for a candidate degree in agricultural sciences (Doctor of Philosophy) in specialty 06.01.07 – fruit growing. – Institute of Horticulture of NAAS of Ukraine, Kyiv, 2017.

In dissertation presents research results of the influence preparations, belonging to the IV class of danger, on the quality of apples. The influence of foliar treatment on the dynamics of changes in appliance quality indices during the period of their growth, development and maturation was determined.

The scientific novelty of the obtained results is that for the first time in the Right-bank part of the Forest-steppe Ukraine has been investigated the influence of foliar treatment of plantings by the biological preparations Atonik Plus and Vapor Gard, belonging to the IV class of danger, on the formation and preservation of the indices of apple fruit quality of varieties with different terms of maturation. The influence of foliar treatment with biopreparations on the yield of apple trees is noted. For the first time, the positive effect of Atonik Plus and Vapor Gard on the marketability of the fruits has been proved. Influence of foliar treatment of plantings by phytostimulator and antitranspirant on the functional state of trees is determined.

The practical value of the results. The received data of researches on determination of influence of foliar treatment allowed to establish optimal terms of application of Atonik Plus and Vapor Gard in accordance with phenophase of vegetative period of apple. This positively affected the yields, as well as the merchantability and consumer quality of the fruits. Application of these preparations can reduce the influence of abnormal weather conditions (early frosts, frequent rains, prolonged heat) on the growth processes of trees, which in turn precedes the qualitative harvest. The obtained data on the influence of weather conditions of the growth period and the development of apples on the formation of quality and freshness of fruits allows us to plan the direction of the use of the cultivated crop in advance.

During the period of film ripeness in all studied varieties, the highest percentage of fruit conservation was in both variants with the foliar treatment by Atonik Plus. At the same time, in the varieties Saffran krasnokutskiy and Yamba, the maximum number of fruits was noted with using Atonik Plus in variant 1 – 127 and 244 pcs/tree; in the control of water in these varieties, the tree had 64 and 133 apples, respectively. It was noted that the foliar treatment of the Mavka variety in the control variant with Atonik Plus was 340 pcs /tree, which exceeded the corresponding figure in the variant with the use of water by 28 %.

Foliar treatment of Yamba variety by Atonik Plus before the second and Vapor Gard, applied at the first and second waves falls of ovary positively affected on the accumulation of fruit masses. At the time of the film's ripeness in these variants it was 129; 125 and 124 g respectively.

The results of the research prove the positive effect of the foliar treatment by biopreparation of the yield of apple trees – in the Mavka variety, the highest yield was noted in the control variant from the plantations where Atonik Plus was selected (33.6 t / ha), Saffran krasnokutskiy and Yamba were used in variants with this phytostimulator before the second wave falls of ovary– 15.8 and 26.2 t / ha, respectively.

In the Yamba variety, the positive effect of foliar treatment by Atonik Plus in the experimental and control variant was noted, as well as the use of Vapor Gard in variant 3 – the content of dry soluble substance (DSS) in the fruits was 11.0; 10.9 % and 10.9% respectively. At the time the application of film ripeness in the varieties Saffran krasnokutskiy and Mavka at the foliar treatment by Atonik Plus in variant 1 contained more DSS – by 14.0% in both varieties, whereas in the control with H₂O the amount of these substances was 12.9 and 13.5 % respectively. In both aforementioned winter varieties, the use of Vapor Gard in variant 2 also contributed to an increase the content of DSS in apple fruit – 14.1 and 14.2 %, which was greater than at the control with H₂O by 1.2 and 0.7 %, respectively.

At the time of the onset of apples, the Saffran krasnokutskiy variety was shown that the accumulation of the maximum amount of sugars was in variants 2 and 3 with the spraying of plantings by Vapor Gard, and also triple by Atonik Plus, their content in

apples was 9.1; 9.2 and 9.1 %, respectively, in the fruits in the control of water the amount of sugars was 8.6 %.

The Mavka and Yamba varieties reacted in a different way – when using Atonik Plus before the second wave falls of ovary, the amount of sugars in their apples was 10.3 and 7.2 %, respectively. In the Mavka variety, the foliar treatment by Vapor Gard in the second, as well as in Yamba, this antitranspirant at the first wave's falls of ovary positively influenced the accumulation of these substances; their number was 10.3 and 7.4 %, respectively.

It was established that the foliar treatment by Vapor Gard, used at the first and second waves falls of ovary, contributed to the reduction of the amount of organic acids in the fruits of all tested varieties during their growth and development. At the same time, in variants where water was used, the content of titrated acids was the highest – in the Saffran krasnokutskiy it was 0.82; in Mavka – 0.61 %.

According to the results of the research, it has been proved that the foliar treatment of apple trees of the Yamba and Mavka varieties by Atonik Plus used before the second wave falls of ovary contributed to the improvement of the C-vitamin content of the fruits, the content of these substances was 8.1 and 5.0 mg / 100 g, in the variant with H₂O the amount of ascorbic acid was 7.2 and 4.5 mg / 100 g, respectively. In variant 2 in Mavka varieties, as well as in Yamba in variant 3, with the foliar treatment by Vapor Gard, the increase in the content of ascorbic acid in apples was also recorded – 4.7 and 7.7 mg / 100 g, respectively.

It was noted that the foliar treatment of apple plantings in varieties Saffran krasnokutskiy and Yamba by Atonik Plus, applied before the second wave falls of ovary, in fruits at the time of their incident, more phenols accumulated –181 and 238 mg / 100 g, respectively. The use of Vapor Gard at the first wave falls of ovary in both of the aforementioned varieties also had a positive effect –the content of phenols was 168 and 254 mg / 100 g, which exceeded the corresponding indices in the version with water at 41 and 22 mg / 100 g. In the Mavka variety with three times foliar treatment of plantings with a phytosimylator, as well as an antitranspirant used at the second wave falls of ovary, the number of phenols in apples was 209 and 208 mg / 100 g respectively, in control with water –200 mg / 100 g.

Foliar application of biopreparations in all variants contributed to the increase of specific surface density of the leaf (SSDL), compared with the control of H₂O. The largest changes in SSDL were noted at three-fold spraying of Mavka by Atonik Plus –this figure was 0.91 g / dm². The smallest SSDL had control variants with the use of water.

Foliar treatment of apple varieties of Saffran krasnokutskiy in control variants using with Atonik Plus and Vapor Gard contributed to thickening of the leaf, namely 252 and 255 μm, which exceeded control with water at 22 and 25 μm, respectively.

In the planting of the Mavka variety, with the use of Atonik Plus and Vapor Gard for the foliar use at the second wave falls of ovary, the thickness of the leaf was 239 and 240 μm, while in control with H₂O it was smaller by 24 and 25 μm. Studies have shown that an increase in the total thickness of the leaf occurred due to thickening, to a greater extent, the palisade layer.

Foliar treatment of Mavka variety by Atonik Plus and Vapor Gard in variant 1 and 2, as well as the threefold application of this phytostimylator in the plants of the Saffran krasnokutskiy, showed a decrease in the intensity of the S-M-T fluorescence wave and the Ft parameter compared with the control, indicating an increase in the effectiveness of dark photosynthetic processes.

Physiological changes in leaves are closely related to indicators such as yield, the mass of apples, the content of DSS, sugars and organic titrated acids in them. It was noted that the Yamba and Saffran krasnokutskiy varieties, increase of SSDL under the influence of foliar treatment with biopreparations contributed to the increase of the yield of trees ($r=0.733$ and 0.704); in the Mavka variety, the small area of the leaf ($r=0.700$) was significant. Growth of the Yamba and Saffran krasnokutskiy varieties under the influence of foliar treatment was also accompanied by an increase in the number of DSS ($r=0.675$ and 0.667 , respectively) and a decrease in the content of organic acids in apples ($r=-0.728$ and -0.785). The thickening of the leaf in Mavka contributed to the increase in the number of sugars in the fruit ($r=0,772$), and at the same time the decrease in the content of organic acids in them ($r=-0,909$).

Depending on the foliar treatment, the yield of the trees of Mavka variety varied in proportion to the induction coefficient, for variants with using Atonik Plus, K_i was the

largest (0.51), and, accordingly, the yield was within the range 31.7–33.6 t / ha, the use of Vapor Gard somewhat reduced the effectiveness of the leaf ($K_i = 0.35–0.36$) –the yield was within the range 19.3–21.3 t / ha.

Consumer maturation of apple varieties of Saffran krasnokutskiy and Mavka, collected from plantings, where foliar application by Atonik Plus was performed before the second wave falls of ovary, came at a later date, compared to other research options: 89 and 100 days, respectively. The products of the Saffran krasnokutskiy and Mavka, in variant 1, with foliar treatment by Atonik Plus, kept their quality indices for 130 and 118 days, respectively.

During storage in the fruits of the Saffran krasnokutskiy variety, collected from plantations with three and two treatments by Atonik Plus, physiological disorders and fungal rot were actively suppressed, as compared with the use of H₂O. At the end of storage, the number of commercial fruit in the above-mentioned variety was over 95 %, while in both variants with foliar treatment by Atonik Plus this indicator exceeded 96 %. In the Mavka variety, the best commodity of the fruits after storage was marked by apples in control variants with spraying plantations by Atonik Plus and Vapor Gard – 94 and 95 % respectively.

It was noted that the sugar-acid index (SAI) in the fruits of winter varieties, collected from the plantings with foliar treatments by Atonik Plus, used before the second wave falls of ovary as at the beginning and in the end of storage was the highest, and was apple-type Saffran krasnokutskiy 11.0 and 16.9 respectively, in Mavka –20.6 and 26.2. In the fruit of the apple tree the Saffran krasnokutskiy variety, collected from plantations in variant 2, as well as in variant 3 with Vapor Gard in Mavka, SAI in the stage of film maturation was 13.2 and 21.5 respectively, at the end of storage –22.1 and 26.9, it was higher than in control variants using of H₂O.

The varieties Saffran krasnokutskiy and Mavka had organoleptic characteristics of fruits, namely: the intensity of color, taste and consistency of pulp differ markedly in the variant of spraying plantations by Atonik Plus before the second wave falls of ovary. The use of Vapor Gard before harvesting in Mavka and this antitranspirant at the first wave in the Saffran krasnokutskiy had a positive effect on organoleptic parameters, the total tasting score was 4.1 and 3.8 points, respectively.

The foliar treatment by Vapor Gard in apple planting of both winter varieties contributed to the improvement of the coloration of the fruits, which according to the color group belonged to the higher grade of group C in accordance with the State Standard of Ukraine. Foliar application in plantings of varieties Saffran krasnokutskiy and Mavka by Atonik Plus in the state of consumer maturity of apples belonged to the 1st grade, in control with water –to the 2nd.

Foliar treatment of plantings of the Saffran krasnokutskiy variety in variants 1 and 2, with using Atonik Plus and Vapor Gard, contributed to the deceleration of destructive changes in apple cell cultures during storage, as evidenced by the higher contents of protopectin – 0.72 and 0.69 % respectively in the consumer stage ripeness compared with water control, where it was 0.63 %. That is why, the density of the pulp in these apples at the time of their onset of consumer maturity was 12 and 7 % higher than the control of H₂O, respectively.

In the process of storage in apples of the Mavka variety at the time of their onset of consumer maturity, the lowest density was observed in the fruits collected from the control and the second variant, where the Vapor Gard was applied externally (6,6 and 6,4 kg / cm²), in the data fruits showed the smallest amount of protopectin 0.59 and 0.53 %, respectively. The most dense apples pulp of the aforementioned variety were in fruits, with the foliar treatment by Atonik Plus before the second and Vapor Gard in the first waves falls of ovary – by 6.8 kg / cm² in both variants, with contents of protopectin 0.74 and 0, 65 % respectively.

According to the research, it was established that the hydrothermic coefficient (HTC) at the level of 0.87 at the initial stages of growth and development of the fruits of the studied varieties contributed to the accumulation of their mass. A similar pattern was observed at the end of the third decade of July, when the HTC was 0.54, with the exception of the Remo variety, the weight of apples in these observation periods was homeostatic (V= 4 %).

Optimum for Remo was 2013, with HTC 1,24 for the period of growth and development of fruits, under these conditions, apples were stored for 121 days. The storage of fruits of Alessya and Nadzeiny was the highest in 2014 – 166 and 121 days in

accordance with the HTC 1.45 during the aforementioned period. The longest shelf life of the fruits of the varieties Sjabrina and Imant was noted in 2015 – 135 and 190 days of HTC was 0.35.

A significant amount of precipitation from the beginning of September to the collection of fruits (145 mm) in 2013 worsened the yield of commercial fruits in the Alessya variety, the apples Nadzeiny and Sjabrina this year had a significant percentage of microbiological diseases –23 and 12 % respectively. The large amount of precipitation (399.8 mm) in 2014 during the growth and development of fruits, compared with the average perennial (319 mm), had a bad effect on the release of marketable apples of the varieties of Nadzeiny, Imant, Sjabrina and Remo, the percentage of microbiological lesions was more than 12 %.

The calculations of the economic efficiency of the production of fruits of apple-tree winter varieties found that the best-quality foliar treatment by Atonik Plus was 77 % in the Saffran krasnokutskiy variety, which exceeded the corresponding control indicators by 73 % and 25 %, respectively. For the Mavka variety, the level of profitability in both variants with foliar treatments Atonik Plus was 155 and 157 %.

Weather conditions of the year had a significant impact on the marketability and yield of varieties, as well as on the economic efficiency of their cultivation and storage, and hence on profitability. The optimum year for the cultivation of apples of the Alessya and Nadzeiny varieties was 2014, for Imant and Sjabrina –2015, Remo –2013. Under these conditions, the maximum profitability was obtained: for Alessya and Nadzeiny, this indicator was –11 and 30 %; Imant and Sjabrina –30.1 % and 12.6 % respectively; Remo –41%.

Key words: apple fruit, quality, foliar treatment, biopreparation, functional state of plants, weather conditions, storeability.

Список публікацій здобувача

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Вінцковська Ю. Ю. Вплив умов західного Лісостепу на формування якості плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Вінцковська// Садівництво. – 2015. – № 69. – С. 138–145.
2. Войток Т. І. Вплив погодних умов на формування сировинних властивостей плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Т. І. Войток, Ю. Ю. Вінцковська// Садівництво. – 2015. – № 70.– С. 155–161.
3. Вінцковська Ю. Ю. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) біопрепаратами на формування показників якості плодів/ Ю. Ю. Вінцковська// Вісник Полтавської державної аграрної академії. –2016. – № 1–2.– С. 107–112.
4. Вінцковська Ю. Ю. Вплив біостимулятора Атонік Плюс на функціональний стан листкового апарату яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Вінцковська, О. І. Китаєв, В. В. Груша// Садівництво. – 2016. – № 71.– С. 152–159.
5. Вінцковська Ю. Ю. Вплив погодних умов періоду росту і розвитку плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) на їх лежкоздатність/ Ю. Ю. Вінцковська// Вісник Харківського національного аграрного університету. – 2016. – № 2. – С. 21–29.
6. Винцковская Ю. Ю. Влияние антитранспиранта Вапор Гард на содержание пигментов и функциональное состояние листового аппарата яблони (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Винцковская, О. И. Китаев // ȘTIINȚA AGRICOLĂ. Chișinău. – 2017. – № 1. – С. 39–43.
7. Шевчук Л. М. Вплив позакореневої обробки дерев яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) на накопичення аскорбінової кислоти плодами протягом їх росту і дозрівання/ Л. М. Шевчук, Ю. Ю. Вінцковська// Садівництво. – 2017. – № 72. – С. 100–106.

Матеріали наукових конференцій:

8. Вінцковська Ю. Ю. Вплив антитранспіранта Вапор Гард на фізичні показники плодів яблуні сорту Мавка/ Ю. Ю. Вінцковська// Тези Всеукр. наук.-

практ. конференції молодих учених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва». – Оброшино, 2014. – С. 11–12.

9. Вінцковська Ю. Ю. Вплив умов вирощування на збереження показників якості плодів яблуні білоруської селекції/ Ю. Ю. Вінцковська// Тези Міжнар. наук.-практ. конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації», м. Київ, 1–3 червня 2015 р. – К., 2015. – С. 14–15.

10. Вінцковська Ю. Ю. Вплив фітостимулятора Атонік Плюс на вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуні сорту Мавка/ Ю. Ю. Вінцковська// Тези VI Всеукр. наук.-практ. конференції «Біологічні дослідження-2015». – Житомир, 2015. – С. 349–351.

11. Шевчук Л. М. Зміни біохімічного складу плодів яблуні протягом періоду зберігання в залежності від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами/ Л. М. Шевчук, Ю. Ю. Вінцковська// Матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем АПК», м. Житомир, 19 травня 2017 р. – Житомир, 2017. – С. 73.

12. Вінцковська Ю. Ю. Вплив антитранспіранта Вапор Гард на вміст хлорофілів і функціональний стан листового апарату дерев яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Вінцковська, О. І. Китаєв, В. В. Груша// Міжнар. наук.-практ. конференція «Новітні агротехнології: теорія і практика», присвячена 95-річчю від дня заснування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, 11 липня 2017 р. – К., 2017. – С. 70.

Статті:

13. Шевчук Л. М. Регулюємо транспірацію/ Л. М. Шевчук, Ю. Ю. Корнута// Садівництво по-українськи. – 2014. – № 3 (3). – С. 75–76.

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП..... | 22 |
| РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ ТА ПОГОДНИХ УМОВ | 27 |
| 1.1. Ефективність позакореневої обробки насаджень мікроелементами та біопрепаратами | 27 |
| 1.2. Основні показники якості плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень та погодних умов..... | 30 |
| 1.2.1. Вплив погодних умов та позакореневої обробки насаджень на фізичні показники яблук | 30 |
| 1.2.2. Біохімічні зміни в плодах яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами та погодних чинників у період їх росту і розвитку .. | 33 |
| 1.3. Урожайність і товарність плодів залежно від позакореневої обробки насаджень мікроелементами та біопрепаратами | 39 |
| 1.4. Вплив екологічних факторів на функціональний стан дерев яблуні та його корекція біопрепаратами й мікроелементами | 42 |
| 1.5. Вплив позакореневої обробки та погодних умов на зміни в плодах під час їх зберігання..... | 47 |
| Теоретичне обґрунтування теми досліджень | 54 |
| РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 56 |
| 2.1. Умови проведення спостережень | 56 |
| 2.2. Програма проведення досліджень | 59 |
| 2.3. Методика виконання спостережень | 62 |
| РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ТОВАРНИХ ТА СПОЖИВЧИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ ЇХ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ДЕРЕВ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ..... | 67 |
| 3.1. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні на урожайність та показники товарності плодів..... | 67 |
| 3.2. Накопичення сухих розчинних речовин плодами протягом їх росту і розвитку залежно від позакореневої обробки насаджень яблуні | 75 |
| 3.3. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні на складники цукрово-кислотного індексу плодів | 77 |

| | |
|---|------------|
| 3.4. Вітамінність плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень у період їх росту і розвитку..... | 83 |
| 3.5. Накопичення фенольних речовин плодами яблуні під впливом позакореневої обробки насаджень..... | 86 |
| Функціональний стан рослин залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами | 89 |
| 3.6. Вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами на водний режим дерев яблуні | 89 |
| 3.7. Питома поверхнева щільність листка і її зміни залежно від обприскування насаджень яблуні біопрепаратами..... | 94 |
| 3.8. Вплив позакореневої обробки фітостимулятором та антитранспірантом на товщину листової пластинки | 96 |
| 3.9. Вплив фітостимулятора та антитранспіранта на вміст хлорофілів у листках яблуні..... | 98 |
| 3.10. Площа листової поверхні під впливом позакореневої обробки насаджень яблуні..... | 102 |
| 3.11. Індукція флуоресценції хлорофілу та її зміни залежно від позакореневої обробки насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом..... | 104 |
| 3.12. Обговорення результатів досліджень | 109 |
| РОЗДІЛ 4. ЛЕЖКОЗДАТНІСТЬ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ БІОПРЕПАРАТАМИ | 111 |
| 4.1. Вплив позакореневої обробки біопрепаратами на тривалість зберігання та якість яблук..... | 111 |
| 4.2. Природні втрати маси плодами яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами..... | 114 |
| 4.3. Зміни біохімічного складу плодів яблуні протягом зберігання під впливом позакореневої обробки насаджень | 115 |
| 4.4. Пектиновмісність плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами | 121 |
| РОЗДІЛ 5. ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ..... | 127 |
| 5.1. Інтенсивність накопичення маси плодів залежно від погодних умов..... | 127 |
| 5.2. Вплив погодних умов на вміст сухих розчинних речовин та цукрів у період росту, розвитку та зберігання яблук | 131 |

| | |
|--|------------|
| 5.3. Вплив погодних чинників у період росту і розвитку яблук на накопичення та збереження ними органічних титрованих кислот..... | 141 |
| 5.4. Вплив погодних умов на зміну біохімічно активних речовин у плодах протягом їх росту, розвитку і зберігання..... | 147 |
| 5.5. Вміст пектинових речовин у плодах яблуні залежно від погодних чинників | 153 |
| 5.6. Лежкоздатність плодів яблуні залежно від погодних умов періоду їх росту і розвитку..... | 158 |
| 5.7. Зміна фізичних показників плодів яблуні протягом тривалого зберігання залежно від погодних умов | 163 |
| РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУК ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ ТА ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ | 167 |
| ВИСНОВКИ | 173 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ | 175 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 176 |
| ДОДАТКИ | 202 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДСТУ – Державний стандарт України

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

САТ ≥ 10 °С – сума активних температур ≥ 10 °С

СРР – сухі розчинні речовини

ЦКІ – цукрово-кислотний індекс

ППЦЛ – питома поверхнева щільність листка

ВСТУП

Аналізуючи споживчий кошик населення України, можна впевнено стверджувати, що в ньому серед харчових продуктів основну позицію займають картопля та хліб. Натомість потреба в плодах і ягодах задовольняється лише на 35–45 % [69]. Найросповсюдженішою плодовою культурою в Україні є яблуня. Відомо, що на одну людину в нашій країні припадає 28–31 кг яблук, а це вдвічі менше фізіологічної норми (59 кг), обґрунтованої 1930 року, та на 9–10 кг менше від норми, яку називають фахівці [112]. Сьогодні експорт яблук в Україні становить 20 тис., а імпорт – 47 тис. тонн [121]. Розвиток галузі садівництва у ринкових умовах потребує збільшення виробництва високоякісної конкурентоспроможної продукції.

За нинішньої складної екологічної ситуації в нашій державі, та й у світі в цілому, сад має бути джерелом імуностимулюючих та лікувальних речовин, оскільки плоди є головним джерелом багатьох мінеральних елементів, які необхідні людському організму [101, 109, 189].

Абіотичні стреси є важливими факторами, що визначають якість і харчову цінність яблук протягом періоду їх росту, під час збору врожаю, обробки, зберігання та розподілу до споживача, незважаючи на те, що хімічний склад плодів значною мірою обумовлений генетичними особливостями сорту. Крім того, глобальне потепління клімату [72] створює додаткові зміни в навколишньому середовищі, які можуть вплинути на якість плодів [41, 208, 216]. Нині також виникла потреба в різкому збільшенні застосування засобів захисту, в тому числі екологічно чистих препаратів, стимуляторів росту і т. д. Тому важливого значення набуває взаємодія препаратів із рослинами, при цьому пріоритет віддається маловитратним речовинам і препаратам, які нешкідливі для теплокровних організмів [116, 139, 194].

Актуальність теми. Особливої актуальності сьогодні набуває з'ясування способів підвищення адаптаційної здатності рослин до несприятливих погодних чинників та пошук шляхів її посилення. Одним із засобів реалізації потенційних можливостей яблуні є застосування позакореневої обробки насаджень препаратами, які належать до IV класу небезпечності. Вони впливають на врожайність, якість та

лежкість яблук і є основним елементом для вирішення глобальної проблеми незбалансованого й недостатнього забезпечення плодами населення в цілому та зниження забрудненості довкілля [78].

Багато аспектів ефективного застосування препаратів у садах яблуні залишаються мало дослідженими. Так, недостатньо відомостей про їх вплив на основні компоненти продуктивності (товарність, урожайність), якість плодів, функціональний стан дерев, що дозволяло б розробити систему дій щодо формування оптимальних показників якості з урахуванням погодних умов, на основі застосування сучасних регуляторів росту з біостимулюючими компонентами цілеспрямованої дії, а також антитранспірантів. Також не відпрацьовані оптимальні строки використання препаратів нового покоління по фазах розвитку яблуні протягом вегетаційного періоду. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на визначення змін у показниках якості яблук протягом їх росту, розвитку і зберігання, а також на функціональний стан рослин залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами.

Вітчизняні науковці та економісти довели, що найефективніше вирощувати яблуню в Лісостепу [77, 141]. Дослідники зазначають, що глобальне потепління клімату істотно перетворює середовище існування сільгоспрослин, у наслідок чого значно змінюється біохімічний склад плодів, а генетичний потенціал рослин реалізується іншою мірою [72, 85, 208, 209, 210]. Тому дослідження впливу погодних умов періоду росту і розвитку яблук на формування та збереження показників якості їх плодів є особливо актуальним у даних умовах. Адже існує проблема не лише глобальної зміни клімату, а й появи великої кількості сортів, які потребують вивчення в кожній зоні окремо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводилися протягом 2013–2016 рр. відповідно до тематичного плану Інституту садівництва НААН України, державне фінансування завдання П рівня 16.00.04.02 «Розробити теоретичні основи екологічного забезпечення технологій зберігання плодів і ягід» (реєстраційний номер 0111U003166) та 19.01.03.03 «Розробити методологічні основи оптимізації

управління рослинними організмами для наукового обґрунтування прийомів підвищення стійкості та продуктивності плодкових і ягідних культур» (реєстраційний номер 0116U000659).

Мета і завдання досліджень. Мета – вивчення впливу біологічно активних речовин і погодних умов періоду росту і розвитку плодів яблуні на формування та збереження їх якості в Правобережній частині Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети слід було виконати такі завдання:

- встановити вплив фітостимулятора Атонік Плюс та антитранспіранта Вапор Гард на формування товарних і споживчих якостей плодів яблуні;
- дослідити вплив біопрепаратів на функціональний стан дерев яблуні за комплексом фізіологічних методів;
- вивчити вплив біологічно активних препаратів Вапор Гард та Атонік Плюс на лежкість плодів яблуні зимових сортів;
- проаналізувати вплив погодних умов періоду росту та розвитку на формування та збереження показників якості плодів яблуні;
- дати економічну оцінку ефективності вирощування та зберігання плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами та погодних умов періоду їх росту і розвитку.

Об'єкти дослідження – плоди яблуні літнього сорту Ямба та зимових – Шафран краснокутський, Мавка, Сябріна, Алєся, Імант, Надзєйни, Ремо.

Предмет досліджень – вивчення впливу погодних факторів, фітостимулятора Атонік Плюс і антитранспіранта Вапор Гард на формування та збереження якості плодів яблуні в Правобережній частині Лісостепу України.

Методи досліджень: біометричні, польові, біохімічні (рефрактометричний, титрометричний, карбазольний, спектрофотометричний), фізіологічні (підрахунково-ваговий, спектрофотометричний, метод поперечного зрізу листка, експрес-метод індукції флуоресценції хлорофілу).

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше в Правобережній частині Лісостепу України досліджено вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами Атонік Плюс та Вапор Гард, які належать до IV класу

небезпечності, на формування та збереження показників якості плодів яблуні сортів різних термінів досягання. Відзначено вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами на врожайність дерев яблуні. Вперше доведено позитивну дію Атоніку Плюс та Вапор Гарду на товарність плодів. Визначено вплив позакореневої обробки насаджень фітостимулятором та антитранспірантом на функціональний стан дерев.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані дані досліджень щодо визначення впливу позакореневої обробки насаджень дали змогу встановити оптимальні строки застосування Атоніку Плюс та Вапор Гарду відповідно до фенофаз вегетаційного періоду яблуні. Це позитивно позначалося на урожайності, а також товарності й споживчій якості плодів. Застосування даних препаратів дозволяє знизити вплив аномальних погодних умов (ранні заморозки, часті дощі, зatoryжні спеки) на ростові процеси дерев, що в свою чергу передує якісному врожаю. Дані досліджень щодо впливу погодних умов періоду росту і розвитку яблук на формування якості та лежкості плодів дають змогу заздалегідь планувати напрям використання вирощуваного врожаю.

Реалізація результатів досліджень. Отримані дані досліджень були впроваджені на Мелітопольській, Подільській та Сумській дослідних станціях Інституту садівництва НААН України. Позакореневу обробку насаджень яблуні проводили згідно з рекомендаціями, які були сформовані на базі проведених досліджень. Погодні чинники, такі як сума активних температур ≥ 10 °C та опадів за період вегетації, враховували під час планування щодо використання отриманого врожаю плодів яблуні сортів Алєся, Надзейни, Імант, Сябріна та Ремо.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень доповідались на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва» (Оброшино, 2014).

Дані по дисертаційній роботі опубліковано у вигляді тез на Міжнародній науково-практичній конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації», м. Київ, 1–3 червня 2015 р.; на VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Біологічні дослідження – 2015», м. Житомир;

Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем АПК», м. Житомир, 19 травня 2017 р.; Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика», м. Київ, 11 липня 2017 р., та у науково-практичному журналі «Садівництво по-українськи», 2014 р., № 3(3).

Особистий внесок здобувача становить 90 % і полягає у проведенні польових і лабораторних досліджень, опрацюванні наукової літератури, статистичному обробленні матеріалів, узагальненні результатів досліджень із формулюванням наукових положень, висновків і рекомендацій виробництву.

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 6 статей у наукових фахових виданнях України, та 1 – у зарубіжному.

Структура та обсяг дисертації. Дисертацію викладено на 207 сторінках комп'ютерного тексту, з яких основного – 153 сторінки. Робота складається зі вступу, огляду літератури, 4 розділів результатів досліджень, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Дисертацію ілюстровано 34 таблицями та 30 рисунками. Список використаних джерел налічує 247 найменувань, з яких 46 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ ТА ПОГОДНИХ УМОВ

1.1. Ефективність позакореневої обробки насаджень мікроелементами та біопрепаратами

Культура яблуні в Україні — важлива галузь сільського господарства, яка дає населенню цінні харчові продукти – плоди, а їх виробникам – значні прибутки, що надзвичайно важливо в умовах ринкових відносин [73, 77]. Плоди, вирощені в різних зонах України, за якістю є цілком конкурентоспроможними як на внутрішньому, так і на світовому ринках. Близько 58 % площі зайнято під зернятковими культурами, з яких під яблунею – 88,1 %. В Україні в 2014 році загальна площа насаджень яблуні в усіх категоріях господарств становила 115,2 тис. га, валовий збір плодів – 1085,4 тис.т [37]. У світі налічується й описано до 20 тис. сортів яблуні, з них 71 сорт включено до Державного реєстру сортів України [42].

Хімічний склад плодів є досить стійкою сортовою ознакою, але деякою мірою він залежить від агротехніки, ґрунтового та позакореневого внесення добрив і препаратів, а також ґрунтово-кліматичних умов і зберігання. Урожайність, товарність і хімічний склад плодів сорту можна істотно модифікувати вибором підщепи, застосуванням специфічних прийомів формування і догляду за кроною, внесенням добрив, застосуванням засобів захисту рослин, регуляторів росту тощо [77, 156].

Велике значення для отримання високих врожаїв з плодами гарної якості в інтенсивних плодкових насадженнях має позакореневе внесення добрив і біопрепаратів, адже воно стало частиною сучасних технологій вирощування – ефективність такого внесення набагато вища від ґрунтового [30, 52, 108, 155, 157]. Постачання важливих компонентів у критичних моментах розвитку рослини дає імпульс для створення більшого і якісного врожаю. Позакореневе внесення позитивно позначається на силі цвітіння, збільшує кількість квіткових бруньок, стимулює плодоутворення, зменшує опадання зав'язі та плодів і сприяє

прикріпленню їх до кільчатки, підвищує стійкість рослин до несприятливих чинників, зокрема їх посухо- та холодостійкість, пізніх весняних приморозків, збільшує врожайність, якість і збереженість плодів, затримує чи, навпаки, прискорює процеси старіння [32, 55, 61, 89, 100, 113, 126, 139, 142, 157, 194, 201].

З кожним роком проявляється чимраз більший інтерес до екологічно чистих технологій вирощування культур [7, 60]. Новітні регулятори росту та антитранспіранти за санітарно-гігієнічною класифікацією належать до нетоксичних речовин. Вони позитивно впливають на ріст і розвиток рослин, швидко трансформуються ґрунтовими організмами й рослинними клітинами [6].

Регулятори росту забезпечують зростання врожайності, покращення товарного вигляду плодів та їх харчової цінності. Важливим є й те, що регулятори росту підвищують зимостійкість та стійкість до погодних аномалій [47], адже під дією стресових умов рослина втрачає можливість засвоювати поживні речовини, оскільки це потребує енергетичних затрат, які в цей момент спрямовані на подолання стресу [6, 14]. У літній період плоді рослини найбільш чутливі до коливань температури у фазі цвітіння, зав'язування і росту плодів, утворення квіткових бруньок. У період квітнення особливо небезпечні ушкодження генеративних органів приморозками, і тут незамінним стає обприскування регуляторами росту [35].

В останні роки в літній період посилюється дія високих, особливо небезпечних температур, у ці періоди плоді рослини відчувають температурний шок. Причому для літнього періоду характерне не так зростання температури, як часті посухи. І хоча середні суми опадів того чи іншого вегетаційного періоду в межах норми, але дощі йдуть украй нерівномірно, що також підвищує ризик осипання зав'язі, зниження кількості та якості врожаю, зокрема тривалості його зберігання [46, 85]. Найсильніші пошкодження від високих температур спостерігаються на яблуках у вигляді сонячних опіків, що призводять до зниження стандартності плодів в саду до 10 – 12 % [128].

За даними М. М. Мірошніченко та Б. С. Носко, втрати врожайності від несприятливих погодних умов в окремі роки можуть досягати 45 – 50 %, а за поєднання кількох екстремальних явищ – 70 % і більше. Протидіяти таким аномаліям непросто, але можна, і одним із найреальніших способів є агрохімічні

заходи, які дають змогу коригувати процеси росту рослин, їх живлення та водопостачання через просторове розміщення добрив, їх форму, періодичність та спосіб підживлень, поєднання зі стимуляторами росту та мікроелементами [104].

Учені Білоруського інституту плодівництва дійшли висновку, що від застосування мікроелементів (Mn, Zn, B) кількість зав'язування плодів від загальної кількості квіток у середньому за 1997–1999 становила: у варіанті із сумішшю марганцю й бору – 39 %, комплексу із 3 елементів – 33,7 %, цинку – 32,2 %, суміші цинку з бором – 29,8 %, бору – 28,8 %, тоді як у контрольних рослин – лише 26,7 % [27]. Е. С. Боровик довів, що у сортів Весяліна та Імант застосування препарату Епін збільшило кількість зав'язування плодів на 6–8 % порівняно з контролем [9].

Обробки регулятором росту Атонік Плюс дерев яблуні сорту Ліберті у Краснодарському краї (Російська Федерація) при стресових умовах літнього періоду запобігали опаданню плодів і покращували їх якість [122]. Дослідження, проведені на півдні Росії, відзначають менше осипання плодів сорту Голден Делішес у варіантах із чотирикратною обробкою Атоніком Плюс, що привело до набирання врожаю яблук на 9,3 т/га порівняно з контрольним варіантом. Показано, що застосування регулятора росту Атонік Плюс сприяло поліпшенню біометричних показників плодів яблуні вищезгаданого сорту [119]. На думку В. П. Попової та Т. Г. Фоменко, обробки препаратом Атонік Плюс дерев яблуні сорту Ліберті при витраті препарату 0,15 л/га у першій половині вегетаційного періоду позитивно вплинули на посилення фізіолого-біохімічних процесів у рослин, що привело до прискореного природного фізіологічного осипання зав'язі плодів. Відзначено тенденцію підвищення врожаю при чотирикратній обробці препаратом Атонік Плюс за рахунок меншого осипання плодів при стресових посушливих умовах літнього періоду, у фазі наливу і дозрівання [122].

Дослідження, проведені 2011 року в Кубанському державному аграрному університеті (м. Краснодар), засвідчують, що використання напередодні модельованих весняних заморозків борної кислоти позитивно впливало на важливу складову адаптаційного комплексу у рослин яблуні в несприятливих умовах

довкілля. Разом з тим, позакоренеve внесення борної кислоти в літній період сприяє зменшенню ступеня пошкодження листя яблуні сорту Флоріна високими температурами (55–60 °C) [44].

За словами Себастьяна А. Д'Аміко, застосування Мегафолу (антистресовий препарат, активатор росту) підвищує врожайність та якість продукції і стабілізує ці показники в несприятливих погодних умовах [48].

Отже, позакоренева обробка насаджень яблуні мікроелементами та препаратами позитивно впливає на зав'язування плодів, підвищення врожайності, а також зменшує опадання зав'язі при дії несприятливих погодних умов, ризик пошкодження низькими температурами на початку росту і розвитку плодів та ступінь їх ураження від високих температур літа. При цьому одним із засобів вирішення питання зменшення впливу несприятливих погодних чинників є застосування таких біопрепаратів, як регулятор росту та антитранспірант. В умовах Правобережної частини Лісостепу України вплив позакореневої обробки насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом не досліджувався, тому це питання потребує більш детального розгляду.

1.2. Основні показники якості плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень та погодних умов

1.2.1. Вплив погодних умов та позакореневої обробки насаджень на фізичні показники яблук

Найважливішими показниками товарної якості плодів є їхні фізичні показники: маса, найбільший поперечний діаметр та форма [203]. Вони є найбільш сталою ознакою сорту [71, 77].

Багато авторів зазначають, що погодні умови в період росту і досягання плодів (жарке і сухе літо, зимові морози та ін.) мають істотний вплив на перебіг фізіологічних процесів плодкових дерев, тому не можуть не позначатися на таких показниках якості плодів як маса, розмір, форма [46, 175, 246].

У південно-степовій підзоні України найбільший вплив абіотичних стресових факторів за 1998–2012 рр. на середню масу плодів виявлено для сорту Флоріна, про що свідчить коефіцієнт мінливості (майже 18 %). Найбільш стійким до впливу погодних умов виявився сорт Айдаред, коефіцієнт варіації у якого найнижчий – 12,8 % [183]. Т. Г. Причко у своїх дослідженнях відзначила, що наслідком сильних морозів зими 2005–2006 років була велика кількість недорозвинених та ребристих плодів яблуні. Особливо постраждав сорт яблук Айдаред [127].

Обробка дерев мікроелементами та препаратами також позначається на накопиченні маси плодами як основи для формування урожаю. Дослідження, проведені білоруськими вченими, показали, що препарати ГУМИ-20 та «Сила життя» до початку збору дали змогу отримати більш якісні плоди, які в знімальній стиглості мали більший розмір та масу. Так, у контрольному варіанті їх середня маса становила 126,8 г (Голден Делішес), 129,2 г (Айдаред) і 128,5 г (Ренет Симиренко) і була нижчою, ніж у разі обробки яблунь препаратом ГУМИ-20 [168].

Яблука сорту Голден Делішес і Старкрімсон обприскували один раз або двічі препаратом Promalin (GA4 + GA7 + BA) у концентраціях 12,5 та 50 мг/л. Це спричинило зміну форми плодів – вона стала більш витягнутою. В обох досліджуваних сортів збільшилася висота плоду, у сорту Голден Делішес – ще й діаметр. Promalin збільшив масу яблук Голден Делішес на 16–24 % порівняно з контролем, натомість на масу плоду іншого досліджуваного сорту впливу не мав [202]. В інституті міста Мілан вивчали ефективність застосування позакореневого внесення розчину мікроелементів (MgO – 2,5 %, B – 9,5, Fe – 0,1, Cu – 0,1, Zn – 0,1 %) у груші сорту Вільямс. Обприскування позитивно вплинуло на врожайність, розмір плоду та збільшило його середню масу на 14 % порівняно з контролем [240].

Представник компанії «Fine agrochemicals» на V Міжнародному семінарі «Сучасні технологічні рішення в садівництві. Досягнення ефективності в складних ситуаціях» звернув увагу садівників на високотехнологічний препарат «Новагіб» (у його діючій речовині вміст гібереліну GA4 становить 90 %), який, за його словами, стимулює збільшення і подовження плодів, розміри листової пластинки, захищає

поверхню від оржавлення і сприяє зав'язуванню плодів при відсутності запилення [48].

Позакореневе внесення препаратів не завжди позитивно позначається на масі плоду. Наприклад, у варіантах із застосуванням біологічного калію (препарат асоціативних азотфіксуючих бактерій Азотобактерин) та біологічного натрію (препарат силікатних бактерій – ВРФ) середня маса плодів сорту Чаравніца була менше контролю на 9–14 %. На рівні контролю плодоносив варіант із застосуванням біологічного калію – 1 т/га [90]. Дослідження, проведені у зрошуваному насадженні в Правобережному Лісостепу України, засвідчили, що при застосуванні позакореневого внесення мікроелементів у сорту Голден Делішес середня маса плоду у варіантах досліду в 2002–2003 рр. суттєво не відрізнялася від контролю, а в 2004 р. від застосування магнію та мікродобрив проявився найбільший ефект. Пересічно за три роки досліджень середня маса плодів із дослідних варіантів перевищила контроль на 2,1–30,8 %. Максимальним цей показник був протягом досліджень лише у варіанті з 0,5 % концентрацією марганцю, збільшившись за період з 2002 по 2004 рік від 143,8 до 167,8 г, тоді як застосування нікелю в 0,1 % концентрації спричинило його зниження[8].

Таким чином, однозначного впливу погодних умов на масу та розмір плоду яблук дослідниками не встановлено. Суперечливі дані вказують на необхідність більш детального вивчення зазначеного питання. Слід зазначити також, що препарати та мікроелементи мали різний вплив на зміни фізичних показників яблук. В Україні використання фітостимулятора Атонік Плюс і антитранспіранта Вапор Гард та їх вплив на масу і розмір яблук ніхто із розглянутих літературних джерел не вивчав. Особливо актуальним є дослідження впливу біопрепаратів і погодних чинників протягом росту і розвитку яблук, щоб зрозуміти, які з них і в який період є особливо впливовими.

1.2.2. Біохімічні зміни в плодах яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами та погодних чинників у період їх росту і розвитку

Зовнішній вигляд є надзвичайно важливим елементом для успішного продажу. Проте за умов відсутності споживчої якості плодів марно сподіватися на досягнення максимальних фінансових результатів [103, 107].

Формування біохімічного складу плодів обумовлене насамперед генотипом сорту і погодними умовами періоду вегетації [97, 106, 107, 191, 222], при цьому в плодах одних сортів кількість основних елементів хімічного складу змінюється істотно, в інших зміни дуже незначні [64, 76, 189].

Сухі розчинні речовини та цукри. Споживчі якості плодів культур значною мірою визначаються вмістом сухих розчинних речовин [73]. Більшість із них представлені цукрами, органічними кислотами, дубильними й пектиновими речовинами. Цукри становлять 70–75 % загального вмісту сухих розчинних речовин [75, 77].

Російські вчені вважають, що кількість СРР і цукрів у плодах є генетично закріпленою ознакою [144, 170]. В Інституті плодівництва Республіки Білорусь, навпаки, доводять, що під дією позакореневої обробки мікроелементами та хелатними добривами у сортів яблуні пізньозимового строку стиглості спостерігалось достовірне збільшення відносно контролю вмісту в плодах СРР на 12–32 %, цукрів – на 8–13 % [137]. Зазначено, що позитивний вплив на формування і покращення якості плодів, за рахунок інтенсивного накопичення СРР та цукрів, мають позакореневі обробки насаджень гуміновими препаратами [80]. За даними, представленими на конференції у Самохваловичах, при позакореневій обробці насаджень препаратом ГУМІ-20 відбувається накопичення сухих речовин у сорту Голден Делішес (14,9 %, у контролі – 14,3 %) [168]. Використання таких препаратів, як Purshade і Вапор Гард, завдяки забезпеченню нормального ходу фізіологічних процесів при дозріванні плодів поліпшило їх якість: уміст сухих речовин і цукрів підвищився на 3–12,5 % порівняно з контролем [128]. На думку Г. А. Шуруба, позакореневе внесення мікроелементів стимулює накопичення цукрів у плодах яблуні [194].

Дехто з науковців доводить, що хімічний склад плодів (уміст СРР, цукрів) був досить стійким і не дуже залежав або неістотно змінювався залежно від позакореневого застосування препаратів. Більшою мірою на нього впливали погодні умови в період вегетації [28, 96]. Результати досліджень також засвідчили, що позакореневе застосування регуляторів росту рослин, таких як Дамінозід, Фенопроп і Діхлоропроп, не вплинуло на вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуні сортів Джонатан, Старкрімсон та Тсугасу [218]. Використання крапельного зрошення бором не мало впливу на накопичення СРР та цукрів у плодах яблуні сорту Джонаголд [247]. Дослідження, проведені вітчизняними науковцями, вказують на те, що при застосуванні препарату «Нутривант Плюс плодовий» у плодах яблуні сорту Радогость у міру зростання кратності обробок зменшувався вміст СРР та цукрів [156].

М. Ф. Подгорная та В. П. Попова довели, що обробка сорту Голден Делішес препаратом Атонік Плюс приводила до зниження (на 1,1 %), порівняно з контролем, вмісту сухих речовин [119]. Обприскування нікелем в 0,1 % концентрації вищезгаданого сорту погіршило смакові якості плодів за рахунок зменшення кількості цукрів у яблуках [8]. У Російській Федерації у насадженнях винограду сорту Цитронний Магарача при трикратній обробці препаратом Атонік Плюс було відзначено деяке зниження вмісту цукрів і збільшення вмісту титрованих кислот у ягодах [122].

Дехто з авторів підтримує думку, що цукрів та СРР накопичується більше в теплі та менш вологі роки [43, 75, 77, 84, 116, 181, 186], при цьому вміст даних речовин збільшується в прямій кореляційній залежності до кількості отриманого тепла, особливо при температурі $\geq 15^{\circ}\text{C}$ [181]. М. А. Макаркина зазначає, що максимальна кількість цукрів була при недостатньому зволоженні території. Це пояснюється тим, що колоїдні речовини відіграють важливу роль у стійкості рослин до засухи [91]. За словами Т. С. Ширко та І. В. Ярошевича, велика кількість опадів, низькі температури і похмура погода затримують ріст плодів, спричиняють зменшення вмісту цукрів і СРР у плодах [191].

Органічні титровані кислоти необхідні для життєдіяльності організму. Вони надають плодам специфічного смаку і тим самим сприяють їх кращому

засвоєнню, відіграють відповідальну роль у збереженні кислотно-лужної рівноваги організму і навіть виявляють певну радіоактивну дію [190]. Органічні титровані кислоти становлять незначну частину вмісту плоду — від 0,02 до 2,24 %, але істотно впливають на його смакові якості. Кислотність більшою мірою, ніж інші речовини, змінюється під впливом погодних чинників і залежить від стадії стиглості яблук [75, 77, 116, 191, 217].

А. М. Криворот стверджує, що в дощову і холодну пору підвищується вміст органічних кислот [84]. За даними Т. Г. Причко та Л. Д. Чалої, збереженню кислот у процесі дозрівання плодів сприяють опади, ця залежність характерна здебільшого для висококислотних сортів [126, 128]. При посушливій погоді у вегетаційний період загальна кислотність у плодах знижується [191].

Результати досліджень, проведених у південному Поліссі України Л. М. Шевчук, вказують на те, що накопичення та динаміка органічних кислот у плодах яблуні протягом вегетаційного періоду визначаються чіткою перевагою генетичних особливостей сорту над погодними умовами [181]. Дехто з науковців підтверджує, що погодні умови не мали впливу на акумулювання органічних титрованих кислот у плодах яблуні [28, 96, 218].

Уміст цукрів, органічних титрованих кислот, а також їх співвідношення в яблуках – це конкретний показник сорту. Проте він може змінюватися за певних умов вирощування, зокрема за позакореневої обробки препаратами [239]. При позакореновому застосуванні регуляторів росту рослин (Дамінозід, Фенопроп і Діхлоропроп) у плодах яблуні сортів Джонатан, Старкрімсон та Тсугасу їх кислотність не змінилась [218]. Дослідження польських учених довели, що при крапельному зрошенні бором протягом росту плодів яблуні сорту Джонаголду вміст органічних титрованих кислот також не змінився [247]. При використанні позакореневої обробки насаджень яблуні сорту Голден Делішес препаратами «Сила життя» та ГУМІ-20 до моменту збирання яблук вміст титрованих кислот залишався в усіх варіантах дослідження достатньо високим, характерним для сорту, що дозволяє зробити висновок про те, що використані препарати не позначилися на їх кількісному складі [168].

На півдні Російської Федерації при обприскуванні Атоніком Плюс насаджень яблуні сорту Голден Делішес спостерігали більше накопичення органічних кислот. Ці зміни привели до поліпшення лежкоздатності плодів [119].

Дослідження, проведені В. Ямковським, засвідчили, що вміст органічних кислот у плодах сорту Чемпіон у варіанті із застосуванням мікродобрив «^{УА}Росток» був нижчим на 18 %, ніж у контролі, і становив 0,28 % [200].

Аскорбінова кислота (вітамін С) – найбільш поширений вітамін у плодах і ягодах, який визначає цінність культури. Відсутність чи недостача вітамінів в організмі може призупинити чи затримати утворення важливих для організму ферментів і, як наслідок, викликати порушення нормального ходу обміну речовин [101].

У процесі росту і дозрівання плодів уміст аскорбінової кислоти змінюється: спочатку він зростає, потім поступово зменшується [191]. Аскорбінова кислота є найменш стійким вітаміном, її стабільність більше залежить від погодних умов, ніж інші біохімічні показники, про це свідчать високі коефіцієнти варіації і межі різноманітності за роками [116, 230]. ГТК більше впливає на вміст вітаміну С у плодах, ніж сума активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ і кількість опадів за вегетаційний період. Зауважено, що чим вищий ГТК, тим більший уміст аскорбінової кислоти [75, 116]. Л. В. Метлицький, Т. С. Ширко, П. В. Кондратенко та Л. М. Золотухіна відзначали, що яблука в більшій кількості накопичують вітамін С у роки з дощовим і холодним літом, тоді як спекотне і сухе літо прискорює розвиток плодів і сильно знижує їх вітамінність [70, 101, 191]. Як зазначалось вище, у процесі дозрівання плодів уміст аскорбінової кислоти зменшується, і чим вищий температурний вплив у період формування плодів, тим більша його втрата [126]. Т. С. Ширко та І. В. Ярошевич відзначали, що при великій кількості опадів, низьких температурах і похмурій погоді затримується розвиток плодів, що приводить до підвищення їх вітамінності, тоді як переважання протягом року (особливо в період активного росту і дозрівання плодів) протилежних умов прискорює розвиток яблук і значно знижує їх вітамінність [191]. Л. М. Шевчук у своїй роботі відзначила, що чим вищий показник вмісту аскорбінової кислоти у плодах, тим він стабільніший відносно змін погодних умов [181].

На вміст аскорбінової кислоти у плодах яблуні також мала вплив і позакоренева обробка насаджень. М. Ф. Подгорна та В. П. Попова довели, що обробка насаджень сорту Голден Делішес та Ліберті препаратом Атонік Плюс у Краснодарському краї РФ сприяла подовженню періоду росту та наливу плодів яблуні й винограду та, відповідно, більш пізньому їх визріванню і кращому накопиченню аскорбінової кислоти [119, 122].

Обробка комплексним хелатним препаратом «Комплемент» сортів яблуні пізньозимового строку дозрівання в Республіці Білорусь виявила позитивну дію на інтегральний рівень поживної і вітамінної цінності їх плодів, під дією удобрення вміст аскорбінової кислоти підвищився на 6–15 % [137]. Збільшення аскорбінової кислоти зафіксовано при обробці препаратом «Сила життя» насаджень яблуні сорту Ренет Симиренка, в плодах яких містилось 9,2 мг/100 г порівняно з 7,6 мг/100 г у контролі [168]. Позакоренева обробка насаджень магнієм, бором, цинком, марганцем та нікелем підвищила вміст у плодах яблуні сорту Голден Делішес вітаміну С на 31,8–127,3 % порівняно з контролем і неістотно вплинула на інші показники їх хімічного складу [8]. Застосування препарату Purshade і Вапор Гард збільшило вміст вітаміну С на 10–25 % порівняно з контролем. Так, у сорту Ренет Симиренка обробки препаратом Purshade сприяли високому накопиченню вітаміну С в плодах у всіх варіантах дослідження – від 8,8 до 9,5 мг/100 г (перевищення його вмісту в контролі на 2,4–3,1 мг/100 г) [128].

Існують дані, що при позакореневій обробці плодів дерев препаратом «Сила життя» вміст аскорбінової кислоти в плодах сорту Голден Делішес несуттєво збільшився [168]. А позакоренева обробка препаратом «Нутривант Плюс плодівий» насаджень сорту Радогость, навпаки, зменшувала вміст вітаміну С у міру зростання кількості обробок [156].

Пектинові речовини визначають характер структури м'якуша плоду, тривалість їх зберігання і технологічні якості. Плоди з високим вмістом пектинів цінні для споживання свіжими, вони мають здатність до виведення з організму токсинів, радіонуклідів [75, 77]. Збільшення опадів, особливо перед збиранням урожаю, негативно позначається на акумулюванні пектинів [64, 91]. Максимальна

кількість зазначених речовин зареєстрована при недостатній зволоженості території. У зв'язку з дефіцитом вологи вся ферментна діяльність спрямована в бік синтезу пектинів [91]. Інші автори підтверджують цю думку – більше пектинових речовин накопичується в теплі та менш вологі роки [75, 77, 116].

Відомо, що позакоренева обробка насаджень позитивно вплинула на накопичення у плодах пектинів, особливо розчинного пектину, вміст якого зріс практично удвічі, а загального – на 10 % [156]. Також в Інституті плодівництва Республіки Білорусь, доводять, що під дією позакореневої обробки мікроелементами, халатними добривами у сортів яблуні спостерігали збільшення щодо контролю вмісту в плодах розчинного пектину – на 6–15%, протопектину – на 8–15% [137]. Білоруські науковці відзначили, що при позакореновому підживленні яблуні сорту Зоря Алатау мікроелементами активно стимулювалися процеси синтезу таких біологічно активних речовин, як пектини та вітамін С – тим самим змінюючи поживні й смакові якості плодів [13].

Існує твердження, що вміст пектинів у плодах яблуні не залежав від позакореневої обробки насаджень. Суттєвий вплив мали погодні умови в період формування і збору врожаю [28, 96].

Фенольні речовини – це активні метаболіти клітинного обміну, які відіграють важливу роль у різноманітних фізіологічних функціях, таких як фотосинтез, дихання, ріст, стійкість до інфекційних хвороб [101, 204]. Терпкого смаку плодам надають саме фенольні речовини, кількість яких при дозріванні зменшується [169]. Т. С. Ширко відзначає, що максимальний уміст фенольних сполук у плодах збігається з досягненням ними приблизно половини кінцевого розміру, потім кількість їх зменшується [191]. Т. Є. Кондратенко та А. Р. Павел зазначають, що вищезгадані речовини акумулюються більше в теплі та вологі роки [75, 77, 116].

У Республіці Білорусь позакоренева обробка мікроелементами яблуні сорту Зоря Алатау найбільш ефективно впливала на накопичення фенольних сполук [13]. Варіант із обробкою сірчаноокислим марганцем (сорт Аскольда) виявився кращим відносно кількості таких біологічно активних речовин, як фенольні сполуки, вміст яких перевищував показники контролю на 26 і 10 % відповідно [28].

А. Ю. Потапенко та Е. Н. Медютова на конференції в Республіці Білорусь відзначили, що невелике збільшення фенольних сполук було у варіантах із застосуванням препаратів Sweet та Вapор Гард, що свідчить про сповільнення процесів старіння винограду. А отже, використання вищезгаданих препаратів покращує термін зберігання, смакові якості та зовнішній вигляд плодів [124]. Тоді як існує твердження вітчизняних науковців, що кількість фенольних речовин не залежала ні від доз, ні від кількості позакоренових обробок насаджень яблуні сорту Радогость препаратом «Нутривант Плюс плодовий» [156].

На міжнародній науковій конференції у Самохваловичах повідомлялося, що смакові якості плодів сорту Імант при обробці препаратом комплексної дії «Фітовал» (мікроелементи в хелатній формі – мідь, марганець, цинк, залізо, кобальт, бор, молібден) не зазнали змін [98].

Застосування мікроелементів поліпшувало забарвлення плодів, збільшувало цукристість, уміст СРР, вітаміну С, дубильних речовин, посилювало синтез пектинових речовин, знижувало кислотність [89, 115].

Отже, при всебічному огляді літературних джерел слід зазначити, що існує недостатня або суперечлива інформація, тобто однозначного висновку щодо впливу позакоренової обробки насаджень та погодних умов на накопичення плодами основних біохімічних показників, особливо протягом їх росту і розвитку, немає. При цьому різні сорти по-різному реагували на позакоренову обробку та погодні фактори. Тому вивчення впливу погодних факторів на накопичення біохімічних показників, а також позакоренової обробки дерев фітостимулятором та антитранспірантом є актуальною темою для проведення досліджень.

1.3. Урожайність і товарність плодів залежно від позакоренової обробки насаджень мікроелементами та біопрепаратами

Урожайність – важлива характеристика сорту, яка залежить як від його генотипу, так і від умов вирощування [75, 77]. У кожному регіоні врожайність яблуні формується під впливом місцевого набору погодних чинників, який визначає їх взаємодію та величину варіювання [64, 95].

Дослідження, проведені в Російській Федерації, засвідчують, що обробки листової поверхні яблуні сорту Ліберті Атоніком Плюс у нормі витрати препарату 0,2 л/га протягом вегетаційного періоду сприяли збільшенню врожаю за рахунок меншого осипання плодів у період формування зав'язі та збільшення їхньої середньої маси [122]. При 3-кратній обробці препаратом «Реасіл Універсал» даного сорту було отримано прибавку врожаю на 5,1 т/га більше, ніж у контролі за рахунок збільшення середньої маси плодів [122]. Обприскування листків Zn, Mn, B [206], V та Cu [28], а також застосування суміші B+Cu викликало значне збільшення врожайності й поліпшення смакових якостей плодів, де прибавка порівняно з контролем утричі перевищувала статистично розраховану існуючу різницю для 5 % рівня значимості. Застосування B, Cu та їх суміші у сорту Аскольда дало істотну прибавку врожаю вже в перший рік їх застосування. У сорту Радогость навантаження врожаєм було невисоке [36]. Позакоренева обробка B і K сприяла підвищенню врожайності у сортів Антей та Заря Алатау. Причому, чим більше проводилось обробок, тим більшою була врожайність [10, 115].

В. А. Бондаренко при позакореневій обробці B, Zn та Mg у концентрації 0,5 % у зрошуваному насадженні яблуні сорту Голден Делішес, в умовах Правобережного Лісостепу України, підтвердила позитивний вплив на плодоношення, оскільки врожайність при підвищенні концентрації мікроелементів щороку зростала. Тоді як позакоренева обробка Ni у 0,1 % концентрації, навпаки, знижувала врожайність яблуні вищезгаданого сорту [8].

Враховуючи показники врожайності, які були отримані на базі виробничих насаджень ТзОВ «ТБ Сад» Городоцького району Львівської області, при збиранні плодів у варіанті із застосуванням мікродобрив «^{YA}Росток» спостерігається істотно вищий приріст врожаю (на 18 % більше) порівняно з контролем. На думку дослідників, обприскування мікродобривом «^{YA}Росток» сприяло нарощуванню врожайності, яке відбулося за рахунок покращення процесів цвітіння, зменшення опадання зав'язі та плодів, поліпшення плодоутворення, що спостерігалось упродовж вегетації [200].

В Інституті плодівництва у Республіці Білорусь у сорту Весяліна дво- та трикратна обробка біорегулятором та адаптогеном Епін сприяла збільшенню врожайності, виходу плодів першого товарного сорту на 1–2 % більше, отриманого прибутку в 1,2–1,5 рази і рівня рентабельності 9,4–32,0 % порівняно з контролем. При однократній позакореневій обробці препаратом Епін насаджень яблуні сорту Імант врожайність була вдвічі вищою ніж у контролі, що дозволило отримати додатковий прибуток, збільшити рівень рентабельності на 20,3 %. Застосування вищезгаданого препарату на деревах сорту Весяліна, які слабо квітували, дало змогу отримати втричі вищий урожай, ніж у контролі [9].

Товарний аналіз плодів, проведений вітчизняними науковцями в саду перед збором урожаю, засвідчив, що плодів Аскольди вищого та першого товарного сорту при підкормці дерев міддю сірчаною кислотою (88%) і сумою солей марганцю, цинку, міді та бору (88,7%) отримано майже вдвічі більше, ніж у контролі, який становив 58 % [28]. Дослідження, виконані О. Ю. Бородай у 2011 році, вказують на те, що під впливом мікроелементів підвищилася товарність яблук сорту Айдаред, вирощених на підщепі ММ 106: вихід плодів вищого та першого товарного сортів був вищий на 14 та 9 % за цей показник у контрольних дерев [11]. При позакореневій обробці В, Zn та Mg насаджень яблуні сорту Голден Делішес вихід товарних плодів був вищим за рахунок зменшення кількості нестандартних. Натомість застосування Ni негативно позначилося на товарній якості плодів, яка мало відрізнялася від контролю [8].

Таким чином, ключовим фактором урожайності яблуні є погодні умови вегетаційного періоду. Несприятливий вплив можна корегувати позакореневою обробкою насаджень мікроелементами, біопрепаратами, регуляторами росту та антитранспірантами, що дозволить не тільки покращити врожайність, а й збільшити вихід товарних плодів вищого та першого товарного сортів. Із розглянутих нами джерел основну частину інформації щодо впливу на врожайність і товарність яблуні відзначали при позакореневій обробці дерев мікроелементами, тоді як впливу регуляторів росту та антитранспірантів ніхто не досліджував.

1.4. Вплив екологічних факторів на функціональний стан дерев яблуні та його корекція біопрепаратами й мікроелементами

Основними екологічними факторами життя плодових рослин є світло, температура, вода, поживні речовини, повітря. Свою максимальну продуктивність рослини можуть проявляти лише при певному забезпеченні кожним із цих факторів і оптимальному їх співвідношенні [82]. Продуктивність плодових культур визначається станом навколишнього середовища, фактори якого регулюють інтенсивність синтезу органічної речовини, активність використання її в процесах метаболізму і формування різних частин та органів рослин [33, 86].

Листок є базовою одиницею фотосинтезу, від особливостей життєдіяльності якого залежить продуктивність плодових рослин [4, 134]. Нестача вологи в листі згубно впливає на їх фізіологічний стан, що знижує активність фотосинтезу. Одним із заходів у незрошуваних насадженнях, який впливає на водний режим плодових рослин, є позакореневе внесення препаратів [50, 105, 164, 166, 199].

Аномальні погодні умови негативно позначаються на фізіологічному стані плодових рослин [149, 153, 207, 210, 234, 244]. Недостатнє забезпечення дерев вологою призводить до порушення водного та поживного режимів рослин, що викликає відповідні, взаємопов'язані та глибокі зміни процесів транспірації, фотосинтезу, ферментативних і енергетичних перетворень вуглеводного, фосфорного і азотного обміну. Ці зміни в результаті нерідко впливають на проходження фаз розвитку рослин, формування врожаю та якості плодів, призводять до виникнення періодичності плодоношення, зниження зимостійкості дерев [176].

Водний дефіцит знижує інтенсивність фотосинтезу й утворення АТФ, а також гальмує відтік продуктів фотосинтезу із листків. Посуха є критичним чинником процесів росту і розвитку дерев [62, 120, 134, 205, 226, 232, 235]. При цьому ступінь порушення водного балансу у плодових дерев неможливо точно оцінити ні за зовнішніми симптомами (наприклад, за в'яненням листків), ні шляхом визначення вологості ґрунту [167].

Під впливом мікродобрив спостерігається посилення інтенсивності фізіологічно-біохімічних процесів, що виражається збільшенням оводненості

листя [160]. М. Я. Школьник разом зі співробітниками відзначав позитивний вплив бору, цинку та інших мікроелементів, застосованих позакоренево, на стійкість рослин до посухи, низьких температур, хвороб [193].

Значний вплив на перебіг фізіологічних процесів у рослинах мають регулятори росту. Так, у досліджах М. Ф. Подгорної застосування регулятора росту Атонік Плюс привело до збільшення площі листкової пластинки сорту яблуні Голден Делішес у насадженнях Краснодарського краю РФ [119]. На формування врожаю вищезгаданого сорту у зрошеному насадженні яблуні безпосередньо вплинула площа листкової поверхні. При цьому обприскування розчином марганцю з 0,5 % концентрацією збільшило даний показник від 9,3 до 19,2 тис. м²/га, що в свою чергу сприяло підвищенню врожайності дерев. Бор позитивно впливав на закладання плодових утворень, як і марганець у 0,5 % концентрації, тоді як нікель у 0,1 % концентрації погіршував усі вищенаведені показники [8].

Питома поверхнева щільність листка пов'язує процеси росту і фотосинтезу, оскільки відображає накопичення сухої речовини одиницею поверхні. Питома поверхнева щільність листя є інтегральним показником інтенсивності роботи фотосинтетичного апарату. Дослідження Я. С. Нестерова та С. Є. Шипоти показали, що інтенсивність фотосинтезу перебуває в тісному зв'язку з питомою поверхневою щільністю листка [110]. За оптимальних умов листкові пластинки інтенсивно фотосинтезуючих сортів накопичують більшу кількість сухих речовин у перерахунку на одиницю площі листка [1, 134, 211].

Уміст пігментів у листках має вирішальне значення для продуктивності фотосинтезу. Біосинтез хлорофілу в природних умовах зумовлюється багатьма факторами. Найголовніші з них такі: світло, вода, температура, мінеральні речовини, кисень, вуглеводи [134, 136].

Одним із факторів, що справляє вплив на накопичення хлорофілів та фотосинтез у цілому, який мало досліджений, є позакоренева обробка насаджень мікроелементами та біопрепаратами. На Мелітопольській дослідній станції садівництва ім. М.Ф.Сидоренка позакоренева обробка плодових дерев розчином сульфату цинку сприяла збільшенню кількості хлорофілу в листі [178]. Інші

дослідження вказують на те, що позакоренева обробка розчинами магнію у різних концентраціях не вплинула на збільшення вмісту хлорофілів *a* і *b*, хоча магній є їх складовою частиною. Також обприскування розчинами бору, цинку і нікелю істотно не позначилося на вмісті пігментів у листі досліджуваних дерев, тоді як марганець у 0,25 % та 0,5 % концентраціях сприяв збільшенню їх кількості [8]. Аналіз умісту зелених пігментів у листках дослідних рослин після позакореневої обробки мікроелементами виявив зростання цього показника в сорту Аскольда на варіантах із обробкою 0,3 % міддю, а в сорту Радогость – при застосуванні 0,3 % розчину цинку. Найменша кількість хлорофілів спостерігалась у варіанті з обприскуванням сумішшю мікроелементів. Найімовірніше, це пов'язано з напруженістю фотосинтетичних процесів під час формування врожаю [28, 36].

Білоруські дослідники відзначають, що позакоренева обробка дерев значно посилює фізіологічну діяльність листків, підвищує вміст у них хлорофілів, унаслідок чого вони більш фізіологічно активні [139]. А. С. Бруйло зазначає, що під час досягання плодів (ІІІ декада липня – І декада вересня), коли порівняно з попереднім періодом синтез хлорофілу в контрольних листках рослин слабшає, під впливом мікроелементів він, навпаки, збільшується. У результаті цього загальний вміст хлорофілів у листках яблуні порівняно з контролем (середнє за два роки) збільшився в абсолютних величинах при позакореневій обробці на 0,19 (Zn+B) – 0,36 (Mn+Zn), або на 8,2–15,6 %. І хоча при ґрунтовому внесенні мікроелементів зростання абсолютного вмісту хлорофілу *a* і *b* вище порівняно з позакореневим унесенням, показники співвідношення (хл *a*/ хл *b*) були більшими при позакореневій обробці дерев яблуні розчинами мікроелементів. Це дає змогу зробити висновок про те, що мікроелементи при їх позакореновому внесенні більшою мірою впливають на ту частину хлорофілу, яка енергійніше відновлюється та більш активна в синтезі речовин, тобто хлорофілу *a* [12]. Збільшення хлорофілу *b* обумовлене накопиченням світлозбиральних пігментів, що може бути реакцією на зменшення освітленості. Про це може свідчити розмір листової пластинки. Зазначимо також, що більшій площі листової пластинки відповідала й вища оводненість листя [34].

Погодні умови також впливали на синтез хлорофілу в листках яблуні. Так, у дощовий і прохолодний 1996 рік уміст хлорофілів у листках в період формування плодів при позакореневій обробці перевищив відповідні показники більш сухого і теплого 1997 року. Відповідно мікроелементи більш активно стимулюють процеси синтезу хлорофілу в у листках яблуні в умовах підвищеного забезпечення водного режиму, що дало найбільшу прибавку врожаю у 1996 році від застосування мікроелементів. Це можна пояснити тим, що високий уміст хлорофілу в рослинах є одним із факторів його біологічної продуктивності [12].

Запас хімічної енергії в органічних молекулах тканин рослин забезпечує урожай, який у свою чергу залежить від інтенсивності процесів фотосинтезу, співвідношення між асиміляцією та дисиміляцією, ефективності використання органічних речовин і від того, на які потреби вони переважно витрачаються. Розвиток цих процесів здебільшого відображається тісним зворотним зв'язком між інтенсивністю флуоресценції хлорофілу та фотосинтетичними реакціями. Це допомагає вивчити структурно функціональні характеристики фотосинтетичного апарату сорту, а також кожного варіанту обробки біологічно активними препаратами окремо [15]. Одним із сучасних методів діагностування фізіологічного стану рослин, у тому числі плодових, що детально характеризує проходження фотосинтезу в них, є визначення індукційних змін флуоресценції хлорофілу [16, 54, 58, 81]. Флуорисціює хлорофіл листків, локалізований у фотосинтетичних мембранах. Він є складовою супрамолекулярних комплексів, які визначають структурно функціональні характеристики фотосинтетичного апарату кожного сорту окремо. Спектральні властивості, і передусім здатність до флуоресценції, зміни якої опосередковані перебігом світлових і темнових фотосинтетичних процесів, дозволяють детектувати і реєструвати їх у режимі реального часу та отримувати інформацію для експрес-діагностики стану клітин [56, 58, 81, 94].

У первинних процесах фотосинтезу енергія випромінювання поглинається та безрадіаційно передається на реакційні центри, де перетворюється в енергію хімічних зв'язків. Незасвоєна хлорофілом енергія сонячного світла надалі флуорисціює. Тісний зв'язок індукційних процесів флуоресценції хлорофілу листя з функціонуванням

фотосинтетичного апарату і змінами фізіологічного стану рослини виступає основою для оцінки впливу з боку різних чинників на них [54, 58, 159, 224]. Встановлено, що параметри F_0 , K_{pl} , K_i та Rfd можна використовувати як тестові показники для визначення стійкості плодкових рослин до дії низьких температур та посухи [37].

Визначення потенціалу адаптивності до умов існування та особливостей функціонування листкового апарату при формуванні врожаю з використанням методу індукційних переходів флуоресценції хлорофілу має такі переваги: інформативність, продуктивність і високу чутливість [220, 221, 225].

Показники функціонального стану дослідних дерев, що визначалися за параметрами флуоресценції хлорофілу в листі, свідчать про стабілізуючий вплив обробки мікроелементами на роботу фотоенергетичних систем у хлоропластах у сортів Радогость та Аскольда [28, 36].

За допомогою флуоресцентних зображень хлорофілу можна виявити аналіз стрес-індукованих змін у флуоресцентному випромінюванні на дуже ранній стадії стресу. На додаток до них метод флуоресцентних зображень хлорофілу являє собою корисний інструмент скринінгу фізіологічного стану рослин для коригування технологій вирощування з метою поліпшення врожайності [242]. За даними фітовірусологів, параметр K_{pl} найдоцільніше використовувати для діагностики наявності вірусної інфекції помірної інтенсивності збуджуючого світла в межах 40–80 Вт/м² [15].

Отже, в процесі вирощування плодів рослини постійно потерпають від дії несприятливих погодних чинників, одним із найкритичніших з яких є посуха. Тому для запобігання негативним впливам абіотичних факторів дедалі частіше застосовують регулятори росту, антитранспіранти, мікроелементи тощо. Визначення оптимальних термінів застосування і кратності обробок біологічно активними речовинами в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах дозволить оптимізувати функціональний стан рослин, підвищити їх продуктивність та покращити якість продукції. При цьому відповідно до розглянутих джерел в умовах Правобережної частини Лісостепу України комплексного дослідження щодо визначення впливу позакореневої обробки насаджень регулятором росту Атонік Плюс та

антитранспірантом Вапор Гард на функціональний стан дерев яблуні за комплексом фізіологічних показників ніхто не проводив.

1.5. Вплив позакореневої обробки та погодних умов на зміни в плодах під час їх зберігання

Лежкоздатність – це властивість плодів тривалий час зберігати свої товарні та смакові якості [181]. Довготривале зберігання яблук залежить від низки чинників, таких як генетичні особливості сорту, агротехніка та погодні умови під час вегетаційного періоду, стадії стиглості під час збирання й умови зберігання [138, 223].

Абіотичні стресові фактори можуть викликати сонячні опіки, побуріння м'якоті та серцевини, втрату щільності, ненормальне дозрівання, погіршити зовнішній вигляд плодів [207, 228]. Стрес також може призвести до зменшення вмісту біохімічних та поживних компонентів у плодах із втратою вітаміну С та органічних титрованих кислот, що є найбільш чутливим індикатором його впливу [214, 227, 229].

Вітчизняні та білоруські науковці відзначають, що низькі температури в період цвітіння (пізньювесняні приморозки) призводять до зниження врожаю, плоди яблуні в такому випадку досягають великих розмірів і схильні до фізіологічних розладів (гірка ямчатість, скловидність). Надмірна кількість опадів після гострої їх нестачі викликають розтріскування плодів, ураження їх грибними гнилями, призводять до розвитку водянистої серцевини та побуріння м'якуша [89,192]. Прохолодне літо значно скорочує терміни зберігання плодів унаслідок недостатньої кількості цукрів та дубильних речовин. Надмірно жарке літо сприяє швидкому дозріванню плодів. Не набуваючи необхідних смакових якостей, вони уражуються хворобами, знижується їх товарний вигляд, уміст вітамінів у плодах та скорочуються строки зберігання [5, 38, 192]. Жарке і сухе літо спричиняє враження плодів яблуні загаром і джонатановою плямистістю. Рівномірне випадання дощу навесні та влітку позитивно впливає на якість і зберігання плодів, через те що основна потреба плодової рослини у воді припадає на період підсиленого ділення і збільшення об'єму клітин плоду [64, 84]. А. М. Криворот стверджує, що в дощовий і холодний час погіршується лежкість плодів [84].

А. Г. Сухойван зазначає, що плоди зберігаються більш тривалий період при оптимальних режимах зволоження, ГТК за вегетаційний період має становити $1,3 \pm 0,1$, за три місяці до збору урожаю – 1,5, останнього місяця перед збором – 0,4 – 0,9 [158]. Е. П. Франчук зауважує, що оптимальними умовами для довготривалого зберігання яблук є ГТК, який дорівнює 1,0–1,4. Недостатня кількість вологи ($\text{ГТК} < 1,0$), як і надмірна її кількість ($\text{ГТК} > 1,4$) призводить до різкого зниження терміну їх зберігання [169].

Тривалість зберігання плодів можна деякою мірою модифікувати умовами вирощування, строками і тривалістю збирання врожаю [75]. Дехто з учених стверджує, що на тривалість зберігання плодів сорту Аскольда обприскування дерев мікроелементами (В, Сu, і їх суміш) не мало суттєвого впливу. В усіх варіантах плоди зберігались 190–210 днів залежно від року вирощування [28]. У досліджах С. А. Остроухова та А. С. Чекан при позакореновому використанні В, Zn і Mg було зафіксовано кращу лежкоздатність, транспортабельність і поживну цінність плодів [115]. Під час зберігання яблук сорту Чемпіон із дерев, обприсканих препаратами Wuxal Calcium, Rosatop Calcium, Rosafos або Rosacal, плоди відзначилися кращою лежкоздатністю, ніж контрольні [219]. Окремі науковці відзначають, що термін зберігання плодів яблуні може бути продовжений за рахунок сповільнення частоти дихання плодів, при позакореновому використанні таких біорегуляторів, як саліцилова кислота і Са-ЕДТА [212].

Зарубіжні вчені вказують на те, що тривалість зберігання плодів яблуні сорту Імант залежала від кратності обробок біорегулятором Епін [9]. Обробка плодів сорту Старкрімсон препаратом Promalin погіршила їх лежкоздатність, однак ніяк не вплинула на збереження яблук сорту Голден Делішес [202].

Товарність плодів ґрунтується на біологічних особливостях сорту та істотно залежить від погодних умов вегетаційного періоду, рівня живлення тощо [96]. Обробка мікроелементами (В, Сu та їх суміш) дерев яблуні сорту Аскольда позитивно вплинула на товарність яблук. Вихід абсолютно здорових плодів на кінець зберігання був на 5–10 % вищим порівняно з контролем за рахунок зниження інтенсивності прояву фізіологічних розладів та мікробіологічних хвороб [28].

Результати тривалого зберігання яблук сорту Ренет Симиренка та Голден Делішес засвідчили ефективність позакореневого застосування препаратів Purshade та Вапор Гард для збереження більшої кількості якісної товарної продукції. Двократна обробка 2 % і 4 % розчинами досліджуваних препаратів забезпечила зниження негативних наслідків теплового стресу в рослин яблуні, що сприяло формуванню вищої якості плодів [128]. При позакореновому застосуванні препарату комплексної дії (мікроелементи в хелатній формі – Cu, Mg, Zn, Fe, Co, B, Mo) у Краснодарському краї в період вегетації кількість стандартної продукції після періоду зберігання була більшою на 0,9–5,0 % порівняно з контролем, де обробка не проводилась. Причому кількість товарної продукції плодів яблуні сорту Імант була максимальною (99,1 %) при чотирикратній обробці даним препаратом. Застосування препарату Фітовал (активатор стійкості, фіторосторегулятор-адаптоген) на деревах сорту Імант збільшує вихід товарних плодів на 0,4–3,9 % порівняно з контролем [99].

Щільність плодів – важливий показник споживчої якості плодів та один із найважливіших показників, що характеризує ступінь зрілості плоду [179]. У процесі дозрівання консистенція м'якоті плодів поступово змінюється – стає більш ніжною, м'якою та соковитою. Згідно з дослідженнями, покупці віддають перевагу яблукам, щільність яких становить не менше 5,2–5,5 кг/см² [107].

Не існує чіткого твердження щодо того, як змінюється щільність плоду залежно від позакореневої обробки мікроелементами та біопрепаратами. Дехто з авторів вказує на те, що позакоренева обробка сумішшю препарату Фітовал і розчину хлориду кальцію, а також нітрату кальцію сприяє збільшенню щільності м'якоті після зберігання плодів яблуні сортів Імант та Лігол [99, 241]. Обробка Дамінозідом гальмує розм'якшення тканини під час зберігання у плодах сортів Джонаголд, Старкрімсон та Теугару [213]. Застосування на насадженнях яблук сорту Голден Делішес аміно етоксивін гліцину за чотири тижні до збору врожаю збільшило щільність, зменшило швидкість гідролізу крохмалю [218]. Ц. Яцек та К. Томала, навпаки, зазначають, що при позакореневій обробці добривом Wuxal Top P яблука сорту Чемпіон відзначились найнижчою щільністю при зберіганні [219]. Фенопроп і діхлоропроп сприяють розм'якшенню тканин яблук

сорту Джонаголд, Старкрімсон та Тсугару [213]. Біопрепарат Етефон жодним чином не впливав на щільність плодів Голден Делішес під час збору, але знизив її після зберігання, у зворотній залежності від концентрації застосовуваного [218].

Втрати маси плодів при зберіганні часто спричинюються витратами поживних речовин на транспірацію та органічних речовин на процеси життєдіяльності [183]. Природні втрати не повинні перевищувати норми, встановлені відповідними документами [117]. Якщо ж вони їх перевищують, то починається процес в'янення. В'ялі плоди інтенсивно виділяють вуглекислий газ, тобто процес дихання прискорюється, і зменшується стійкість проти мікробіологічних хвороб [43]. При закладанні на зберігання ці процеси проходять активніше, тому на початок цього періоду відсоток втрати маси більший [31]. А. М. Омельченко довела, що при внесенні розчинів мікроелементів втрати маси плодів груші протягом зберігання знизились на 0,9–1,2 %, це свідчить про позитивний вплив позакореневої обробки [113]. Позакореневе застосування таких препаратів, як нітрат кальцію та рідкі його види, зменшує природні втрати маси яблук сорту Лігол [241]. Використання регулятора росту на основі 1-МЦП (метилциклопропен) у системі якості SmartFresh значно зменшує природні втрати маси плодів у сорту Джонаголд за рахунок гальмування процесів дихання [107]. Вищезгадані втрати маси плодів Голден Делішес після довготривалого зберігання у варіантах із застосуванням біопрепарату коливались від 1,8 до 2,2 %, в контролі – 2,3 % [131].

Як відомо, на **величину втрат продукції від мікробіологічних хвороб та фізіологічних розладів** під час зберігання впливають генотип сорту, умови вирощування плодів, макро- та мікроекологічні фактори саду, перед- і післязбиральні операції, умови та режими зберігання [40, 169, 195]. Дехто з авторів відзначає, що основним лімітуючим фактором, який знижує лежкоздатність яблук у зимово-весняний період, є розвиток фізіологічних розладів і мікробіологічних хвороб [48, 104]. За словами Мартіна П'єсієвича, якщо в останні тижні перед збором плодів несприятливі погодні умови (дощі), то відразу можна передбачити, що будуть проблеми зі зберіганням з точки зору патогенних утворень, одним з яких є гірка гниль [48].

Л. М. Шевчук відзначила, що найбільш важливі фактори, які впливають на якість плодів протягом їх росту і розвитку – температура і вологість повітря. Досліджувані роки (1995–1996 рр.) відрізнялися доволі різними погодними умовами: холодне і вологе літо 1996 року сприяло розвитку грибних хвороб, у наслідок чого відсоток гнилих яблук у 1996 році був вищим, ніж у 1995-му. Проте в 1995 році посилювався процес в'янення під час зберігання яблук. Таким чином, дослідження засвідчило значний вплив погодних умов у період вегетації на збереження яблук, їх якість та ураження хворобами [236].

У досліджах А. М. Омельченко основні втрати товарних якостей плодів груші у контрольному варіанті від мікробіологічних хвороб і фізіологічних розладів були спричинені фізіологічним в'яненням (10 %), грибними гнилями (6 %) та побурінням шкірочки (4 %). При позакореновому внесенні розчинів бору та цинку процент в'янення знизився на 4 %, а ураженість гнилями – на 2–3 % порівняно з контролем [113]. Обробка дерев у процесі вегетації селенистою кислотою у концентрації 0,00016 % підвищила стійкість яблук до пеніцильозу та ботрітіозу при штучному зараженні, що пов'язується з активацією фенольного комплексу плодів [39]. Білоруські вчені зазначають, що контроль та дво- і трикратна позакоренева обробка розчином Епіну негативно позначилась на зберіганні плодів яблуні за рахунок ураження гнилями (2–6 %) та гіркою ямчатістю (5–8 %) [9].

Деякі дослідження вказують на те, що в оброблених мікроелементами плодів збільшується стійкість до мікробіологічних хвороб, розтріскування та механічних пошкоджень при зборі, упаковці й транспортуванні [89].

Біохімічні зміни в плодах під час зберігання залежно від позакореневої обробки насаджень та абіотичних факторів періоду їх росту і розвитку. Відділення яблука від материнського дерева різко порушує співвідношення між надходженням води і поживних речовин та синтезом і гідролізом складних сполук. Відомо, що при зберіганні зерняткових порід відбуваються біохімічні та фізіологічні зміни, пов'язані з їх дозріванням. Плоди дихають, випаровують вологу, у їхніх тканинах продовжується розпад складних органічних речовин на простіші. Проте ці

процеси при зберіганні істотно відрізняються від тих, що відбуваються під час вегетації [3, 223].

Хімічний склад яблук характеризується збалансованістю основних компонентів – цукрів, аскорбінової кислоти, пектинових речовин, органічних кислот та фенольних сполук, які в процесі вирощування та зберігання піддаються значним змінам [146, 162]. За даними Л. М. Шевчук [181], характер трансформації та перетворення основних органічних речовин коливається залежно до погодних умов вирощування, причому чим швидше відбувається втрачання органічних кислот, цукрів і аскорбінової кислоти, тим менший термін зберігання плодів. Від рівня обміну органічних кислот залежить фізіологічний стан клітин плоду у післязбиральний період, а будь-які порушення цього процесу є причиною фізіологічних розладів [31, 184, 207].

Такі вчені, як Н. С. Бажуряу, І. С. Плушой, Е. Д. Коган, В. А. Тодираш встановили, що позакореневе внесення фізіологічно-активних речовин спрямовано діє на процеси розвитку плодів: суттєво поліпшує якість, прискорює або затримує дозрівання, покращує лежкість, а також підвищує стійкість до фізіологічних і мікробіологічних втрат при довготривалому зберіганні [89].

Відомо, що позакореневу обробку гуміновими препаратами можна вважати ресурсним фактором, який сприяє покращенню хімічного складу плодів і максимальному збереженню товарних якостей плодів [168].

Стійкість плодів при зберіганні до фізіологічних розладів обумовлена антиоксидантною активністю яблук, формування якої залежить від багатьох показників, у тому числі від умісту аскорбінової кислоти, поліфенолів та інших сполук, що підвищують стійкість плодів до фізіологічних розладів при їх зберіганні. У процесі дозрівання плодів уміст аскорбінової кислоти знижується, і чим вищі температурні впливи спостерігаються в період формування яблук, тим більші втрати вітаміну С. Розпад аскорбінової кислоти призводить до окиснення поліфенолів і, як наслідок, до більш значного ураження плодів різними фізіологічними розладами [128, 148]. Т. Г. Причко та Л. Д. Чалая зауважують, що максимальну кількість поліфенольних речовин у плодах яблуні було виявлено в 2006 році, коли відзначалася

порівняно велика кількість опадів на тлі невисокої для Кубані суми активних температур [128]. У Краснодарському краї Російської Федерації у посушливий 2007 рік, коли сума активних температур була вищою від середніх багаторічних показників попереднього десятиліття майже на 500 °С, науковцями було відзначено низький запас поживних речовин в яблуках, при цьому крохмаль майже повністю перейшов у цукри, що позначилося на лежкості плодів. Так, у сортів Ренет Симиренка, Голден Делішес були зафіксовані фізіологічні захворювання у вигляді загару [128].

Дослідження, проведені в Російській Федерації, засвідчують, що на якість та лежкість плодів впливають органічні кислоти, вміст яких зумовлений як сортовими особливостями, так і погодними умовами періоду вегетації. На прикладі яблук сорту Ренет Симиренка встановлено, що залежно від року досліджень вміст кислот варіював від 0,75 % (у 2007 і 2010 роках) до 0,90 % (у 2011 році) і 1,0 % (в 2009 році) [130].

Цінним компонентом хімічного складу, який відіграє важливу роль у післязбиральний період та при зберіганні плодів, є пектинові речовини. У недостиглих плодах пектинові речовини знаходяться переважно у вигляді протопектину, який надає плодам твердості [51]. Кількість і склад пектинових речовин визначають щільність м'якоті та її соковитість [64, 91].

Білоруські вчені відзначили, що при застосуванні Вапор Гарду у насадженнях винограду було помічено невелике збільшення фенольних сполук і пектинів [124]. Варіант з обробкою сірчаноокислим марганцем насаджень сорту Аскольда виявився кращим відносно кількості біологічно активних речовин, таких як вітамін С і фенольні сполуки, та їх збереженості на кінець зберігання [28].

Результати досліджень, проведених Б. Л. Аттрі, Х. Крішна та Б. Дас, засвідчили, що протягом зберігання вміст у плодах яблуні сортів Фані, Голден Делішес та Венс Делішес, оброблених біорегуляторами Саліцилова кислота та Са-ЕДТА, сухих розчинних речовин, органічних титрованих кислот, аскорбіної кислоти і цукрів був стабільним, у той час як у необроблених коефіцієнт конверсії був швидшим [212].

Літературні дані щодо лежкоздатності плодів, вмісту та трансформації біохімічних показників протягом зберігання, а також стійкість до фізіологічних розладів та мікробіологічних хвороб свідчать про те, що ці показники визначаються впливом комплексу факторів. На сьогодні ще недостатньо інформації щодо взаємодії основних із них, таких як біологічні особливості сорту, погодні умови, позакоренева обробка насаджень біопрепаратами. Тому нашим завданням було визначення впливу позакореневої обробки насаджень регулятором росту та антитранспірантом, а також погодних умов за період від початку вегетації до збору урожаю на лежкоздатність яблук та збереженість якості плодів на період настання ними споживчої стиглості.

Теоретичне обґрунтування теми досліджень

Для підвищення продуктивності й стійкості інтенсивних насаджень яблуні, отримання конкурентоспроможної продукції необхідно використовувати прийоми, що дадуть змогу оптимізувати потреби рослин, а також визначатимуть шляхи подолання негативних наслідків несприятливих погодних факторів протягом росту і дозрівання плодів, які включають застосування нових форм добрив, регуляторів росту та антитранспірантів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Важливо також зрозуміти основу біохімічних відповідей на різні стресові умови, які виникають під час росту, розвитку та після збирання яблук, щоб краще оцінити, які саме фактори під час вирощування можуть привести до небажаних наслідків [66, 104, 209, 233, 242, 243, 245]. Особливо актуальним дане питання є зараз: проблема глобальної зміни клімату, появи тривалих періодів посухи, які потім змінюються затяжними дощами, ставить перед нами завдання вивчення впливу погодних факторів на формування та збереження якості плодів яблуні протягом періоду їх росту, розвитку та зберігання.

Вітчизняні та зарубіжні науковці проводили дослідження з вивчення впливу позакореневої обробки насаджень мікроелементами та деякими препаратами на показники якості плодів яблуні. Проте в розглянутих літературних джерелах недостатня або й узагалі відсутня інформація щодо визначення впливу позакореневої обробки насаджень яблуні фітостимулятором Атонік Плюс та антитранспірантом

Вапор Гард, що належать до IV класу небезпечності, на формування та збереження якості плодів протягом їх росту, розвитку та зберігання, а також на урожайність і фізіологічні зміни в листках у Правобережній частині Лісостепу України, тому необхідно більш детально вивчити це питання.

Отже, інформація, отримана з літературних джерел, стала основою для визначення подальшого напрямку досліджень та поставила перед нами такі завдання:

- встановити вплив погодних умов, позакореневої обробки насаджень біопрепаратами, такими як фітостимулятор Атонік Плюс та антитранспірант Вапор Гард, у період росту і розвитку плодів яблуні на формування їх товарних та споживчих якостей;
- дослідити вплив біопрепаратів на функціональний стан дерев яблуні за комплексом фізіологічних методів;
- вивчити вплив погодних факторів та позакореневої обробки насаджень препаратами, які належать до IV класу небезпечності, на лежкоздатність плодів яблуні сортів зимового терміну досягання.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення спостережень

Дослідження проводились у 2013–2016 рр. в Інституті садівництва НААН у зоні Правобережної частини Лісостепу України. Відбирали зразки (плоди яблуні) й робили позакореневу обробку в насадженнях відділу селекції плодових і ягідних культур, квартал № 15. Сад закладений у 2002 році сортами, які щеплено на підщепі 54-118. Схема садіння 4×3, форма крони розріджено-ярусна, система утримання ґрунту у міжряддях – дерново-перегнійна. Зрошення відсутнє.

Ґрунт дослідної ділянки типовий для зони – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на лесовидному суглинку. При закладанні досліду характеризувався такими агрохімічними показниками в 0–100 см ґрунту: актуальна кислотність (рН водне) – слабокисла (6,1–6,6). Забезпечення ґрунту основними елементами живлення (N, P, K) було оптимальним: лужногідролізованим азотом (за Корнфільдом) – 58–90 мг/1000 г ґрунту, рухомими сполуками фосфору (за Чириковим) – 119–187 мг/1000 г ґрунту, рухомим калієм (за Чириковим) – 64–158 мг/1000 г ґрунту, в орному шарі 2–2,5 % гумусу.

Клімат зони, в якій проводяться дослідження, помірно континентальний. За багаторічними даними, середньодобова річна температура повітря становить 7,5 °С. Абсолютна мінімальна температура повітря (січень) – мінус 18,5 °С, абсолютна максимальна – плюс 33,1 °С (серпень), сума активних температур понад 10 °С за період вегетації – 2660,5 °С, річна кількість опадів – 450 мм, з гідротермічним коефіцієнтом 1,9.

Аналіз погодних умов періоду росту і розвитку плодів 2013 року засвідчив, що сума активних температур понад 10 °С становила 2899,4 °С, це перевищило багаторічний показник на 238,9 °С. Сума даних температур на початку вегетації (квітень, травень та червень) була вищою порівняно із середнім багаторічним показником (+211,5 °С) (рис. 2.1), у липні вона була нижчою від норми на 38,8 °С. За період росту і розвитку плодів випало 360,8 мм опадів: найбільша їх кількість була у вересні за два тижні до збору врожаю (145 мм) (рис. 2.2), це перевищило

норму у 4,6 разу; найменша – в липні: 20,3 мм при середньому значенні 70,1 мм. Максимальна температура 2013 року – 32,6 °С у червні. Абсолютна мінімальна температура у січні – мінус 16,7 °С. Аналізуючи рівень зволоження території, бачимо, що порівняно із середнім багаторічним показником недостатнє зволоження спостерігалось у травні – липні (рис. 2.3), перезволоження – у вересні.

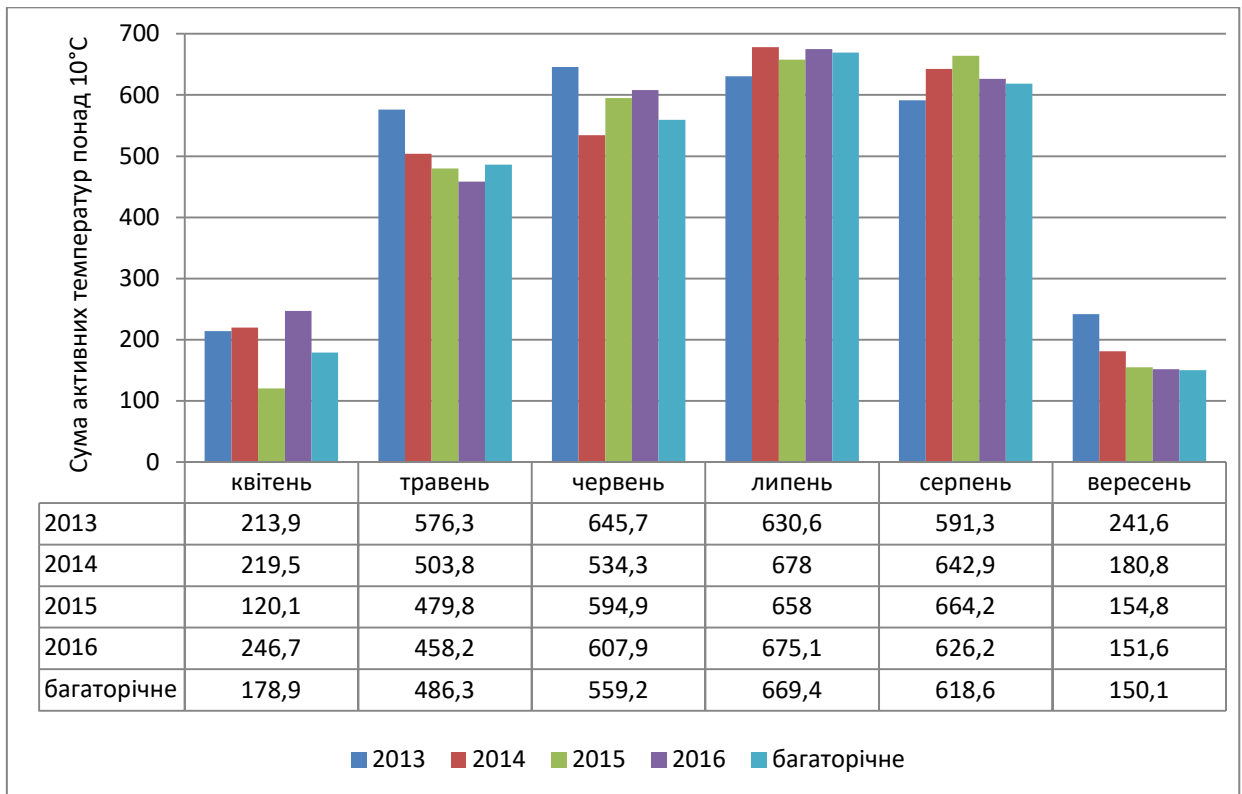


Рис. 2.1. Сума активних температур ≥ 10 °С за різні періоди росту і розвитку плодів яблуні (2013–2016 рр.)

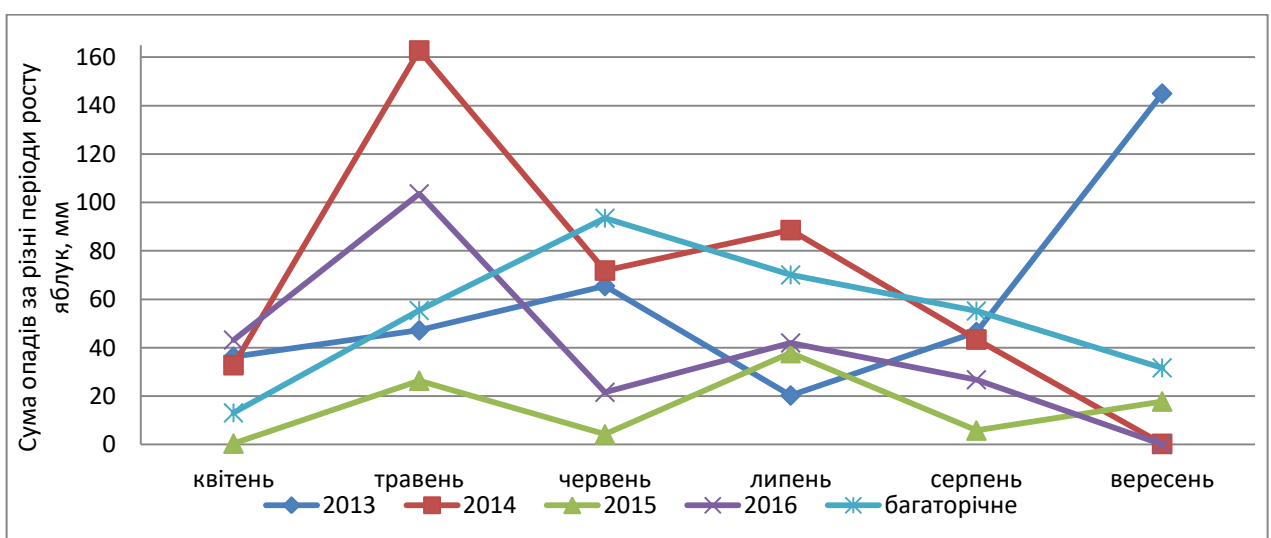


Рис. 2.2. Сума опадів за різні періоди росту і розвитку плодів яблуні (2013–2016 рр.)

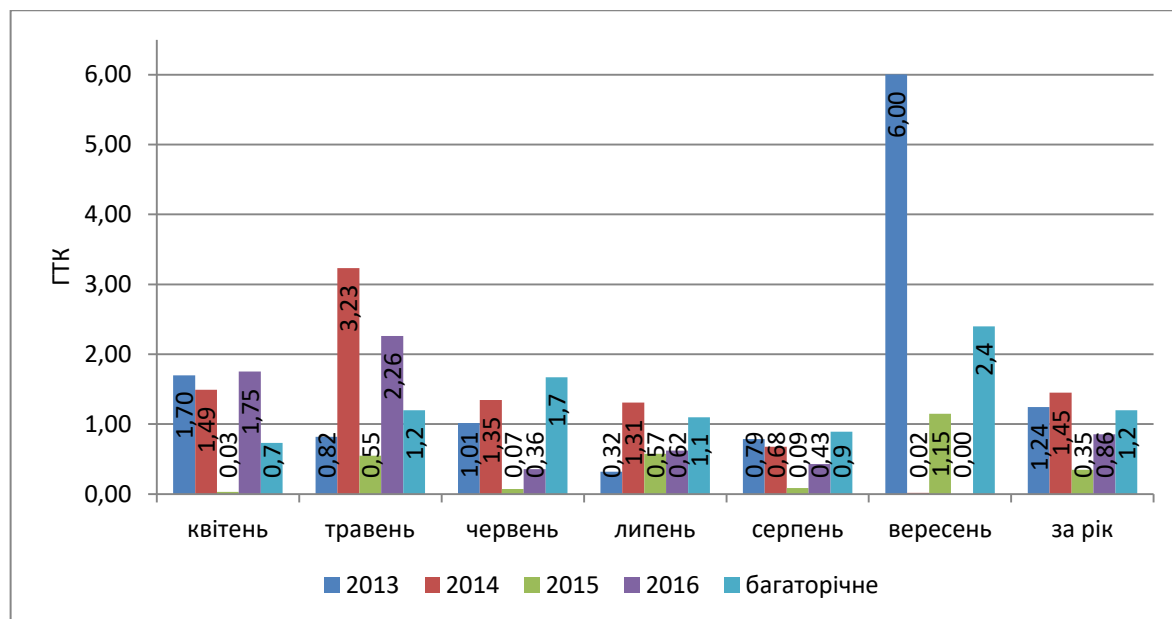


Рис. 2.3. Гідротермічний коефіцієнт за різні періоди росту і розвитку плодів яблуні (2013–2016 рр.)

Погодні умови 2014 року характеризувалися сумою активних температур понад 10 °С за період від початку вегетації до збирання плодів – 2759,3 °С, з нормою 2660,5 °С. Сума цих температур протягом усього періоду росту й розвитку була в межах середніх багаторічних даних (рис. 2.1). У 2014 році за період росту і розвитку плодів випало 399,8 мм опадів, найбільша їх кількість була у травні: 162,8 мм (рис. 2.2) (перевищило норму в 2,9 рази), найменша – у вересні перед збором плодів: 0,3 мм із середнім багаторічним 31,7 мм. Максимальна температура 2014 року спостерігалася в серпні – плюс 34,9 °С, мінімальна – у січні – мінус 22,7 °С. Гідротермічний коефіцієнт 2014 року за період росту і розвитку плодів дорівнював 1,45, перезволоження території даного року було зафіксоване в травні – 3,2 при нормі 1,2 (рис. 2.3).

Сума активних температур понад 10 °С за період від початку вегетації до збору плодів у 2015 році становила 2671,8 °С, що вище від середнього багаторічного значення на 11,3 °С. Сума активних температур ≥ 10 °С у квітні (120,1 °С) була нижчою від норми на 58,8 °С, у червні та серпні ж (664,2 °С), навпаки, вищою на 35,7 та 45,6 °С відповідного багаторічного значення. Максимальна температура повітря була у вересні 35,6 °С, мінімальна – в лютому: мінус 14,7 °С. Через незначну

кількість опадів (у 3,5 рази менше від середнього багаторічного) у 2015 році ГТК виявився на рівні 0,35.

Сума активних температур понад 10 °С протягом росту і розвитку плодів у 2016 році становила 2765,7 °С, що перевищило норму на 105,2 °С. Понад середнє багаторічне значення була сума вищевказаних температур у квітні – на 67,8 °С більше. Максимальна температура 2016 року була зареєстрована в липні – плюс 34,9 °С, мінімальна – у січні – мінус 21,9 °С. Сума опадів протягом росту плодів дорівнювала 237,2 мм, причому в квітні та травні випало відповідно у 3,3 та 1,9 разу більше за розраховану норму. Тоді як з червня по середину вересня сума опадів даного року становила 90,4 мм із багаторічним значення 250,5 мм. З початку і до середини вересня взагалі не було дощу, тому ГТК даного періоду дорівнював 0. Показник зволоження території за період досліджень становив 0,86.

Роки досліджень були нетиповими для даної зони. Слід зазначити, що в 2013, 2014 та 2016 роках сума активних температур ≥ 10 °С від початку вегетації до збирання плодів перевищила середнє багаторічне значення на 238,9; 98,8 і 105,2 °С відповідно. Найбільш вологими були 2013 та 2014 рр. – сума опадів склала 360,8 та 399,8 мм, це вище норми на 41,8 та 80,8 мм відповідно. Аномальна посуха протягом росту і розвитку плодів була в 2015 році – за період досліджень сума опадів дорівнювала 92,4 мм, і це було нижче від норми на 71 %, ГТК склав 0,35. У 2016 році також спостерігалася недостатня кількість опадів з червня по вересень, причому у вересні їх узагалі не було, ГТК за період росту і розвитку яблук був 0,86, за рахунок опадів у квітні та травні, що значно перевищували норму. У 2013–2016 рр. зафіксовано значуще варіювання суми опадів та ГТК за період росту і розвитку яблук, де відповідний коефіцієнт становив понад 50 %. Отже, це було підставою для аналізу отриманих результатів щодо визначення їх впливу на формування показників якості плодів яблуні.

2.2. Програма проведення досліджень

Дослідження по темі дисертаційної роботи проводились у двох дослідах.

Дослід 1. Вивчення ефективності впливу позакореневої обробки насаджень біологічно активними препаратами на формування та збереження якості плодів яблуні.

Об'єкти дослідження: плоди яблуні літнього сорту Ямба та зимових – Шафран краснокутський і Мавка.

Предмет дослідження: вивчення впливу фітостимулятора Атонік Плюс та антитранспіранта Вапор Гард на формування і збереження показників якості плодів яблуні.

Сорт Мавка – районований, з 2007 року занесений до Державного реєстру сортів, придатних до поширення в Україні [42], сорти Шафран краснокутський та Ямба були модельними для даного досліджу.

Позакореневу обробку дерев проводили з використанням препаратів Атонік Плюс та Вапор Гард. Варіанти та строки проведення позакореневої обробки, а також норми витрати препаратів зазначено у схемі проведення досліджень (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема проведення досліджень

| Варіанти досліджу | Варіанти позакореневої обробки | | | |
|---|---------------------------------------|--|--|---------------------------------|
| Обробка H ₂ O (контроль) | В період цвітіння | При першій хвилі опадання зав'язі | При другій хвилі опадання зав'язі | За 3–4 тижні до збору врожаю |
| Атонік Плюс (Атонік I) (0,2 л/га) (контроль 1(к ₁)) | В період цвітіння | Перед другою хвилею опадання зав'язі | | За 3–4 тижні до збору врожаю |
| Атонік Плюс (Атонік II) (0,2 л/га) (варіант 1(В ₁)) | Перед другою хвилею опадання зав'язі | | | За 3–4 тижні до збору врожаю |
| Вапор Гард (1 % розчин) (ВГ III) (контроль 2 (к ₂)) | За 3–4 тижні до збору врожаю | | | |
| Вапор Гард (ВГ I) (1 % розчин) (варіант 2 (В ₂)) | При першій хвилі опадання зав'язі | | | За 3–4 тижні до збору врожаю |
| Вапор Гард (ВГII) (1 % розчин) (варіант 3 (В ₃)) | При другій хвилі опадання зав'язі | | | За 3–4 тижні до збору врожаю |

Листкову поверхню дерев обприскували в ранкові години свіжо приготованим робочим розчином відповідної концентрації. У кожному варіанті – по 6 облікових дерев. Для всіх варіантів досліду контролями була позакоренева обробка дерев водою та біологічно активною речовиною в рекомендовані виробником строки, зокрема Атоніком Плюс – у період цвітіння, під час інтенсивного росту і розвитку плодів та перед збором урожаю (контроль 1 (k_1), Вапор Гардом – за 3–4 тижні до збирання плодів (контроль 2 (k_2)) (табл. 2.1).

Технологія догляду за садом загальноприйнята для даної зони садівництва.

Характеристика препаратів:

Вапор Гард – це натуральний антитранспірант, поверхнево-активна речовина, котра рекомендована до використання з метою зменшення випаровування вологи (транспірації), покращення якості продукції та збільшення врожайності. Вапор Гард вирішує проблему негативного впливу основних погодних факторів (посуха, надмірна кількість опадів, зниження температури, сонячні опіки). Утворена ним плівка на плодах та листках забезпечує стабільну захисну дію, завдяки чому епідерміс не старіє, не втрачає еластичності, менше перегрівається. Надалі, якщо під час випадання дощів волога починає інтенсивно надходити до плодів, неушкоджений епідерміс менше розтріскується. Завдяки цьому розтріскування плодів зменшується на 30–60 %. Під дією Вапор Гарду прискорюється досягання плодів, значно покращується забарвлення, підсилюється аромат, збільшується цукристість та лежкість. Утворена ним плівка підвищує стійкість рослин проти хвороб і шкідників. Завдяки натуральному походженню Вапор Гард нетоксичний для людини, тварин, бджіл і корисних комах, розкладається ґрунтовими мікроорганізмами. У багатьох країнах дозволений до використання в системах органічного (біологічного) землеробства.

Атонік Плюс – це фітостимулятор, регулятор росту і плодоношення з яскраво вираженою регенеративною та антистресовою дією, на основі трьох фенольних сполук, які присутні в живих клітинах у природних умовах. Згідно з рекомендаціями виробника використання даного препарату впливає на процеси фотосинтезу, забезпечує безперервний оптимальний водний баланс, регулює потік поживних

речовин і синтез асимілятів, підвищує ефективність фунгіцидного захисту, поліпшує якість і товарність плодів. Атонік Плюс характеризується високими показниками безпеки для людини та довкілля. Відповідно до Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (2016 р.), Атонік Плюс належить до IV класу небезпечності.

Дослід 2. Дослідження впливу погодних умов періоду росту і розвитку плодів на формування та збереження показників їх якості.

Об'єкти дослідження: плоди яблуні зимових сортів Сябріна, Алеся, Імант, Надзейни, Ремо.

Предмет дослідження: вивчення впливу погодних факторів на формування та збереження показників якості плодів яблуні в Правобережній частині Лісостепу України.

Досліджувані сорти є перспективними для вирощування в Україні – сорти Імант та Надзейни імунні до парші (ген Vf), Алеся – стійкий. Сорт Сябріна відзначається високою зимостійкістю та відсутністю осипання плодів. Сорт Ремо є стійким до парші, борошнистої роси, бактеріального раку та бактеріального опіку [71].

Плодові дерева посаджені 2002 року, сортами, які щеплено на підщепі 54-118, схема садіння 4×3, форма крони – розріджено-ярусна. Система утримання ґрунту в міжряддях – дерново-перегнійна. Зрошення відсутнє. Технологія догляду за садом загальноприйнята для даної зони садівництва.

2.3. Методика виконання спостережень

У процесі досліджень проводили фенологічні спостереження, фіксуючи календарні дати проходження фенофаз: початок вегетації, цвітіння дерев: початок, кінець і тривалість. Відзначали також кількість плодів після цвітіння, другої хвилі опадання зав'язі та на час збирання врожаю [68]. Визначали фізичні показники: динаміку наростання маси плодів – ваговим методом, діаметр плоду – за допомогою штангенциркуля.

Щоб встановити вплив позакореневої обробки та погодних чинників на наростання маси плоду, накопичення основних біохімічних показників дослідження

проводили в динаміці росту й досягання на материнській рослині. У період росту і формування яблук на дереві та під час їх зберігання визначали вміст основних органічних речовин: сухих розчинних – рефрактометричним методом згідно з ДСТУ ISO 2173 [17]; цукрів – спектрофотометричним методом згідно з ДСТУ 4954 [133], органічних титрованих кислот – методом титрування 0,1N розчином NaOH, аскорбінової кислоти – титрометричним методом за фарбою Тільманса (2,6-дихлорфеноліндофенол), пектинових речовин (протопектин, розчинний пектин та їх суму) – карбазольним методом, фенольних сполук – титрування реактивом Фоліна-Деніса згідно з ДСТУ 4373 [172].

Для виявлення сортових особливостей, виключення елементів випадковості й отримання об'єктивної оцінки сортів дослідження біохімічного складу проводилося не менше ніж в трикратній повторності.

Агрохімічні дослідження виконували згідно з «Указаниями по проведению массовых аналитических и технологических исследований почвы, плодов и ягод» [165].

Фізіологічні дослідження включали в себе визначення таких показників:

- площа листової пластинки – ваговим методом з відбором висічок з подальшими розрахунками даного показника за методикою «Изучение фотосинтетической поверхности растений» [173];

- товщина листової пластинки – готували поперечний зріз листка за допомогою мікротона [177];

- посухостійкість сортів – порівнювали зміни водного дефіциту та водоутримувальної здатності листка (ваговим методом) – відповідно до «Программы и методики сортоизучения плодовых и ягодных культур» [132];

- вміст хлорофілів у листках – визначали спектрофотометрично, попередньо екстрагувавши зразки етанолом у темряві до повного їх знебарвлення. Потім на спектрофотометрі вимірювали коефіцієнти абсорбції розчину пігментів для хвиль довжиною 665 та 649 нм. Концентрацію хлорофілів у листках визначали у мг/г, користуючись формулами, наведеними Х. Н. Починком [125];

- питома поверхнева щільність листя (ППЩЛ) – визначали діленням сухої маси листка на його площу за О. С. Овсянниковим [111];

- індукція флуоресценції хлорофілу – із застосуванням методики «Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу» [54].

Функціональний стан рослин визначали за допомогою приладу «Флоратест», який давав змогу діагностувати зміни в роботі хлоропластів листків за комплексом параметрів індукції флуоресценції хлорофілу [16, 59, 79, 238]. Основними показниками були: F_0 – початкове значення флуоресценції після ввімкнення освітлення, F_{pL} – рівень її на час тимчасового сповільнення зростання її сигналу (плато), F_{max1} – максимальне значення флуоресценції, F_{max2} – другий її максимум, F_t – стаціонарний рівень флуоресценції через 1,5–3 хвилини після початку освітлення. Всі показники індукційної кривої представлено у відносних одиницях еталона флуоресценції (світлофільтр ОС – 14) з емісією в тому ж спектральному діапазоні, що й флуоресценція хлорофілу листка. Інтенсивність збуджувального світла для приладу «Флоратест» була в межах 50...60 Вт/м².

При визначенні ефективності роботи фотосинтетичного апарату листя використовували коефіцієнти K_{pL} , K_i та Rfd , які обчислювали за формулами:

$K_{pL} = (F_{pL} - F_0) / (F_{p1} - F_0)$ – частка центрів, що не відновлюють первинний акцептор електронів Q_a ; коефіцієнт плато відображає частку неактивних центрів лише за насичувальної інтенсивності збуджувального світла (близько 400...600 Вт/м²);

$K_i = (F_{p1} - F_0) / F_{p1}$ – коефіцієнт ефективності електронного транспорту поблизу реакційних центрів фотосистеми 2 (ФС II);

$Rfd = (F_{max2} - F_t) / F_t$ – коефіцієнт ефективності темнових фотохімічних процесів.

Для діагностики присутності вірусної інфекції використовували параметр K_{pL} ($K_{pL} = \Delta F_{pL} / F_{v1}$) [109, 111]. У даній формулі $\Delta F_{pL} = F_{pL} - F_0$, що відображає приріст інтенсивності флуоресценції до рівня F_{pL} , зумовленого насиченням енергією реакційних центрів, які не передають електрон в ЕТЛ (електрон-транспортний ланцюг).

Листки відбирали з контрольних гілок у ранкові години.

Для аналітичних досліджень відбирали плоди яблуні літнього та зимових сортів відповідно до ДСТУ ISO 874 [171]. Відбір зразків літнього сорту яблуні проводили згідно ДСТУ 8323 [197]. На зберігання закладали зимові яблука вищого та першого товарного сортів згідно з ДСТУ 8133 та ДСТУ ЄЕК ООН FFV – 50 [196, 198] у стадії знімальної стиглості, яку визначали відповідно до методики Н. А. Целуйко за допомогою йод-крохмальної проби [65], а також основним та покривним забарвленням шкірочки, кольором насіння, характером відділення плодоніжки від плодових утворень та за вмістом основних органічних речовин. Відібрані до зберігання яблука пакували у стандартну тару, яку перестеляли папером. Усі дослідження зі зберігання проводили відповідно до «Методики оцінки якості плодово-ягідної продукції» [65]. Яблука зберігали в камерах зі штучним охолодженням повітря при температурі +1 °С та відносній вологості повітря 90–95 %, проводили щомісячні перегляди плодів, визначали вміст основних органічних речовин та їх товарну якість. Природні втрати маси плодів визначали за допомогою аналітичних ваг, за різницею маси фіксованих плодів при закладанні на зберігання і щомісячних переглядів обраховували їх втрати по місяцях і за весь період зберігання у відсотках. Щільність плодів визначали за допомогою портативного пенетрометра «Wagner FRUIT TEST» з насадкою FT 30FT716 діаметром 11 мм (шкірочку перед вимірюванням зрізали).

Фізіологічні розлади та мікробіологічні хвороби обліковували візуально із застосуванням атласу розладів і захворювань за максимальним проявом визначених хвороб на поверхні плоду [43, 53], відображали у відсотках кількість уражених плодів.

Вплив погодних умов на формування показників якості плодів вивчали з урахуванням таких показників: кількість опадів за період росту і розвитку яблук, сума активних температур понад 10 °С, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за формулою Селянинова:

$$ГТК = \frac{\Sigma_{on} * 10}{\Sigma_t},$$

де Σ_{on} – кількість опадів за певний період;

0,1 – коефіцієнт;

Σ_t – сума температур понад 10 °С.

Метеорологічні дані отримували в Інституті садівництва НААН України.

Результати дослідження обробляли статистично за «Методикою полевого опыта» [45], із застосуванням персонального комп'ютера, програм MS Office Excel та AGROSTAT за розробкою М. О. Бублика, використовуючи методи дисперсійного та кореляційного аналізу.

Економічну оцінку проводили за «Методикою економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві» [102].

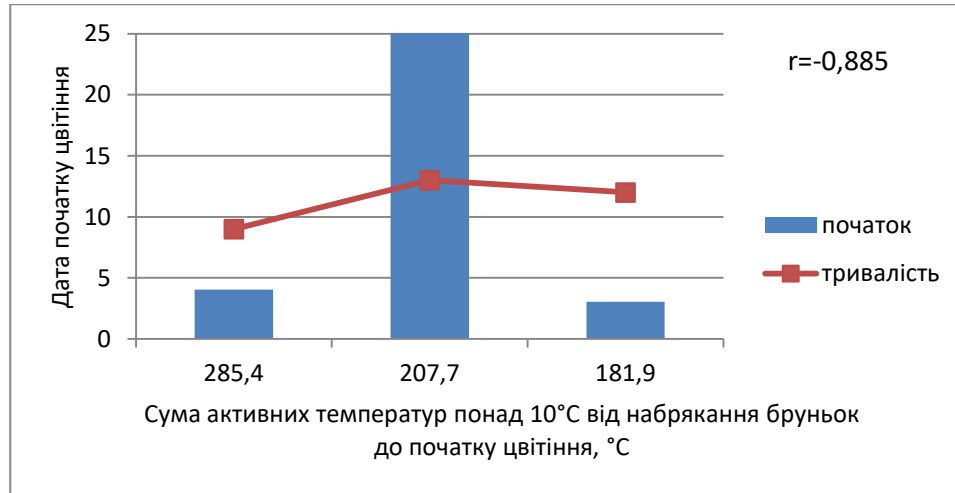
РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ТОВАРНИХ ТА СПОЖИВЧИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ ЇХ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ДЕРЕВ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ

3.1. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні на урожайність та показники товарності плодів

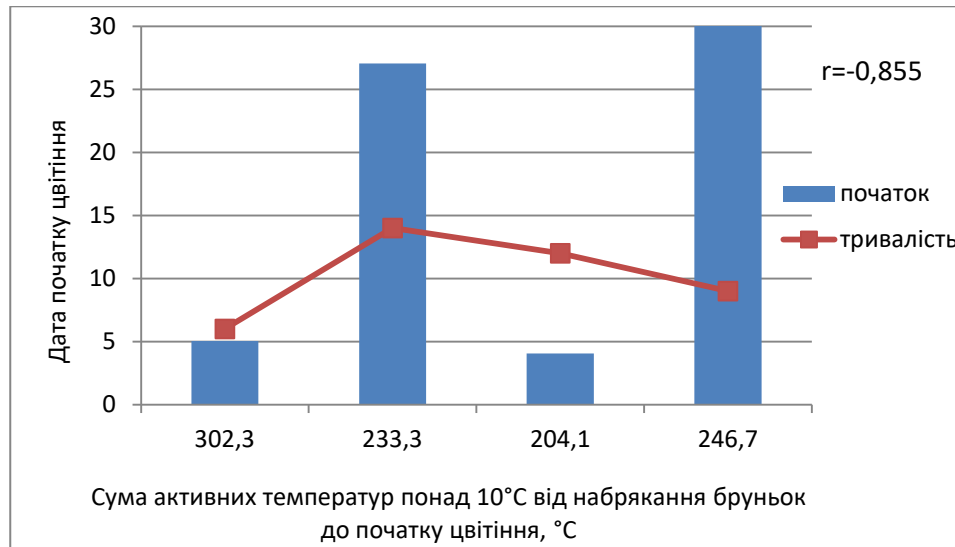
Утворення квіток є першою умовою гарного врожаю [181]. Цвітіння – це генетична особливість сорту, але під впливом погодних умов може варіювати залежно від року спостереження. Висока інтенсивність цвітіння дерев та сприятливі умови, в яких проходить запилення і запліднення яблуні, значною мірою забезпечують одержання високого врожаю [74]. Яблуня починає квітнути через 20–25 діб після того, як середньодобова температура повітря перевищить 8 °С і досягне 10–12 °С [114].

У 2013 році цвітіння основної кількості дерев почалося майже одночасно – 4–5 травня (рис. 3.1), сума активних температур ≥ 10 °С від початку вегетації для літнього сорту становила 285,4 °С, а для зимових – на 16,9 °С вище. Була тепла і сонячна погода, а отже, і цвітіння було дружне. У 2014 та 2016 роках було зафіксовано, що дерева квітнули в останню декаду квітня, сума активних температур ≥ 10 °С від початку набрякання бруньок у сортів, що вивчалися, була майже на одному рівні, вегетаційний період у 2014 році почався раніше. Цвітіння дерев у 2015 році, як і в 2013-му, також спостерігали на початку травня, але його тривалість була на тиждень меншою, при цьому слід зазначити, що сума активних температур ≥ 10 °С на початок цвітіння у Ямби та Шафрана краснокутського була найнижчою за роки спостережень – 181,9 та 204,1 °С відповідно.

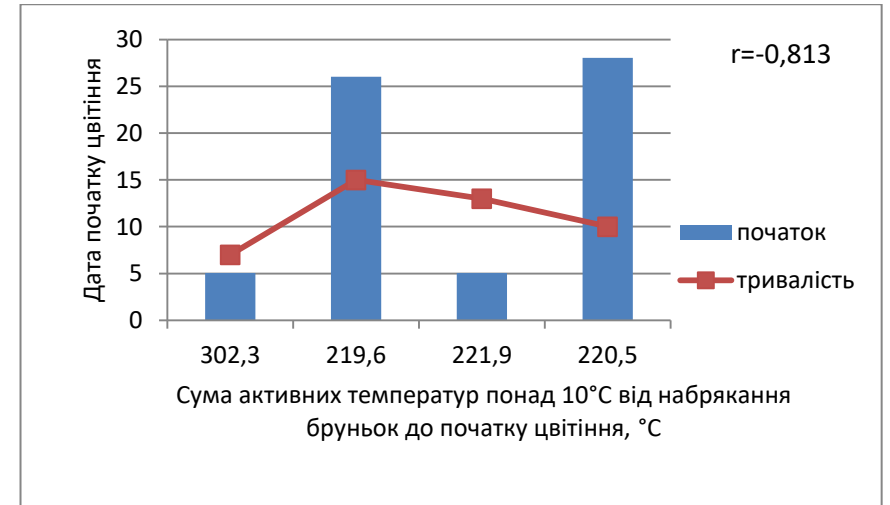
Аналіз отриманих даних свідчить про вплив погодних умов, особливо суми активних температур ≥ 10 °С від початку вегетації до початку цвітіння, це підтверджував кореляційний і регресійний аналіз. Коефіцієнт кореляції тривалості квітування від суми вищевказаних температур ≥ 10 °С був оберненим – для сортів Ямба та Шафран краснокутський він становив по $-0,885$, для Мавки: $-0,813$.



a



б



в

Рис. 3.1. Цвітіння дерев яблуні (2013–2016 рр.): *a* – Ямба, *б* – Шафран краснокутський, *в* – Мавка

Доведено, що висока сума активних температур ≥ 10 °С від початку вегетації зменшувала тривалість цвітіння дерев. За таких умов зимові сорти квітували 6 – 7 діб, літній – 9. Позакоренева обробка насаджень біологічно активними препаратами впливу на квітування дерев не мала.

Однією зі складових урожаю, який збиратимуть восени, є кількість зав'язаних плодів на дереві. Вже на початок росту і розвитку плодів у сортів, які вивчали, було зауважено позитивний вплив позакореневої обробки насаджень Вапор Гардом у варіанті з його використанням при першій хвилі опадання зав'язі (табл. 3.1). При трикратній обробці насаджень яблуні сортів Ямба та Шафран краснокутський Атоніком Плюс було відзначено меншу кількість зав'язаних плодів порівняно з використанням H₂O.

Таблиця 3.1

Збереження зав'язі плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами, шт./дерева (середнє за 2013-2016 рр.)

| Варіанти обробки | Сорти | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|-----------------|--------------|---------|-----------------|--------------|---------|-----------------|--------------|
| | Шафран краснокутський | | | Мавка | | | Ямба | | |
| | Кількість плодів, шт./дерева | | | | | | | | |
| | зав'язь | після 2-ї хвилі | при збиранні | зав'язь | після 2-ї хвилі | при збиранні | зав'язь | після 2-ї хвилі | при збиранні |
| К з H ₂ O (к) | 1728 | 260 | 62 | 2394 | 359 | 266 | 1783 | 321 | 133 |
| А I (к ₁) | 1359 | 360 | 118 | 2517 | 529 | 340 | 1148 | 241 | 183 |
| А II (В ₁) | 2088 | 350 | 127 | 1908 | 516 | 327 | 1300 | 338 | 244 |
| ВГ III (к ₂) | 2200 | 330 | 68 | 2156 | 475 | 209 | 1864 | 335 | 125 |
| ВГ I (В ₂) | 2198 | 383 | 75 | 2988 | 538 | 212 | 1745 | 349 | 179 |
| ВГ II (В ₃) | 1972 | 357 | 91 | 1559 | 406 | 222 | 1359 | 299 | 177 |
| НІР ₀₅ | 21,69 | 26,87 | 17,89 | 17,85 | 18,18 | 9,10 | 25,86 | 34,38 | 14,25 |

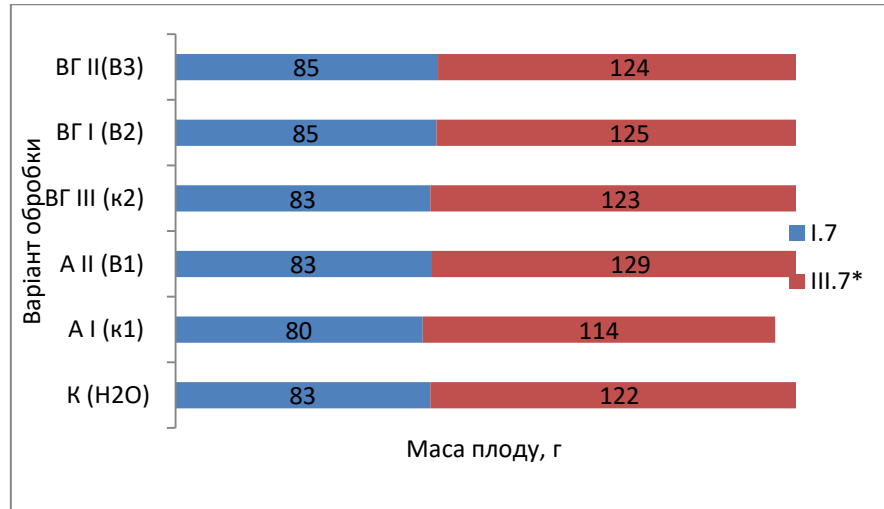
На кінець другої хвилі опадання зав'язі застосування фітостимулятора та антитранспіранта у насадженнях сортів обох термінів досягання сприяло кращому

збереженню зав'язі порівняно з варіантом з H₂O, де відсоток збереження плодів був найнижчим – менше 18 %.

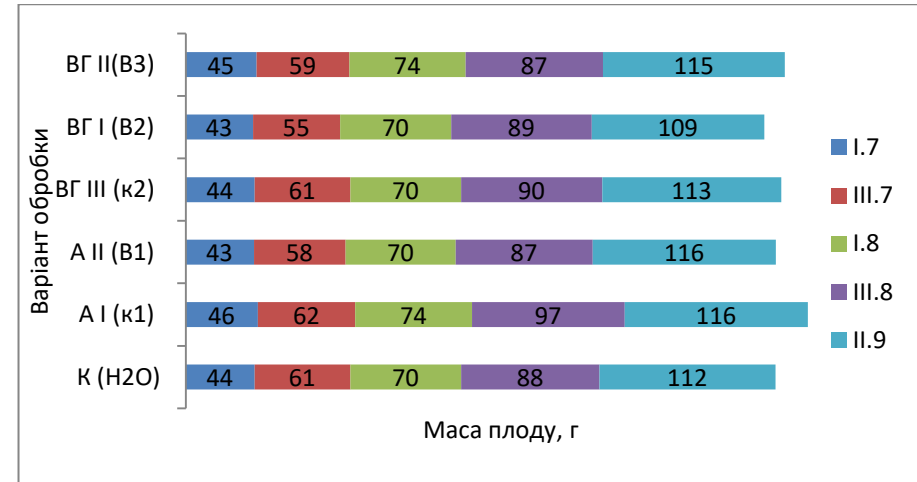
На період знімальної стиглості в сортів, які вивчали, кращий відсоток збереження плодів був при застосування Атоніку Плюс в обох варіантах: для сорту Шафран краснокутський відсоток збереження яблук становив 33 і 36 %, кількість плодів на дереві – 360 та 350 шт.; для Мавки – 64 і 63 % та 340 і 327 шт./дерева, для Ямби – 76 і 72 % та 183 і 244 шт./дерева відповідно. При позакореневій обробці насаджень Вапор Гардом відзначали, що оптимальним було внесення даного препарату при другій хвилі опадання зав'язі. Найменший відсоток збереження яблук зареєстровано у контрольному варіанті із використанням Вапор Гарду.

Складовими показниками урожайності є не лише кількість яблук на дереві, а й їхня маса. З моменту утворення зав'язі й до настання знімальної стиглості яблук безперервно збільшувалась їхня маса. Протягом перших 20–30 діб після другої хвилі опадання зав'язі інтенсивність росту плодів зростала в усіх сортів яблуні. Після другої хвилі опадання зав'язі найбільшу масу в середньому за роки спостережень мали плоди літнього сорту Ямба: від 80 г (контрольний варіант з Атоніком Плюс) до 85 г (Вапор Гард, застосований при першій та другій хвилях опадання зав'язі) (рис. 3.2, а). Дещо меншу масу мали яблука зимового сорту Шафран краснокутський: у середньому по варіантах – 61 г (рис. 3.2, б). Найменші плоди були у Мавки – від 43 г (варіант 2 з Вапор Гардом) до 46 г (трикратна обробка Атоніком Плюс) (рис.3.2, в).

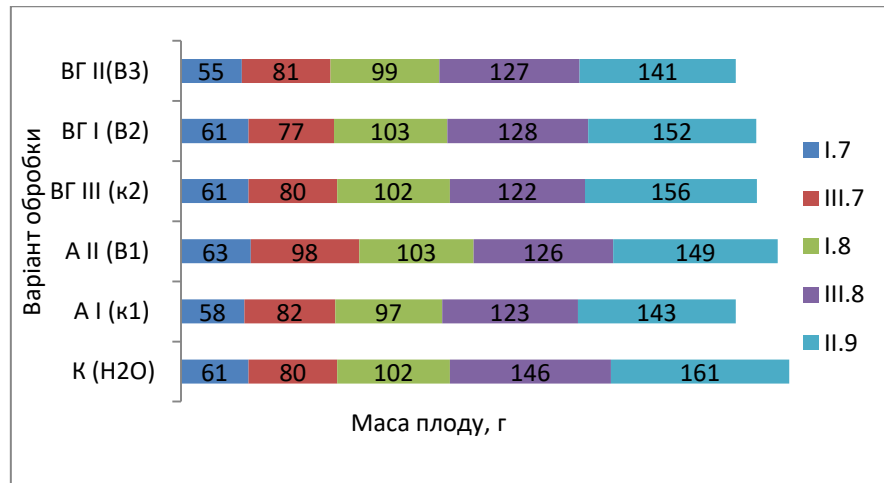
На кінець третьої декади липня у сортів Шафран краснокутський та Ямба найбільш інтенсивно збільшувалася маса у варіанті з Атоніком Плюс, застосованим перед другою хвилею опадання зав'язі – на 16 та 7 г або на 84 та 18 % більше, ніж у контролі з H₂O. У вищевказаного зимового сорту у варіантах, відібраних з насаджень з обприскуванням Вапор Гардом при другій хвилі опадання зав'язі інтенсивність накопичення маси плодами була на 26 г більшою, ніж за два тижні до цього, у контролі з водою даний показник дорівнював 19 г.



а



б



в

*7 – місяць проведення спостережень; I – декада

Рис. 3.2. Динаміка накопичення маси плодами яблуні за період їх росту і розвитку (у середньому за 2013–2016 рр.): *а* – сорт Ямба; *б* – Шафран краснокутський; *в* – Мавка

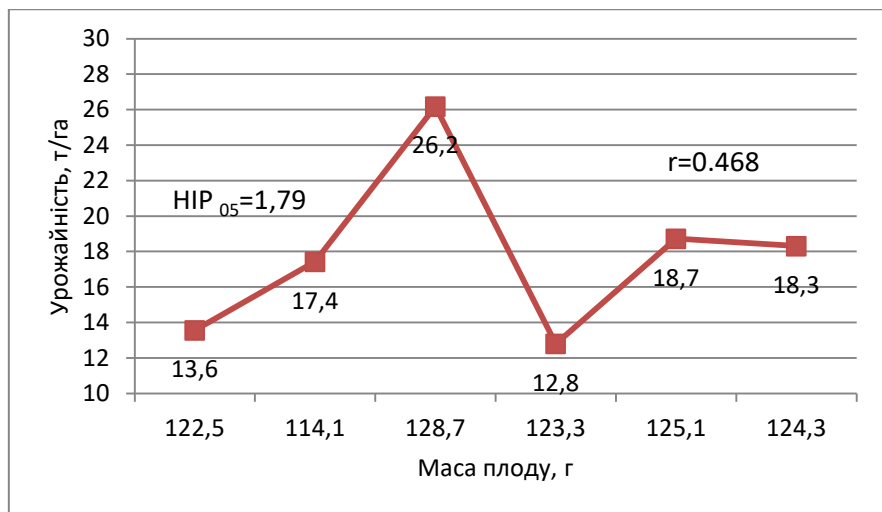
У середньому за 2013–2015 рр. у сорту Ямба в контрольних варіантах із водою, Атоніком Плюс та Вапор Гардом маса плодів була меншою, ніж у варіантах досліду. При застосуванні фітостимулятора перед другою хвилиною опадання зав'язі прибавка у масі була на 7 та 15 г більшою щодо контролю з H₂O та даним препаратом відповідно.

У Шафрана краснокутського на першу декаду серпня найменшу інтенсивність накопичення маси плодами за два тижні зафіксовано при обприскуванні насаджень Атоніком Плюс у першому варіанті – +5 г, при цьому застосування Вапор Гарду у варіанті 2 (+34 г), а також контрольних варіантів з H₂O та Вапор Гардом сприяло її активному накопиченню (+27 %).

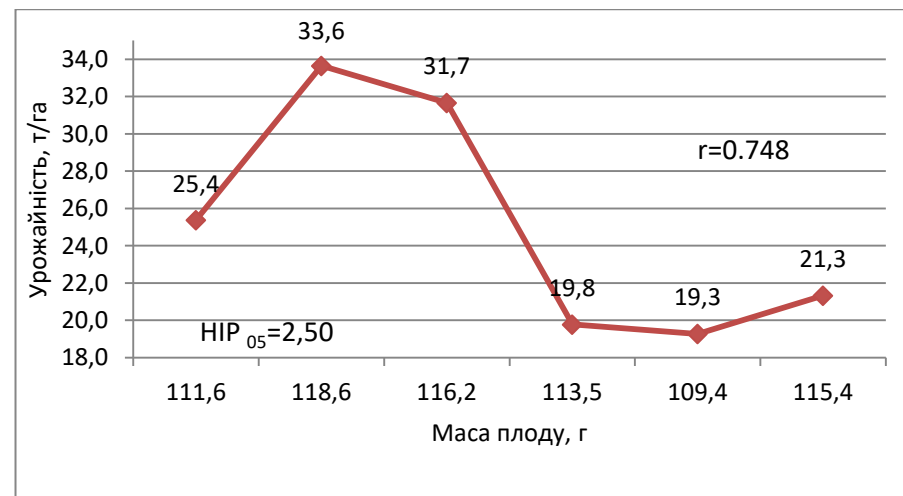
Перед збором плодів найменший приріст маси за два тижні у сорту Шафран краснокутський був у контролі з водою – +16 г та у варіанті з використанням Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі – +14 г, тоді як при обприскуванні насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом плоди накопичили +20 – 34 г. У сорту Мавка маса плодів найінтенсивніше збільшилась перед збором урожаю. Кращим був варіант із Атоніком Плюс та Вапор Гардом, використаними при другій хвилі опадання зав'язі – приріст за два тижні дорівнював +29 та +28 г, це було більше на 16 та 21 %, ніж відповідно у контролі з водою.

Отже, обробка насаджень яблуні біопрепаратами позитивно позначилася на накопиченні маси плодами сорту Ямба, кращим був варіант із застосуванням Атоніку Плюс перед другою хвилиною (129 г) та Вапор Гарду у варіанті 2 та 3 – 125 та 124 г. У сорту Шафран краснокутський на період збору врожаю впливу позакореневої обробки насаджень помічено не було, проте протягом росту і розвитку яблук кращим були варіанти із застосуванням Атоніку Плюс перед другою хвилиною та Вапор Гарду при першій та другій хвилях опадання зав'язі. Для сорту Мавка оброблені варіанти були більші, ніж контроль із водою, на 2–4 %. Відзначено також вплив фітостимулятора, використаного тричі, та Вапор Гарду у варіанті 3 – за таких умов протягом дозрівання яблука накопичували більшу масу.

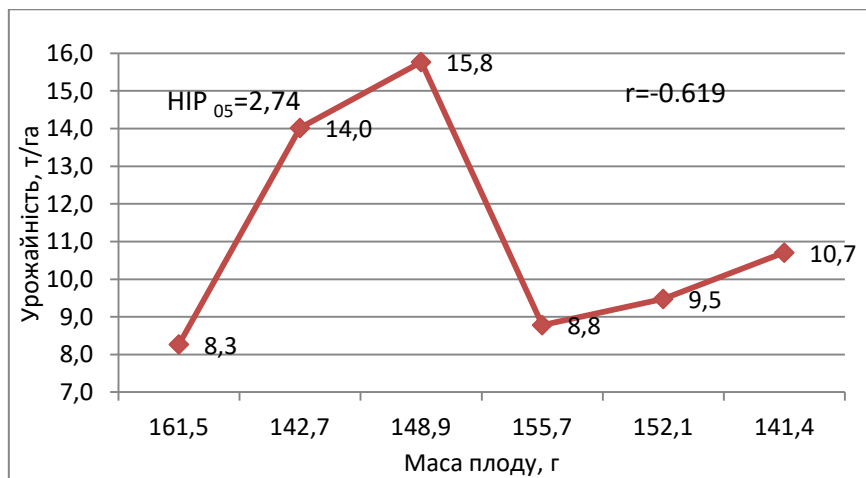
Результати наших досліджень доводять позитивний вплив застосування біопрепаратів на врожайність дерев яблуні (рис. 3.3).



a



б



в

Рис.3.3. Урожайність дерев яблуні залежно від маси плоду (2013–2016 рр.): *a* – Ямба, *б* – Шафран краснокутський, *в* – Мавка

Слід зазначити, що позакоренева обробка насаджень яблуні сортів, які вивчали, в середньому за роки спостережень сприяла підвищенню урожайності: у сорту Мавка найвищий врожай зареєстровано в контрольному варіанті з Атоніком Плюс (33,6 т/га), Шафрана краснокутського та Ямби – у варіанті з використанням даного фітостимулятора перед другою хвилиною опадання зав'язі, врожайність становила 15,8 та 26,2 т/га відповідно. Встановлено також, що використання фітостимулятора у варіанті 1 у сорту Ямба сприяло збільшенню врожаю удвічі, відсоток стандартних плодів становив 74 % (табл. 3.2), що на 2 і 4 % більше, ніж у контролі з Н₂О та даним препаратом відповідно. У літнього сорту підвищення врожайності при позакореневій обробці Вапор Гардом було у варіантах 2 та 3 – це на 5,1 та 4,7 т/га більше, ніж при використанні Н₂О. Вихід товарних плодів із застосуванням антитранспіранта при другій хвилі становив 83 %, це перевищило контроль із водою та цим препаратом на 11 та 7 %.

Таблиця 3.2

Товарність плодів яблуні залежно від позакореневої обробки біопрепаратами, % (у середньому за роки досліджень)

| Сорти | Варіант позакореневої обробки | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| | К з Н ₂ О (к) | А I (к ₁) | А II (В ₁) | ВГ III (к ₂) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| Шафран краснокутський | 71 | 77 | 77 | 74 | 77 | 74 |
| Мавка | 68 | 79 | 78 | 78 | 73 | 79 |
| Ямба | 72 | 70 | 74 | 76 | 72 | 83 |

Визначено, що застосування фітостимулятора сприяло підвищенню врожайності в обох зимових сортів за рахунок покращення кількості товарних плодів. Зокрема, у сорту Шафран краснокутський вона становила по 77 % у контролі з Атоніком Плюс і першому варіанті з ним та 79 і 78 % – відповідно у Мавки.

У всіх сортів позакоренева обробка насаджень Вапор Гардом перед збором урожаю (к₂) не впливала на врожайність плодів, а в сортів Ямба та Мавка була навіть меншою від контролю з Н₂О. Досліджувані варіанти з обприскуванням

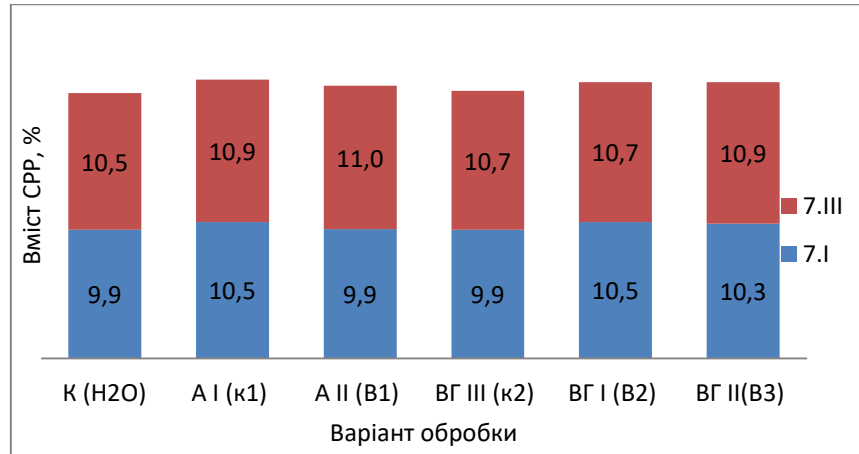
антитранспірантом покращували відсоток виходу товарних плодів і урожайність в цілому порівняно з використанням води та цього препарату.

3.2. Накопичення сухих розчинних речовин плодами протягом їх росту і розвитку залежно від позакореневої обробки насаджень яблуні

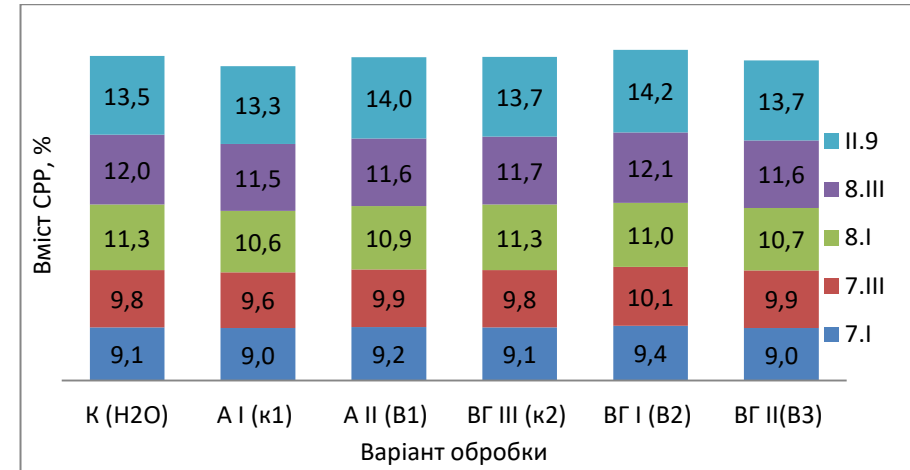
Вміст основних біохімічних речовин у яблуках різнився залежно від позакореневої обробки біопрепаратами. Протягом росту і розвитку яблук спостерігали поступове накопичення ними сухих розчинних речовин (СРР). У середньому за роки спостережень після другої хвилі опадання зав'язі найменшу кількість СРР зареєстровано у плодах сорту Шафран краснокутський у контролі з водою та Вапор Гардом (по 8,4 % в обох варіантах), найбільшу – при трикратному застосуванні Атоніку Плюс (9,1 %) (рис.3.4, б). Таку ж закономірність спостерігали у сорту Ямба (рис.3.2, а), проте варто також відзначити позитивний вплив обробки насаджень Вапор Гардом при першій хвилі опадання зав'язі – вміст СРР був 10,5 %. У яблуках Мавки вміст вищезгаданих речовин коливався від 9,0 до 9,4 %, найбільша їх кількість була у плодах, відібраних із насаджень, де використано антитранспірант у другому дослідному варіанті (рис. 3.4, в).

На кінець липня (в середньому за роки досліджень) застосування Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі у сортів Шафран краснокутський та Ямба сприяло збільшенню СРР у плодах. У зимового сорту вміст даних речовин на кінець третьої декади липня був на 0,7 % більшим, ніж у контролі з водою, у літнього сорту – на 0,3 %. У даний період впливу позакореневої обробки на накопичення сухих розчинних речовин у Мавки зафіксовано не було.

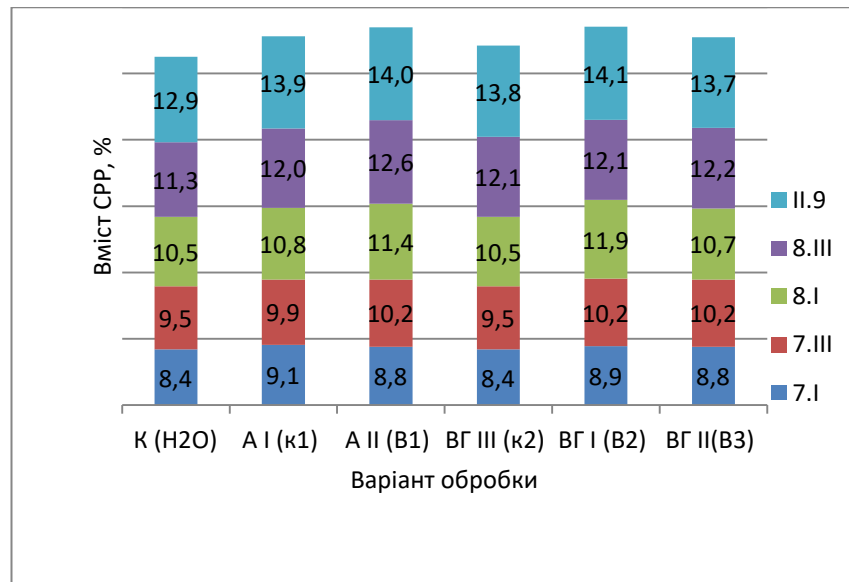
На кінець першої – третьої декади серпня вміст СРР у Шафрана краснокутського був найбільшим у плодах, відібраних з насаджень оброблених Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі. У першій половині серпня плоди, у варіанті з Вапор Гардом, використаним при першій хвилі, мали 11,9 % СРР, це було на 1,4 % більше, ніж у контролі з H_2O та даним препаратом. Через два тижні плоди у варіантах із Вапор Гардом істотно не відрізнялися від контролю з ним, але вміст СРР у них був більшим, ніж при використанні H_2O , на 0,8 %.



a



b



b

*7-місяць проведення спостережень; I- декада

Рис. 3.4. Динаміка накопичення сухих розчинних речовин у плодах за період їх росту і розвитку залежно від позакореневої обробки насаджень (у середньому за 2013–2016 рр.): *a* – сорт Ямба; *b* – Шафран краснокутський; *в* – Мавка

На період настання знімальної стиглості яблук Шафрану краснокутського вміст у плодах СРР був найбільшим –14,1; 13,9 та 14,0 % при використанні антитранспіранта при першій хвилі опадання зав'язі та обидвох варіантів з Атоніком Плюс відповідно. У контролі з Н₂О кількість вищевказаних речовин становила 12,9 %.

У першій декаді серпня щодо сорту Мавка зауважено, що в контрольних варіантах із водою та Вапор Гадом уміст вищевказаних речовин був найбільшим – по 11,3 % відповідно. Використання Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі сприяло акумулюванню СРР на кінець серпня – 12,1 %. У разі використання антитранспіранта при першій хвилі опадання зав'язі та Атоніку Плюс – перед другою хвилею на час настання знімальної стиглості яблука містили на 0,7 та 0,5 % більше СРР порівняно з варіантом, де застосовували воду.

Дослідженнями, проведеними в ІС, доведено, що позакоренева обробка насаджень справила позитивний вплив на акумулювання СРР плодами. При використанні Атоніку Плюс та Вапор Гарду у варіантах 1 та 2 у плодах містилося більше СРР, зокрема у варіанті з Атоніком Плюс – на 1,1 та 0,5 % у Шафрана краснокутського та Мавки відповідно, Вапор Гардом – на 1,2 та 0,5 % порівняно з контролем з водою.

3.3. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні на складники цукрово-кислотного індексу плодів

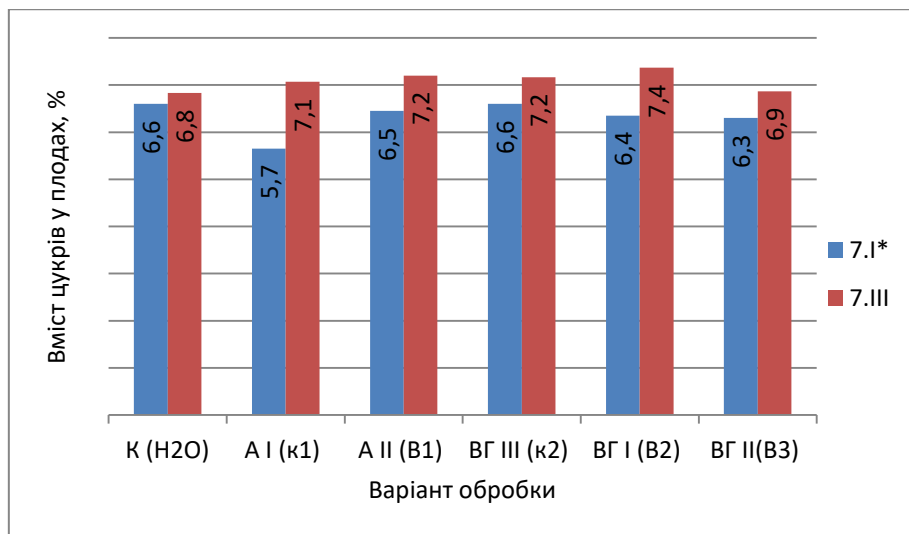
Важливим фактором збалансованого смаку яблук є органічні кислоти. Занадто великий їх вміст порушує цукрово-кислотну рівновагу. Також це одні з найважливіших речовин у хімічному складі плодів яблуні. Висока кислотність заважає використанню плодів у свіжому вигляді та обмежує їх придатність до переробки. Органічні кислоти, так само, як цукри, визначають смак і технологічну якість плодів, беруть участь у фізіологічних процесах рослин [191].

Цукри, які знаходяться в плодах, легко засвоюються організмом людини, що обумовлює їх цінність. Кількість цукрів значною мірою впливає на якість отриманої продукції. Їх накопичення в плодах залежить від умов вирощування, вегетаційного періоду та впливу позакореневої обробки біопрепаратами.

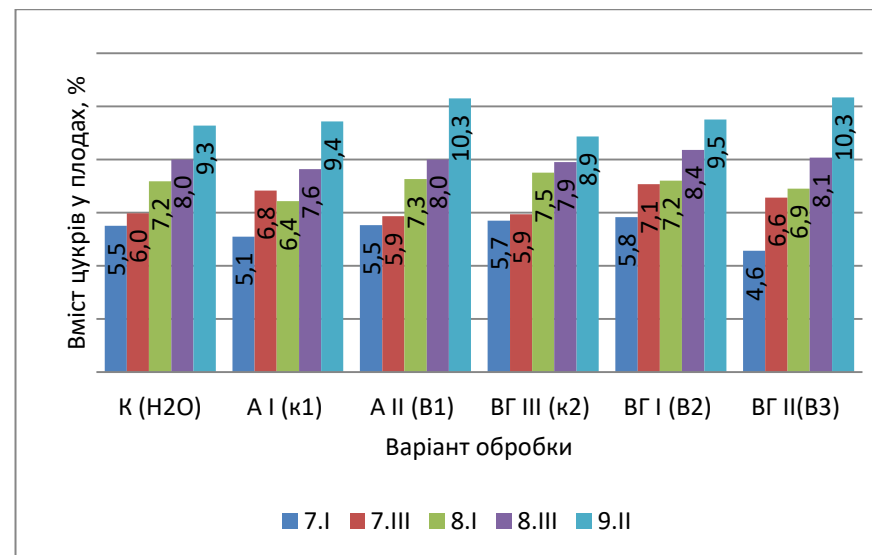
Так, на кінець другої хвили опадання зав'язі у сорту Шафран краснокутський найменшу кількість цукрів містили плоди, відібрані з насаджень в контрольних варіантах з водою та Вапор Гардом (рис.3.5, б), найбільшу – у варіантах із трикратною обробкою фітостимулятором та антитранспірантом у варіантах 2 та 3 – 5,8; 5,9 та 5,9 % відповідно. У Ямби, навпаки, найбільша кількість цукрів була у контролі з H₂O та Вапор Гардом (к₂) – по 6,6 % відповідно (рис. 3.5, а). У Мавки застосування Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі та Вапор Гарду – при першій хвилі сприяло нагромадженню даних речовин – по 5,6 % відповідно (рис. 3.5, в).

На кінець липня, в період активного росту яблук у Шафрана краснокутського та Мавки інтенсивність накопичення загальних цукрів із застосуванням Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі була відповідно на 0,9 та 1,3 % вищою, ніж за два тижні до цього. Також відзначено, що кількість даних речовин у другому варіанті з Вапор Гардом була більшою, ніж у контролі з водою та антитранспірантом, де вміст цукрів був однаковим, на 0,8 % у Шафрана краснокутського та 1,1 % – у Мавки. У сорту Шафран краснокутський несуттєво різнилися варіанти із застосування H₂O та Атоніку Плюс. Трикратна обробка фітостимулятором насаджень яблуні сорту Мавка сприяла активнішому накопиченню плодами цукрів, вміст їх становив 6,8 %, це було на 1,7 % більше, ніж за два тижні до цього. Обприскування дерев Ямби біопрепаратами сприяло більшому накопиченню цукрів порівняно з контролем із H₂O. Кращим було застосування Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі – вміст цукрів становив 7,4 %.

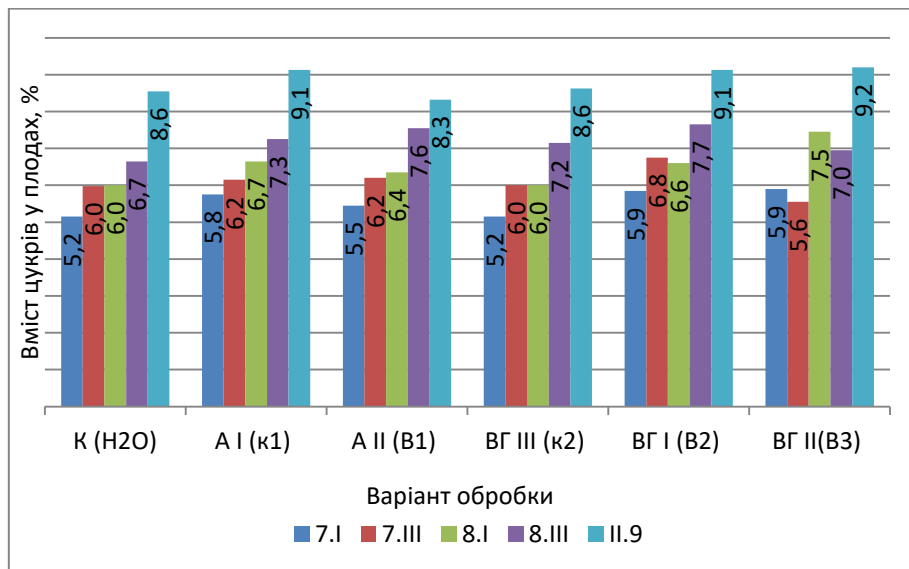
На кінець першої декади серпня плоди сорту Шафран краснокутський (із позакореневою обробкою насаджень Вапор Гардом при другій хвилі опадання зав'язі), які на кінець третьої декади липня містили найменшу кількість цукрів (5,6 %), інтенсивно накопичили вищезгадані речовини (7,5 %). При трикратному застосуванні Атоніку Плюс у даного сорту вміст цукрів у плодах був на 0,7 %, Вапор Гарду у варіанті 2 – на 0,6 % більшим, ніж у контролі з H₂O. У сорту Мавка вміст цукрів у плодах у варіанті з фітостимулятором, використаним перед другою хвилею опадання зав'язі, був на 0,9 % більшим за контроль із даним препаратом, але на рівні варіанту з водою.



a



b



b

*7 – місяць проведення спостережень; I – декада

Рис. 3.5. Динаміка накопичення цукрів у плодах яблуні за період їх росту і розвитку залежно від позакореневої обробки насаджень (у середньому за 2013–2016 рр.): *a* – сорт Ямба; *b* – Шафран краснокутський; *в* – Мавка

Найменша кількість цукрів була у разі обробки насаджень Вапор Гардом при другій хвилі опадання зав'язі (6,9 %) та Атоніком Плюс у контролі (6,4 %).

У Шафрану краснокутського на період настання знімальної стиглості у яблуках накопичилась максимальна кількість цукрів за весь період їх росту і розвитку. Притому найбільше їх було в обох дослідних варіантах із Вапор Гардом та трикратно застосованим Атоніком Плюс – 9,1; 9,2 та 9,1 % відповідно. Протягом росту і розвитку плодів Мавки та Ямби інтенсивність накопичення цукрів була вищою у варіанті, де позакоренево застосовували Вапор Гард при першій хвилі опадання зав'язі, тоді як на період збору урожаю більшу кількість вищевказаних речовин містили яблука зимового сорту з використанням даного препарату при другій хвилі опадання зав'язі (10,3 %). Позакоренева обробка насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі підвищила вміст цукрів у яблуках сорту Мавка – 10,3 %, у контролі з H₂O та з даним препаратом було 9,3 та 9,4 % цих речовин відповідно.

У середньому за роки досліджень у літнього сорту Ямба кількість цукрів у яблуках коливалася від 6,7 % (обприскування водою) до 7,4 % (застосування Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі). Найкраще вплинула на накопичення цих речовин у плодах обробка насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі та Вапор Гардом – під час першої хвилі (кількість цукрів у плодах дорівнювала 7,2 і 7,4 % відповідно).

Отже, у сорту Шафран краснокутський на час настання яблуками знімальної стиглості відзначено, що накопичення максимальної кількості цукрів було у варіантах 2 та 3 з обприскуванням насаджень Вапор Гардом, а також трикратно Атоніком Плюс, їх вміст у яблуках дорівнював 9,1; 9,2 та 9,1 % відповідно, у плодах у контролі з водою кількість цукрів становила 8,6 %. Дещо по-іншому реагували сорти Мавка та Ямба – при застосуванні Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі кількість цукрів у їхніх яблуках дорівнювала відповідно 10,3 та 7,1 %. У сорту Мавка позакоренева обробка насаджень антитранспірантом Вапор Гард при другій хвилі опадання зав'язі, а також у Ямби – при першій хвилі

позитивно впливали на накопичення даних речовин, їх кількість становила 10,3 та 7,4 % відповідно.

У той час, як кількість цукрів у плодах збільшувалась, уміст органічних титрованих кислот зменшувався. Максимальна кількість титрованих кислот у всіх дослідних сортів була на кінець першої декади липня. Але вона різнилася залежно від позакореневої обробки насаджень препаратами. Так, у сортів Шафран краснокутський та Ямба найбільша кількість органічних кислот була в контролях із водою та Вапор Гардом і становила по 1,07 та по 1,28 % відповідно (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст органічних титрованих кислот у плодах яблуні протягом їх росту і розвитку залежно від позакореневої обробки насаджень, % (у середньому за 2013–2016 рр.)

| Варіанти обробки | Сорти | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|
| | Ямба | | Шафран краснокутський | | | | | Мавка | | | | |
| | 7.І | 7.ІІІ | 7.І | 7.ІІІ | 8.І | 8.ІІІ | 9.ІІ | 7.І | 7.ІІІ | 8.І | 8.ІІІ | 9.ІІ |
| К з Н ₂ О | 1,28 | 1,03 | 1,07 | 0,81 | 0,94 | 0,90 | 0,82 | 0,96 | 0,76 | 0,61 | 0,63 | 0,61 |
| А І (К ₁) | 1,15 | 1,05 | 0,97 | 0,89 | 0,82 | 0,79 | 0,82 | 0,98 | 0,80 | 0,61 | 0,60 | 0,47 |
| А ІІ (В ₁) | 1,18 | 1,00 | 0,99 | 0,88 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,99 | 0,78 | 0,56 | 0,64 | 0,50 |
| ВГ ІІІ (К ₂) | 1,28 | 1,03 | 1,07 | 0,81 | 0,94 | 0,73 | 0,78 | 0,96 | 0,76 | 0,61 | 0,61 | 0,54 |
| ВГ І (В ₂) | 1,14 | 1,02 | 0,91 | 0,75 | 0,77 | 0,70 | 0,69 | 1,01 | 0,73 | 0,61 | 0,62 | 0,48 |
| ВГ ІІ (В ₃) | 1,19 | 0,99 | 0,93 | 0,77 | 0,82 | 0,72 | 0,77 | 1,10 | 0,70 | 0,61 | 0,61 | 0,48 |

У Шафрана краснокутського в кінці другої хвили опадання зав'язі найбільше цукрів містили плоди, у варіанті з обробкою насаджень Вапор Гардом при першій хвилі, кількість органічних кислот у даному варіанті була найменшою – 0,91 %. У Ямби застосування Атоніку Плюс та Вапор Гарду у варіантах 2 та 3 сприяло зменшенню вмісту титрованих кислот у плодах. У Мавки найбільший уміст органічних кислот (1,09 та 1,14 %) спостерігали в яблуках у варіантах із використанням Вапор Гарду при першій та другій хвилях опадання зав'язі відповідно. Вже на кінець ІІІ декади липня у плодах сорту Шафран краснокутський та Ямба інтенсивність зміни титрованих кислот була найменшою в контролях із водою та антитранспірантом. Уміст їх був однаковим і зменшився на 0,26 % у

зимового сорту, та на 0,25 % – у літнього. Тоді як у Мавки у варіантах 2 та 3 при обприскуванні насаджень Вапор Гардом, які за два тижні до цього містили найбільшу кількість органічних кислот, на даний період їх кількість зменшилась на 0,28 та 0,4 % і становила 0,73 та 0,70 % відповідно.

У серпні вміст органічних кислот у плодах яблуні сорту Шафран краснокутський коливався від 0,92 % у контролі з водою до 0,74 % – у варіанті 2 із використанням Вапор Гарду. Застосування у насадженнях Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі на 0,12 % зменшило кількість даних кислот у плодах порівняно з контролем (H₂O). Відзначено найбільший вміст органічних кислот у Мавки у серпні також у контролі з H₂O, який дорівнював 0,62 %, при обробці насаджень Атоніком Плюс в обох варіантах він становив 0,60 %. Застосування Вапор Гарду в усіх дослідних варіантах сприяло зменшенню кількості даних кислот.

Найменший ЦКІ був у сортів Шафран краснокутський та Ямба у контрольних варіантах з використанням H₂O (табл. 3.4). У сорту Мавка ЦКІ на рівні 20,6 та 21,5 зафіксовано при позакореновому використанні перед другою хвилею опадання зав'язі Атоніку Плюс та Вапор Гарду відповідно.

Таблиця 3.4

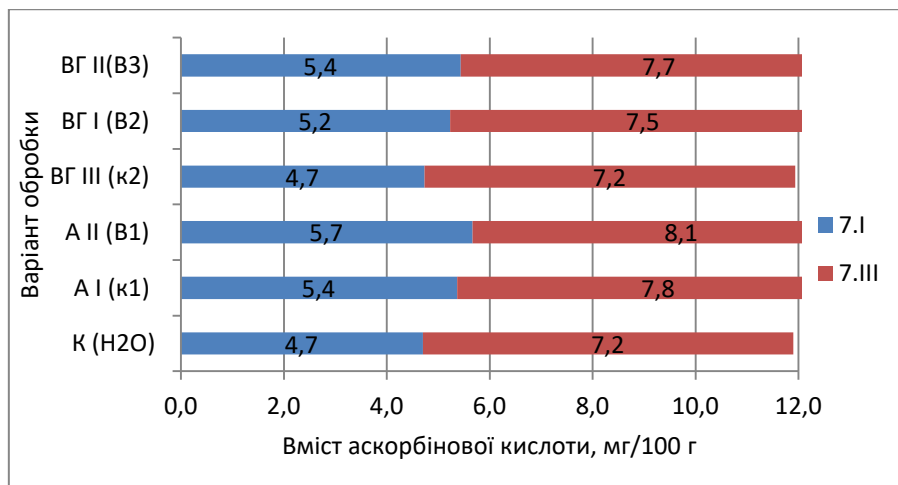
Вміст цукрів та органічних кислот у плодах яблуні залежно від позакоренової обробки насаджень, % (у середньому 2013–2016 рр.)

| Варіанти обробки | Сорти | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|------|----------|----------------------|------|----------|----------------------|-----|
| | Шафран краснокутський | | | Мавка | | | Ямба | | |
| | цукри, % | органічні кислоти, % | ЦКІ | цукри, % | органічні кислоти, % | ЦКІ | цукри, % | органічні кислоти, % | ЦКІ |
| К з H ₂ O | 8,6 | 0,82 | 10,5 | 9,3 | 0,61 | 15,2 | 6,8 | 1,03 | 6,6 |
| А I (К ₁) | 9,1 | 0,82 | 11,1 | 9,4 | 0,47 | 20,0 | 7,1 | 1,05 | 6,7 |
| А II (В ₁) | 8,3 | 0,76 | 11,0 | 10,3 | 0,50 | 20,6 | 7,1 | 1,00 | 7,1 |
| ВГ III (К ₂) | 8,6 | 0,78 | 11,1 | 8,9 | 0,54 | 16,5 | 7,2 | 1,03 | 7,0 |
| ВГ I (В ₂) | 9,1 | 0,69 | 13,2 | 9,5 | 0,48 | 19,8 | 7,4 | 1,02 | 7,2 |
| ВГ II (В ₃) | 9,2 | 0,77 | 11,9 | 10,3 | 0,48 | 21,5 | 6,9 | 0,99 | 7,0 |

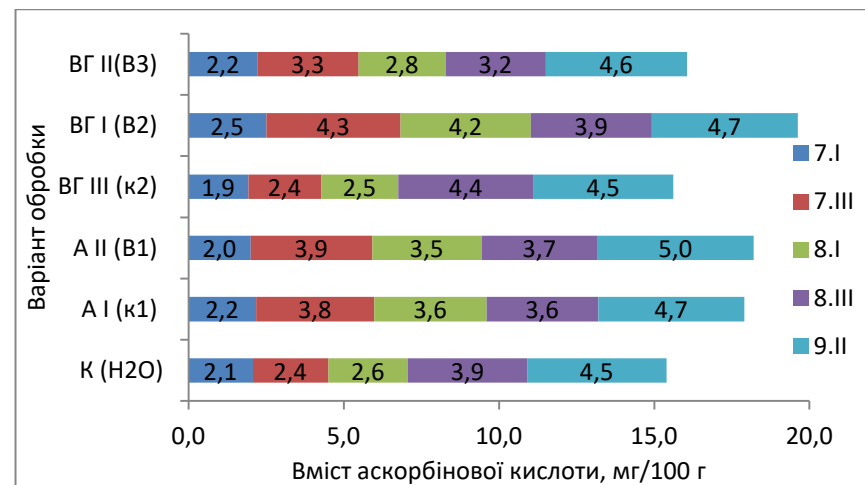
Встановлено, що застосування Вапор Гарду при першій та другій хвилях опадання зав'язі сприяло зменшенню вмісту органічних кислот у плодах усіх дослідних сортів протягом періоду їх росту і розвитку. При цьому у варіантах, де застосовувалася вода, вміст титрованих кислот був найвищим. Відзначено також, що співвідношення вмісту цукрів до органічних титрованих кислот під впливом позакореневої обробки насаджень у сорту Мавка підвищувалося – найкращим було застосування обох препаратів при другій хвилі опадання зав'язі. Позакоренева обробка насаджень сортів Ямба та Шафран краснокутський Вапор Гардом при першій хвилі опадання зав'язі сприяла підвищенню вищевказаного індексу на 0,6 та 2,7 відповідно.

3.4. Вітамінність плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень у період їх росту і розвитку

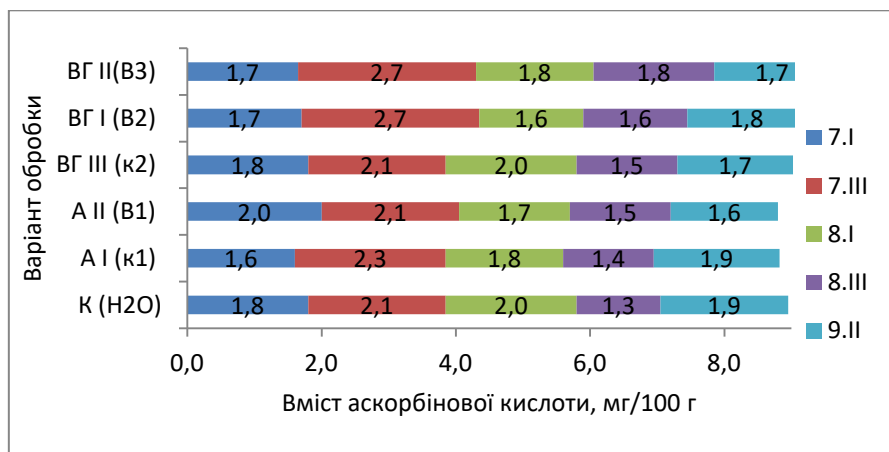
Із ростом плодів уміст вітаміну С в них підвищувався. У середньому за 2013–2016 рр. на кінець другої хвилі опадання зав'язі було відзначено, що коливання цього показника в сортів, які вивчали, становило від 1,6 мг/100 г у Шафрана краснокутського (контрольний варіант з Атоніком Плюс) до 5,7 мг/100 г – у Ямби у разі обробки насаджень цим препаратом перед другою хвилею опадання зав'язі (рис. 3.6, *a–e*). На кінець липня в плодах сортів Ямба та Мавка при двократному застосуванні Атоніку Плюс зафіксовано збільшення (на 0,9 та 1,5 мг/100 г) кількості аскорбінової кислоти порівняно з варіантом, де використовувалась вода. Слід зазначити, що в Мавки позакореневе обприскування насаджень біопрепаратами сприяло інтенсивнішому накопиченню плодами вітаміну С в період від кінця першої до кінця третьої декад липня. При застосуванні Атоніку Плюс у контролі 1 та варіанті 1 уміст аскорбінової кислоти у яблуках за два тижні збільшився на 1,6 і 1,9 мг/100 г відповідно, тоді як у контролі з H₂O – на 0,3. На кінець третьої декади липня використання Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі у Мавки та даного антитранспіранта при цій та другій хвилях у Шафрана краснокутського сприяло збільшенню кількості вітаміну С – на 1,8 у Мавки та 1,0 мг/100 г – у Шафрана краснокутського до відповідного значення за два тижні до цього.



a



b



b

*7 – місяць проведення спостережень; I – декада

Рис. 3.6. Динаміка накопичення аскорбінової кислоти плодами залежно від позакореневої обробки насаджень (у середньому за 2013–2016 рр.): *a* – сорт Ямба; *b* – Шафран краснокутський; *в* – Мавка

На кінець третьої декади липня на накопичення вітаміну С у плодах Ямби позитивно вплинула позакоренева обробка насаджень Атоніком Плюс і Вапор Гардом, застосованими при другій хвилі опадання зав'язі (кількість аскорбінової кислоти у плодах дорівнювала 8,1 і 7,7 мг/100 г відповідно, у контролі з Н₂О вміст вітаміну С був на 0,9 та 0,5 мг/100 г меншим).

У серпні у сорту Мавка використання Атоніку Плюс в обох варіантах сприяло підвищенню вмісту вітаміну С на 0,3 % порівняно з контролем з Н₂О. Найкращим серед дослідних варіантів було обприскування Вапор Гардом при першій хвилі опадання зав'язі – плоди містили по 4,1 мг/100 г вітаміну С. На даний період у сорту Шафран краснокутський зареєстровано зменшення вмісту аскорбінової кислоти в плодах.

Обробка насаджень сорту Мавка Атоніком Плюс у варіанті 1 сприяла нагромадженню плодами аскорбінової кислоти. Вміст її на час настання знімальної стиглості дорівнював 5,0 мг/100 г, що відповідно на 11 та 6 % більше, ніж у контролі з водою та даним препаратом. Використання антитранспіранта перед збором плодів сприяло збільшенню кількості вітаміну С у яблуках – на 0,4 мг/100 г порівняно із застосуванням Н₂О. На час настання знімальної стиглості впливу позакореневої обробки насаджень яблуні на вміст аскорбінової кислоти у плодах сорту Шафран краснокутський не відзначали.

Позакоренева обробка насаджень яблуні сортів Ямба та Мавка Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі позитивно впливала на накопичення їхніми плодами аскорбінової кислоти в усі роки досліджень (табл.3.5).

За результатами досліджень доведено, що позакоренева обробка насаджень яблуні сортів Ямба та Мавка Атоніком Плюс, використаним перед другою хвилею опадання зав'язі, а також Вапор Гардом у варіанті 2 – для сорту Мавка та даного антитранспіранта у варіанті 3 – для Ямби сприяли покращенню їх С-вітамінності. У перелічених варіантах зафіксовано найвищий уміст аскорбінової кислоти протягом їх росту і розвитку. На накопичення плодами сорту Шафран краснокутський аскорбінової кислоти позакоренева обробка насаджень впливу не мала.

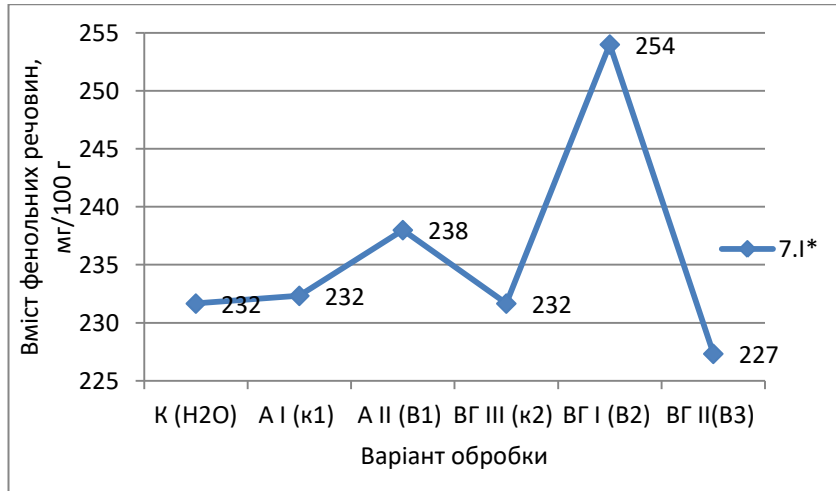
Вміст вітаміну С у плодах яблуні в період знімальної стиглості залежно від позакореневої обробки насаджень, мг/100 г (2013–2016 рр.)

| Сорти | Рік | Варіанти позакореневої обробки | | | | | |
|--------------------------|---------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | К з Н ₂ О (к) | А I (к ₁) | А II (В ₁) | ВГ III (к ₂) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| Шафран краснокутський | 2013 | 2,6 | 2,3 | 2,4 | 2,3 | 2,6 | 2,2 |
| | 2014 | 1,9 | 2,1 | 1,4 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| | 2015 | 2,3 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 1,8 | 2,3 |
| | 2016 | 0,8 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 1 | 0,7 |
| | середнє | 1,9 | 1,9 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,7 |
| Мавка | 2013 | 6,3 | 6,7 | 7 | 6,6 | 7 | 6,9 |
| | 2014 | 3,7 | 3,3 | 4 | 3,7 | 2,8 | 3 |
| | 2015 | 3,4 | 4,8 | 3,9 | 3,6 | 4,8 | 4,3 |
| | 2016 | 4,5 | 4 | 5,2 | 4,1 | 4,2 | 4 |
| | середнє | 4,5 | 4,7 | 5,0 | 4,5 | 4,7 | 4,6 |
| Ямба | 2013 | 7,4 | 8,9 | 9,0 | 7,4 | 8,9 | 8,1 |
| | 2014 | 8,4 | 8,1 | 8,6 | 8,4 | 8,0 | 9,1 |
| | 2015 | 5,9 | 6,5 | 6,8 | 5,9 | 5,6 | 6,0 |
| | середнє | 7,2 | 7,8 | 8,1 | 7,2 | 7,5 | 7,7 |

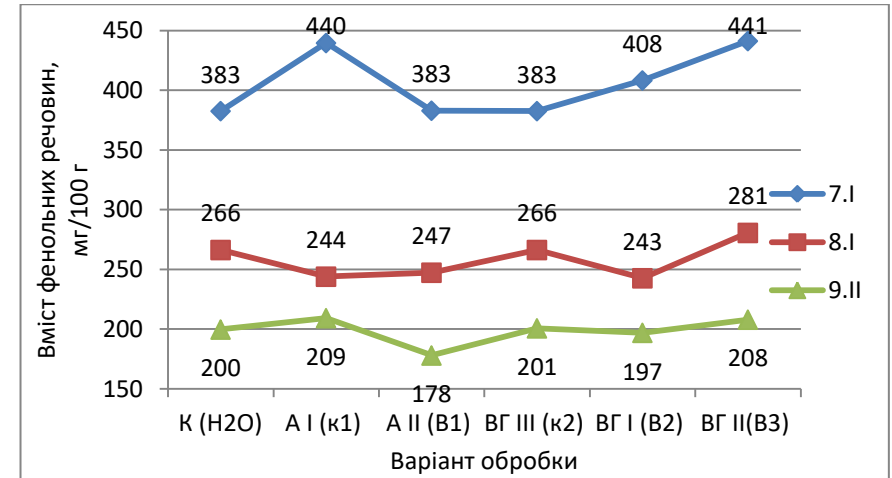
3.5. Накопичення фенольних речовин плодами яблуні під впливом позакореневої обробки насаджень

Фенольні речовини відіграють важливу роль у різноманітних фізіологічних процесах, сприяють підвищенню стійкості рослин до інфекційних хвороб. Від умісту фенольних сполук у яблуках залежить їх терпкість, забарвлення шкірочки та аромат плодів. Більшість поліфенолів мають властивості вітаміну Р [101, 169, 204].

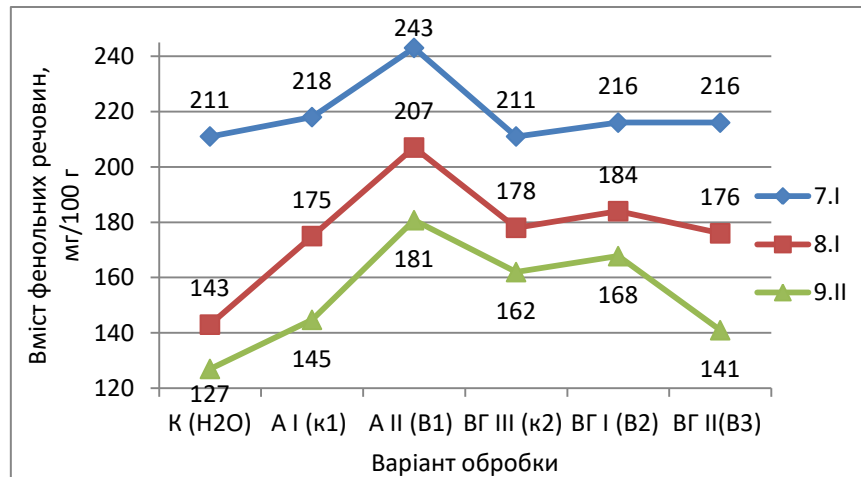
Найбільшу кількість фенольних речовин у сортів, які вивчали, було зареєстровано після другої хвилі опадання зав'язі. Відзначимо, що залежно від позакореневої обробки дерев кількість фенольних сполук у яблуках коливалась. На кінець другої хвилі опадання зав'язі у сортів Ямба та Шафран краснокутський позитивний вплив справила позакоренева обробка насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилею, плоди містили 238 та 243 мг/100 г даних сполук, це перевищило контроль з Н₂О на 6 та 32 мг/100 г відповідно (рис. 3.7, а, б).



a



б



в

*7 – місяць проведення спостережень; I – декада

Рис. 3.7. Динаміка накопичення фенольних речовин плодами залежно від позакореневої обробки (у середньому за 2013–2016 рр.): *a* – сорт Ямба; *б* – Шаfran краснокутський; *в* – Мавка

Слід зазначити, що в літнього сорту Ямба обприскування насаджень яблуні Вапор Гардом у варіанті 2 сприяло накопиченню фенольних речовин плодами (254 мг/100 г), тоді як при використанні антитранспіранта у Шафрана краснокутського кількість даних речовин була несуттєво вище контролю з водою. У сорту Мавка позитивний вплив мало трикратне використання Атоніку Плюс та Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі, вміст фенольних сполук становив 440 та 441 мг/100 г та перевищив контроль з водою на 57 та 58 мг/100 г відповідно (рис. 3.7, в).

У міру росту плодів зменшувався і вміст у плодах фенольних речовин. Так, на першу декаду серпня у сорту Шафран краснокутський, як і за місяць до цього, найбільший уміст фенольних сполук (207 та 184 мг/100 г відповідно) у плодах було зафіксовано у варіанті 1 та 2 із обробкою насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом. Це перевищило контроль із водою на 64 та 41 мг/100 г. Позакоренева обробка фітостимулятором насаджень сорту Мавка не мала впливу на вміст вищевказаних речовин у його плодах. Тоді як використання Вапор Гарду у варіанті 3 сприяло накопиченню фенольних речовин (281 мг/100 г) – це було вище ніж контроль із водою та даним препаратом на 15 мг/100 г.

На період настання плодами знімальної стиглості у сорту Шафран краснокутський варіанти із застосування позакореневої обробки містили більшу кількість фенольних речовин (на 14 – 54 мг/100 г), ніж при використанні H_2O . Варто відзначити, що найкращим виявився варіант із обробкою насаджень Атоніком Плюс перед другою та Вапор Гардом – при першій хвилі опадання зав'язі – 181 та 168 мг/100 г відповідно (рис.3.8, б). Позакоренева трикратна обробка насаджень сорту Мавка Атоніком Плюс та Вапор Гардом – при другій хвилі опадання зав'язі сприяли збільшенню на 9 та 8 мг/100 г фенольних сполук порівняно з варіантом, де застосовували H_2O .

Отже, при застосуванні Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі та Вапор Гарду – при першій хвилі плоди яблуні сортів Шафран краснокутський та Ямба накопичували більшу кількість фенольних сполук (238 та 181 мг/100 г у варіанті з фітостимулятором та 254 і 168 мг/100 г з антитранспірантом відповідно)

порівняно з контролем H₂O. У сорту Мавка було зауважено позитивний вплив трикратної обробки фітостимулятором та антитранспірантом при другій хвилі опадання зав'язі (209 та 208 мг/100 г відповідно).

Функціональний стан рослин залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами

3.6. Вплив позакореневої обробки насаджень біопрепаратами на водний режим дерев яблуні

Життєві процеси у рослин, як і в інших організмів, залежать від води [88]. Як зазначалося раніше, в Україні ґрунтово-кліматичні умови сприятливі для вирощування плодкових культур, але в зв'язку з проблемою глобального потепління в окремі роки багато сортів вітчизняної та зарубіжної селекції потерпають від посухи. У літній період вона викликає зменшення приросту пагонів і коренів, послаблює розвиток листкового апарату, стає причиною передчасного літнього зів'янення, всихання та скидання листків, а також порушення асиміляції CO₂ і зменшення накопичення запасних поживних речовин. Усе це негативно позначається на продуктивності сорту і якості плодів [92].

Рівень посухостійкості рослин є не лише генетично обумовленою властивістю, але й змінюється під впливом численних зовнішніх і внутрішніх факторів. Показники водозабезпеченості яблуні істотно залежать від погодних умов, і це необхідно враховувати при лабораторному вивченні зазначеної культури на посухостійкість [152, 163]. Більш об'єктивне визначення ступеня посухостійкості дерев яблуні вимагає аналізу не тільки даних щодо оводненості тканин та їх тургоресцентності, але й ряду інших показників, таких як водоутримуюча здатність тканин, дефіцит води [87].

Відомо, що в умовах достатнього зволоження рівень оводненості тканин листків для яблуні має становити 60–70 % [92, 93]. Критичним для цієї культури є вміст води у вищеназваних органах, нижчий за 40–50 % [166].

Відбір зразків для дослідження оводненості листків проводили у II–III декаду червня. Удень відбору температура повітря на 9:00 ранку дорівнювала 23,8 °С (10.06.2013), 15,8 °С (18.06.2014) та 18,9 °С (20.06.2015).

Оводненість листків усіх дослідних варіантів була в межах норми, однак залежно від позакореневої обробки біопрепаратами в окремі роки відзначено її істотний вплив. Так, у 2013 році, із сумою опадів за місяць до моменту проведення дослідження на рівні 69,5 мм, у листках дерев зимових сортів Шафран краснокутський та Мавка краща забезпеченість рослин водою була у контролі з H₂O – 62,7 та 62,0 % відповідно (табл.3.6). У вищевказаному році при використанні фітостимулятора та антитранспіранта порівняно з варіантом, де використовували H₂O, впливу на оводненість листків зимових сортів відзначено не було.

У літнього сорту Ямба кращою оводненістю відзначились варіанти з позакореневою обробкою насаджень біопрепаратами порівняно з контролем із водою. Це можна пояснити тим, що потреба у забезпеченості водою для формування урожаю літніх сортів у даний період була необхіднішою порівняно із зимовими сортами.

Таблиця 3.6

Оводненість листків яблуні, % (2013–2015 рр.)

| Варіант обробки | Сорти | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|------|------|-------------|-------|------|------|-------------|------|------|------|-------------|
| | Шафран краснокутський | | | | Мавка | | | | Ямба | | | |
| | 2013 | 2014 | 2015 | середнє | 2013 | 2014 | 2015 | середнє | 2013 | 2014 | 2015 | середнє |
| К з H ₂ O (к) | 62,7 | 58,7 | 55,3 | 58,9 | 62,0 | 60,7 | 56,8 | 59,8 | 59,7 | 58,7 | 54,3 | 57,5 |
| A I (к ₁) | 61,4 | 62,5 | 56,1 | 60,0 | 59,5 | 60,0 | 57,3 | 58,9 | 62,6 | 59,2 | 55,4 | 59,1 |
| A II (В ₁) | 61,7 | 60,3 | 57,8 | 59,9 | 59,4 | 61,0 | 58,0 | 59,5 | 62,5 | 60,0 | 57,5 | 60,0 |
| ВГ I (В ₂) | 62,5 | 63,6 | 58,0 | 61,4 | 61,2 | 59,0 | 57,8 | 59,3 | 62,8 | 59,5 | 57,4 | 59,9 |
| ВГ II (В ₃) | 61,8 | 61,5 | 56,8 | 60,0 | 59,7 | 60,9 | 56,7 | 59,1 | 62,6 | 60,0 | 63,0 | 61,9 |
| НІР ₀₅ | 0,43 | 0,40 | 0,43 | 0,43 | 0,35 | 0,45 | 0,43 | 0,45 | 0,43 | 0,35 | 0,34 | 0,35 |

У сорту Шафран краснокутський та Ямба у 2014 році (з великою сумою опадів за місяць до проведення досліджень, що перевищила даний показник у 2013-му на 41,1 мм і середню багаторічну норму на 38,8 мм) під впливом препаратів зареєстровано тенденцію до збільшення кількості води в листках порівняно з контролем (обробка H₂O). У першого з вищезгаданих сортів у листках дерев, трикратно оброблених Атоніком Плюс та Вапор Гардом, застосованим при першій хвилі опадання зав'язі оводненість була на 3,8 та 4,9 % більшою порівняно з варіантом з водою. У сорту Мавка найбільшу оводненість мали листки в контролі з H₂O, а також у варіантах 1 та 3 з Атоніком Плюс та Вапор Гардом – 60,7; 61,0 та 60,9 % відповідно.

Найменша оводненість листків за роки досліджень була зареєстрована в 2015 році з незначною кількістю опадів за місяць до проведення досліджень (6,4 мм). Найкраща оводненість листків була у варіантах із застосуванням Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі та Вапор Гарду – при першій хвилі в усіх дослідних сортів. Слід зазначити також, що листки дерев літнього сорту, де використовували антитранспірант при другій хвилі опадання зав'язі, мали найвищу оводненість за 2015 рік – 63,0 %, що більше від контролю з H₂O на 8,7 %. Зауважимо, що саме в напруженому за кількістю опадів році найяскравіше проявилась дія як фітостимулятора, так і антитранспіранта: оводненість листків у дослідних варіантах для всіх сортів була вищою порівняно з контролем з водою.

Рівень оводненості тканин листка різнився за роками через різну кількість опадів, тому сорти необхідно характеризувати за середніми показниками для створення чіткого уявлення про вплив препаратів, які були використані в досліді. У сорту Шафран краснокутський 58,9 % води містили листки в контролі, на 1,1–2,5 % більше були варіанти досліджень. У сорту Мавка найбільше води було в листках варіанта з H₂O. У літнього сорту Ямба кращий результат дала позакоренева обробка насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом у варіантах 1, 2 та 3 – відповідно 60,0; 59,9 та 61,9 %.

Отже, в період посухи важливим елементом оцінки фізіологічного стану рослин є здатність їх підтримувати оводненість тканин на оптимальному рівні: саме

позакоренева обробка фітостимулятором та антитранспірантом дерев сортів Шафран краснокутський і Ямба виявляла позитивний вплив на акумулювання листками води і суттєво залежала від суми опадів за місяць до проведення досліджень. Впливу позакореневої обробки насаджень сорту Мавка на оводненість листків не фіксували.

Інтегральним показником, що визначає водозабезпеченість рослин, є дефіцит води в листках. Він діє на такі процеси, як поглинання води, транспірація, кореневий тиск, проростання насіння, фотосинтез, дихання, ферментативна активність, ріст і розвиток, співвідношення мінеральних речовин. Змінюючи обмін речовин, нестача вологи впливає на продуктивність рослин і смак плодів. Вплив водного дефіциту на метаболічні процеси залежить від його тривалості. При тривалому в'яненні збільшується швидкість розпаду білків, нуклеїнових кислот [2].

Оцінювати посухостійкість дерев за водним дефіцитом можна за такою класифікацією: водний дефіцит дорівнює 10–15 % – помірний вплив посухи. Більше 18 % – істотне напруження водного режиму, що викликає незворотні порушення у структурній будові мембран [87, 166, 120].

Дослідження за 2014–2015 рр. показали, що найбільш чутливими до стресу (посухи) виявилися дерева яблуні зимових сортів у 2015 році. За місяць до проведення досліджень сума опадів становила 6,4 мм. Посуха особливо негативно позначилась у сорту Шафран краснокутський на варіантах із застосуванням Атоніку Плюс (в обох варіантах дефіцит води дорівнював 16,9 та 18,0 % відповідно) (табл. 3.7) та Вапор Гарду – при першій хвилі опадання зав'язі (17,7 %). У 2014 році дерева Шафрану краснокутського, оброблені Атоніком Плюс при другій хвилі опадання зав'язі та Вапор Гардом, в обох варіантах відчували найменший водний дефіцит. У середньому за роки спостережень мінімальний дефіцит води був у контролі з H_2O та у варіанті 3 з Вапор Гардом – відповідно 11,3 та 11,4 %.

У 2014 році у сорту Ямба менше 11 % водного дефіциту мали варіанти із застосуванням Атоніку Плюс. У літнього сорту незначна кількість опадів наступного року сприяла появі більшого водного дефіциту порівняно з 2014 роком. Так, при трикратному застосуванні Атоніку Плюс дефіцит становив 15,1 %, що було

найбільшим показником серед варіантів досліджень. Найменшим дефіцитом відзначився варіант із використанням Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі (11,0 %). У середньому за два роки спостережень помічено вплив антитранспіранта на дефіцит води в листках: найменшим він був при застосуванні Вапор Гарду у варіанті 2 (11,7 %) та Атоніку Плюс у варіанті 1 (11,8 %).

Таблиця 3.7

Дефіцит води в листках яблуні, % (2014–2015 рр.)

| Варіант обробки | Сорти | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|------|---------|-------|------|---------|------|------|---------|
| | Шафран краснокутський | | | Мавка | | | Ямба | | |
| | 2014 | 2015 | середнє | 2014 | 2015 | середнє | 2014 | 2015 | середнє |
| К з H ₂ O (к) | 10,7 | 11,9 | 11,3 | 16,8 | 14,1 | 15,4 | 11,5 | 14,1 | 12,8 |
| А I (к ₁) | 12,5 | 16,9 | 14,7 | 15,5 | 17,8 | 16,7 | 10,9 | 15,1 | 13,0 |
| А II (В ₁) | 9,7 | 18,0 | 13,9 | 15,1 | 15,5 | 15,3 | 10,7 | 12,8 | 11,8 |
| ВГ I (В ₂) | 9,5 | 17,7 | 13,6 | 13,4 | 12,0 | 12,7 | 12,4 | 11,0 | 11,7 |
| ВГ II (В ₃) | 8,7 | 14,1 | 11,4 | 16,2 | 11,6 | 13,9 | 14,1 | 13,9 | 14,0 |
| НІР ₀₅ | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,47 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,43 |

Згідно з отриманими даними, у сорту Мавка під впливом позакореневої обробки антитранспірантом, незважаючи на незначну суму опадів у 2015 році, водний дефіцит зменшився і був найменшим порівняно з іншими варіантами обприскування (12,0 та 11,6 %).

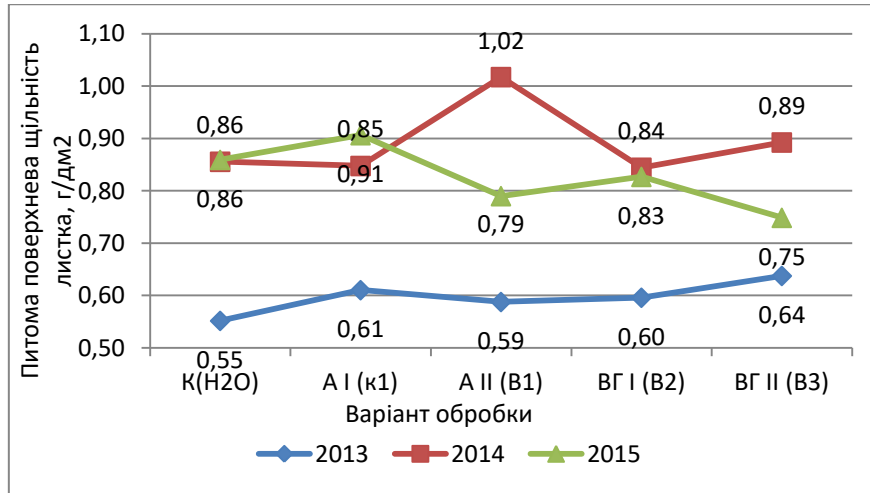
Отже, слід зауважити позитивний вплив антитранспіранта Вапор Гард з обприскуванням насаджень при другій хвилі опадання зав'язі у зимових сортів, а також застосування даного препарату при першій хвилі на зміни дефіциту води у листках – у літнього сорту. Для зменшення водного дефіциту у листках дерев літнього сорту Ямба більш оптимальним виявився варіант із дворазовим обприскуванням регулятором росту Атонік Плюс. Для дерев зимових сортів позитивного впливу фітостимулятора відзначено не було.

3.7. Питома поверхнева щільність листка і її зміни залежно від обприскування насаджень яблуні біопрепаратами

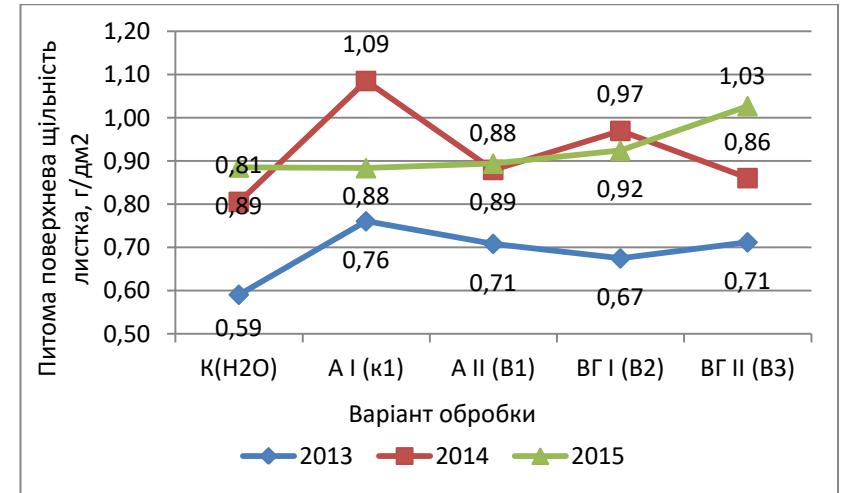
Важливою морфологічною ознакою, що знаходиться в тісному зв'язку з активністю фотосинтезу, є питома поверхнева щільність листка (ППЩЛ) [1, 161]. Остання являє собою співвідношення сухої маси до одиниці площі. Питома поверхнева щільність листка є показником інтенсивної роботи фотосинтезуючого апарату. За оптимальних умов листкові пластинки інтенсивно фотосинтезуючих сортів накопичують найбільшу кількість сухих речовин [163].

Залежно від погодних умов вегетаційного періоду ППЩЛ різнилася за роками. У 2013 році вона була найменшою порівняно з наступними роками і коливалась від 0,55 г/дм² у контролі з водою у літнього сорту Ямба до 0,76 г/дм² – при трикратному застосуванні Атоніку Плюс на деревах сорту Мавка. У зазначеному році варіанти з обприскуванням насаджень біопрепаратами позитивно впливало на співвідношення сухої маси до одиниці площі в усіх сортів, які вивчали. Для сорту Шафран краснокутський кращим виявилось застосування Атоніку Плюс в обох варіантах, вони були більшими за контроль із водою на 14 та 16 % (рис. 3.8, б) відповідно. Для сортів Мавка та Ямба найкращою виявилася трикратна обробка Атоніком Плюс (на 29 та 11 % більше, ніж у варіанті з Н₂О) та обприскування дерев антитранспірантом Вапор Гард при другій хвилі опадання зав'язі (рис. 3.8, а, в).

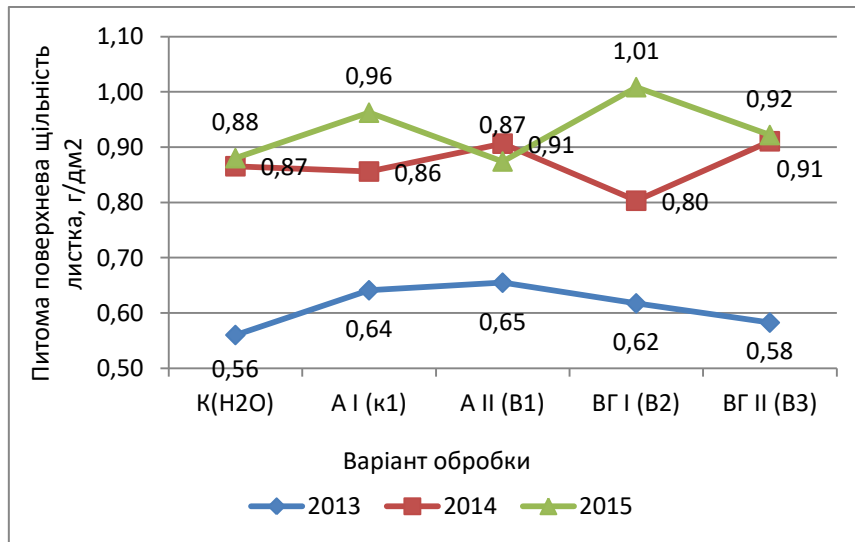
У 2014 році питома поверхнева щільність листка зросла на 24–73 % порівняно з попереднім роком. Найкращим варіантом для сортів Шафран краснокутський та Ямба було застосування Атоніку Плюс та Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі, це перевищило контроль з Н₂О на 4 та 17 % відповідно. Для сорту Мавка ППЩЛ у варіантах із трикратною обробкою Атоніком Плюс та Вапор Гардом, застосованим під час першої хвилі опадання зав'язі, були вищі від контролю з водою на 0,28 та 0,16 г/дм² відповідно.



a



b



v

Рис. 3.8. Питома поверхнева щільність листків яблуні залежно від позакореневої обробки дерев (2013–2015 рр.): *a* – Ямба; *b* – Шафран краснокутський; *v* – Мавка

У 2015 році питома поверхнева щільність листка була на рівні відповідного показника у 2014-го. Контрольне обприскування насаджень Атоніком Плюс даного року в сортів Шафран краснокутський та Ямба сприяло збільшенню ППЩЛ і становило 0,96 та 0,91 г/дм² відповідно. У сорту Мавка суттєвої різниці при позакореневій обробці фітостимулятором у цей рік помічено не було. При обприскуванні антитранспірантом у Шафрана краснокутського кращим був варіант із застосуванням при першій хвилі опадання зав'язі, у сорту Мавка – при другій, ППЩЛ становила 1,01 та 1,03 г/дм² відповідно. У сорту Ямба різниці щодо контролю з водою не помічено.

Найбільша питома поверхнева щільність листка у сортів Шафран краснокутський та Мавка в середньому за три роки – в усіх варіантах з обробкою біопрепаратами, найменша – при обприскуванні водою: 0,77 та 0,76 г/дм² відповідно. У сорту Ямба цей показник при обробці Атоніком Плюс в обох варіантах порівняно з варіантом, де застосовували воду, був більшим на 5 %.

Отже, питома поверхнева щільність листка під впливом обробки суттєво зростала (\approx до 20 %), що свідчило про збільшення фотосинтезуючої активності листків під впливом біопрепаратів. До того ж майже всі варіанти обробки сприяли збільшенню питомої поверхневої щільності. Особливо помітно позакоренева обробка впливала на даний показник у зимового сорту Мавка, де збільшення щодо контролю становить 9–20 %. У літнього сорту Ямба, що відзначається коротким періодом вегетації, препарат Вапор Гард ППЩЛ не збільшив.

3.8. Вплив позакореневої обробки фітостимулятором та антитранспірантом на товщину листкової пластинки

Найважливіша тканина листка – це мезофіл, де відбувається процес фотосинтезу. Мезофіл зазвичай диференційований на дві тканини – палісадну, яка знаходиться над верхнім епідермісом, і губчасту, що розташована в нижній частині листка. Палісадна тканина містить більшу частину всіх хлоропластів і виконує основну роботу щодо асиміляції CO₂ [120].

У літературних джерелах недостатньо даних щодо впливу біопрепаратів на товщину листкової пластинки. Однак суттєва реакція питомої поверхневої щільності в листках зимових сортів, залежно від позакореневої обробки препаратами, спонукала нас провести дослідження, що спрямовані на порівняння товщини листкової пластинки в сортів яблуні на початку та в останній рік застосування біопрепаратів (табл.3.8.).

Таблиця 3.8

Товщина листкової пластинки зимових сортів залежно від позакореневої обробки біопрепаратами, мкм (2013 та 2016 рр.)

| Сорт | Варіант обробки | Товщина, мкм | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------|-------|---------|----------------|------|---------|---------------|-------|---------|
| | | загальна | | | палісадний шар | | | губчастий шар | | |
| | | 2013 | 2016 | середнє | 2013 | 2016 | середнє | 2013 | 2016 | Середнє |
| Шафран краснокутський | К (H ₂ O) | 216 | 244 | 230 | 120 | 138 | 129 | 96 | 106 | 101 |
| | А I (к ₁) | 240 | 263 | 252 | 150 | 144 | 147 | 90 | 119 | 105 |
| | А II (В ₁) | 210 | 263 | 237 | 126 | 144 | 135 | 84 | 119 | 102 |
| | ВГ III (к ₂) | 216 | 294 | 255 | 120 | 150 | 135 | 96 | 144 | 120 |
| | ВГ I (В ₂) | 204 | 244 | 224 | 138 | 144 | 141 | 66 | 100 | 83 |
| | ВГ II (В ₃) | 222 | 232 | 227 | 132 | 119 | 126 | 90 | 113 | 102 |
| | НІР ₀₅ | 8,73 | 22,92 | 7,54 | 18,77 | 3,98 | 3,38 | 7,88 | 22,34 | 3,59 |
| Мавка | К (H ₂ O) | 204 | 225 | 215 | 114 | 125 | 120 | 90 | 100 | 95 |
| | А I (к ₁) | 222 | 250 | 236 | 132 | 144 | 138 | 90 | 106 | 98 |
| | А II (В ₁) | 246 | 231 | 239 | 150 | 131 | 141 | 96 | 100 | 98 |
| | ВГ III (к ₂) | 204 | 238 | 221 | 114 | 138 | 126 | 90 | 100 | 95 |
| | ВГ I (В ₂) | 228 | 238 | 233 | 150 | 144 | 147 | 78 | 94 | 86 |
| | ВГ II (В ₃) | 228 | 251 | 240 | 144 | 138 | 141 | 84 | 113 | 99 |
| | НІР ₀₅ | 21,4 | 3,38 | 3,84 | 25,64 | 3,75 | 3,57 | 3,59 | 3,75 | 3,23 |

Визначено, що під впливом позакореневої обробки насаджень Атоніком Плюс загальна товщина листка, порівняно з контролем з H₂O, збільшувалась: у сорту Шафран краснокутський при три- та двократному використанні Атоніку Плюс – на 22 та 7 мкм; у сорту Мавка – на 21 та 24 мкм відповідно. Використання Вапор Гарду у контролі з ним у сорту Шафран краснокутський сприяло потовщенню листкової пластинки на 25 мкм порівняно з варіантом з H₂O, де даний показник становив 230 мкм. У Мавки у варіанті 3

з використання Вапор Гарду товщина листка дорівнювала 240 мкм, що більше, ніж у відповідних контролях на 25 та 19 мкм.

Проведені дослідження засвідчують, що збільшення загальної товщини листка відбулося за рахунок потовщення його палісадного шару, при цьому товщина вищезгаданого шару в 2013 році була меншою, ніж у 2016-му, але виняток становили варіанти з трикратною обробкою Атоніком Плюс у сорту Шафран краснокутський та Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі – у сорту Мавка.

У середньому відзначено суттєве збільшення палісадного шару в сортів Шафран краснокутський у контрольному варіанті з Атоніком Плюс (147 мкм) та у Мавки – з цим же фітостимулятором, використаним перед другою хвилею опадання зав'язі (141 мкм). Це було більше, ніж у контролі з H_2O , на 18 та 21 мкм відповідно. Використання Вапор Гарду у варіанті 2 в обох зимових сортів сприяло потовщенню листкової пластинки за рахунок збільшення її палісадного шару.

Губчатий шар листка у сорту Шафран краснокутський у контрольних варіантах з Атоніком Плюс та Вапор Гардом становив 105 та 120 мкм, і це було найбільшим показником серед варіантів спостережень. У сорту Мавка товщина вищезгаданого шару в обох варіантах із фітостимулятором, а також із використанням Вапор Гарду у варіанті 3 була 98; 98 та 99 мкм відповідно.

Отже, у разі обробки біопрепаратами загальна товщина листка була більшою, ніж у контролі з водою, переважно за рахунок збільшення як його палісадного, так і губчатого шару в обох сортів, що сприяло підвищенню фотосинтетичної активності і зумовило більше накопичення сухих речовин, яке контролювали за ППЩЛ.

3.9. Вплив фітостимулятора та антитранспіранта на вміст хлорофілів у листках яблуні

Ефективність процесу фотосинтезу певною мірою залежить як від кількісного вмісту зелених пігментів у листі, так і від співвідношення хлорофілів *a* та *b*, яке характеризує структурну організацію хлоропластів і ступінь потенціалу адаптації до змін умов навколишнього середовища [140]. Відомо, що в більшості вищих рослин кількість хлорофілу *a* вдвічі-тричі більша, ніж хлорофілу *b*. Підвищений вміст

останнього свідчить про добру адаптацію рослини до можливого мінімуму освітлення і стабілізацію пігментної системи [1,110].

У ході досліджень встановлено, що найбільша сума хлорофілів у 2013 році у сорту Шафран краснокутський в перерахунку на масу листка становила 2,8 мг/г у контролі з водою (табл. 3.9), в усіх варіантах із застосуванням біопрепаратів сума пігментів була на 0,2–0,6 мг/г меншою. У сорту Мавка найбільший уміст хлорофілів *a* і *b* був у обох варіантах із застосуванням Атоніку Плюс – 2,3 та 2,5 мг/г відповідно, це перевищило контроль із H₂O на 0,4 та 0,6 мг/г. Цього ж року, порівняно з наступними, в зимового сорту Мавка та літнього Ямба синтез хлорофілу *b* був найвищим, що можна пояснити адаптацією рослин до температурних умов та зменшенням кількості світла, яке надходило.

Аналіз умісту зелених пігментів (хлорофілу *a* та *b*) у листках дослідних рослин після їх позакореневої обробки біопрепаратами засвідчив, що для сорту Шафран краснокутський інтенсивність накопичення хлорофілу *a* в 2014 році була більшою, в межах 1,7–2,1 мг/г. Це пояснюється тим, що зазначений рік був дощовим, і тому недостача світла компенсувалася зростанням хлорофілу, зокрема хлорофілу *a*. Хоча вміст хлорофілу *a* і *b* різнився, сумарна їх кількість у 2013 та 2014 рр. була майже однаковою і, в цілому, сума була більшою в контрольному варіанті з H₂O. Істотної різниці щодо накопичення хлорофілів у сорту Мавка та Ямба у 2014 році не спостерігали. Хоча їх співвідношення у листках вищезгаданих сортів було майже удвічі більшим порівняно з 2013 роком.

Розглядаючи залежність накопичення хлорофілів від погодних умов та позакореневої обробки біопрепаратами в сорту Шафран краснокутський, бачимо, що найвище співвідношення хлорофілів *a* і *b* (від 3,2 до 4,2) спостерігалось в 2015 році, коли сума активних температур понад 10 °С від початку вегетації до проведення спостережень (ІІ декада червня) була на рівні 603,1 °С, а кількість опадів за даний період була незначною (6,4 мм). Мала кількість опадів свідчить про значний період з високою інсоляцією; це й зумовлювало зменшення кількості світлозбирального хлорофілу *b* за достатньо високого рівня суми хлорофілів. Найбільшу суму пігментів типу *a* і *b* мав варіант із використанням води. У 2015 році найменша сума хлорофілів

була у варіанті з використанням Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі й дорівнювала 2,0 мг/г. У листках сорту Мавка в 2014 році сума зелених пігментів була найвищою за роки спостережень і коливалась від 1,9 мг/г (Атонік Плюс з обприскуванням перед другою хвилею опадання зав'язі) до 2,4 мг/г (Вапор Гард, застосований при першій хвилі опадання зав'язі).

Таблиця 3.9

**Вміст хлорофілів типу *a* та *b* в листках яблуні досліджуваних сортів, мг/г
(2013–2015 рр.)**

| Сорт | Хлорофіли | Рік | Варіант позакореневої обробки | | | | |
|--------------------------|-------------------|---------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | К з Н ₂ О (κ) | А I (κ ₁) | А II (В ₁) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| Шафран краснокутський | <i>a+b</i> , мг/г | 2013 | 2,8 | 2,2 | 2,6 | 2,4 | 2,3 |
| | | 2014 | 3,2 | 2,3 | 2,5 | 2,4 | 2,7 |
| | | 2015 | 3,0 | 2,8 | 2,5 | 2,7 | 2,0 |
| | | середнє | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,3 |
| | <i>a/ b</i> | 2013 | 2,7 | 2,3 | 2,9 | 3,0 | 3,5 |
| | | 2014 | 2,4 | 2,9 | 3,0 | 2,7 | 2,7 |
| | | 2015 | 3,3 | 3,2 | 3,2 | 3,9 | 4,2 |
| | | середнє | 2,5 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,5 |
| Мавка | <i>a+b</i> , мг/г | 2013 | 1,9 | 2,3 | 2,5 | 1,9 | 1,6 |
| | | 2014 | 1,9 | 1,8 | 2,0 | 1,8 | 1,6 |
| | | 2015 | 2,2 | 2,2 | 1,9 | 2,4 | 2,0 |
| | | середнє | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 1,7 |
| | <i>a/ b</i> | 2013 | 2,8 | 2,0 | 2,1 | 3,0 | 2,6 |
| | | 2014 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,3 | 4,4 |
| | | 2015 | 4,4 | 3,2 | 2,3 | 4,1 | 4,5 |
| | | середнє | 3,7 | 3,0 | 2,8 | 3,8 | 3,8 |
| Ямба | <i>a+b</i> , мг/г | 2013 | 2,4 | 2,9 | 2,0 | 2,7 | 2,1 |
| | | 2014 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 1,9 | 2,0 |
| | | 2015 | 2,5 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,5 |
| | | середнє | 2,3 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,2 |
| | <i>a/ b</i> | 2013 | 2,7 | 2,2 | 2,8 | 2,7 | 2,1 |
| | | 2014 | 3,7 | 3,2 | 4,3 | 3,6 | 3,7 |
| | | 2015 | 3,4 | 3,2 | 2,9 | 3,5 | 2,9 |
| | | середнє | 3,3 | 2,9 | 3,3 | 3,3 | 2,9 |

За підсумками досліджень найвищу суму хлорофілів (*a+b*) у сорту Ямба відзначено у варіанті з трикратним позакореневим застосуванням Атоніку Плюс

(2,5 мг/г), інші варіанти були на рівні контролю з H₂O. Співвідношення вищезазначених пігментів було від 2,9 (контроль з Атоніком Плюс та варіант 3 із Вапор Гардом) до 3,3 (контроль з H₂O, Атонік Плюс і Вапор Гард у варіанті 1 та 2).

Найнижчим співвідношенням хлорофілу *a* і *b*, а отже, кращою пристосованістю до умов низького освітлення відзначилися рослини сорту Мавка у 2013 році в обох варіантах з Атоніком Плюс (2,0 та 2,1) та Вапор Гардом, використаним при другій хвилі опадання зав'язі (2,6 мг/г). У 2015 році у вищевказаного сорту найбільше співвідношення хлорофілів було у варіанті з водою (4,4) та з Вапор Гардом, застосованим при другій хвилі опадання зав'язі (4,5). Найнижчим співвідношенням хлорофілу *a* і *b* відзначилися рослини даного сорту у варіантах з Атоніком Плюс – 3,2 та 2,8 відповідно. В цілому в 2015 році співвідношення *a* до *b* було найвищим порівняно з іншими роками через досить високу суму активних температур понад 10 °С і малу кількість опадів за місяць до проведення досліджень (до кінця II–III декади червня), що супроводжувалося підвищеною інсоляцією і зумовило менший уміст хлорофілу *b*.

Отже, співвідношення та сума хлорофілів значною мірою залежать від погодних умов, що передують проведенню аналізу з визначення кількості пігментів у листках. У роки зі значною кількістю опадів співвідношення хлорофілів зменшувалось, тоді як у рік із досить високою сумою активних температур ≥ 10 °С та підвищеною інсоляцією – зростало. Останнє було свідченням високої адаптивної здатності пігментного комплексу хлоропластів до умов освітленості й температури, що необхідно для забезпечення оптимальної організації структури хлоропластів і ефективності процесів фотосинтезу.

Дія досліджуваних препаратів у разі обробки дерев сорту Шафран краснокутський викликала неочікувані на перший погляд зміни у вмісті хлорофілів. Сума хлорофілів у контролі, як у середньому, так і окремо по роках, була вищою, ніж при обробці біопрепаратами. При цьому найбільший її показник (3,2 мг/г) було зареєстровано в 2014 році. У той же час співвідношення хлорофілів має зворотну тенденцію: у контролі з водою співвідношення значно нижче, ніж при обробці

антитранспірантом та регулятором росту. Винятком є трикратне застосування Атоніку Плюс у 2013 та 2015 роках.

3.10. Площа листкової поверхні під впливом позакореневої обробки насаджень яблуні

Листок відіграє важливу роль у функціонуванні рослинного організму в цілому. Основними функціями листка зеленої рослини є фотосинтез, транспірація і синтез ряду органічних речовин, у тому числі деяких фітогормонів (ауксинів, гіберелінів, абсцизової кислоти). Пластинчаста форма листка забезпечує найбільшу поверхню на одиницю об'єму тканин, що створює найліпші умови для повітряного живлення [120].

Застосування антитранспіранта Вапор Гард спрямоване на регуляцію водного режиму рослин, обумовленого поверхнево-активними речовинами, що утворюють стійку плівку, яка зменшує випаровування вологи плодами і ягодами. Використання Атоніку Плюс сприяє поліпшенню загального стану рослин за рахунок яскраво вираженої регенеративної та антистресової дії [124, 128]. При цьому мало уваги приділялося саме регуляторним властивостям препаратів, які сприяють корекції фізіологічних процесів у листках рослин, у тому числі площі їх пластинки.

Аналіз досліджень засвідчив, що під впливом позакореневої обробки насаджень, а також посухи певних періодів 2013–2015 рр. асиміляційна поверхня листка значно варіювала. Площа листкової пластинки досліджуваних сортів різнилася також і за роками: так, у 2014 році поверхня листка була більшою, на відміну від 2013 та 2015 років (табл. 3.10). Обприскування насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі у сортів Шафран краснокутський та Мавка у 2014 році сприяло збільшенню площі листка порівняно з контролем з H_2O на 4 та 8 % відповідно. Аналогічну закономірність спостерігали й у 2013 році в останнього зі згаданих сортів, тоді як того ж року у Шафрана краснокутського площа листка була більша у контролі з водою. У 2015 році з мінімальною (6,4 мм) кількістю опадів за період від початку вегетації до II декади червня площа листка у досліджуваних варіантах була на 6–44 % меншою, ніж у 2013-му.

У літнього сорту Ямба асиміляційна поверхня листка у 2013 та 2014 роках, а також у середньому по роках не змінювалася залежно від позакореневої обробки антитранспірантом та фітостимулятором. У 2015 році більшу площу листової пластинки мали дерева у варіанті з позакореневим унесенням Атоніку Плюс та Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі – 32 та 34 см².

Таблиця 3.10

Площа листової поверхні, см² (2013–2015 рр.)

| Варіанти позакореневої обробки | Сорти | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|-------------|-------|------|------|-----------|------|------|------|-------------|
| | Шафран краснокутський | | | | Мавка | | | | Ямба | | | |
| | 2013 | 2014 | 2015 | середнє | 2013 | 2014 | 2015 | середнє | 2013 | 2014 | 2015 | середнє |
| К з H ₂ O (к) | 52 | 45 | 45 | 47 | 45 | 49 | 29 | 41 | 27 | 47 | 31 | 35 |
| А I (к ₁) | 40 | 46 | 41 | 42 | 46 | 49 | 29 | 41 | 24 | 45 | 31 | 33 |
| А II (В ₁) | 34 | 47 | 41 | 40 | 47 | 53 | 27 | 42 | 24 | 40 | 32 | 32 |
| ВГ I (В ₂) | 50 | 47 | 37 | 45 | 47 | 48 | 25 | 40 | 22 | 41 | 31 | 31 |
| ВГ II (В ₃) | 39 | 45 | 37 | 40 | 45 | 46 | 28 | 40 | 22 | 41 | 34 | 33 |
| НІР ₀₅ | 3,83 | – | 4,31 | 0,03 | – | – | – | – | – | 4,31 | – | 0,03 |

У середньому за три роки досліджень у сортів Шафран краснокутський та Ямба площа листка під впливом обробки істотно не різнилась і була найбільшою при обприскуванні насаджень водою. Було зафіксовано тенденцію до зменшення площі листової пластинки під дією препаратів. Винятком було їх застосування у сорту Мавка. При цьому виявилось, що в умовах недостатнього зволоження 2013 і, особливо, 2015 років зміни були також доволі суттєвими. У 2014 році при надмірній кількості опадів за місяць до проведення спостережень (110,6 мм) позакоренева обробка Атоніком Плюс та Вапор Гардом практично не вплинула на площу листка.

Визначено регуляторну властивість дії препаратів Вапор Гард та Атонік Плюс, що проявлялася за умов недостатньої вологозабезпеченості й зумовлювала зменшення площі листків. Останнє сприяло зниженню витрат води рослинами та забезпечувало безперервний оптимальний водний баланс.

3.11. Індукція флуоресценції хлорофілу та її зміни залежно від позакореневої обробки насаджень Атоніком Плюс та Вапор Гардом

Індукційні зміни флуоресценції хлорофілу – чутливий тест на зміни функціонального стану плодкових рослин у зв'язку з дією чинників довкілля та технологічних прийомів вирощування. Низка параметрів індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) дозволяє здійснювати оперативний контроль та, по можливості, корегувати умови вирощування рослин.

Початковий рівень флуоресценції (F_0) пропорційний кількості молекул хлорофілу, що не беруть участі у фотосинтезі. За даними багатьох авторів, високий рівень F_0 свідчить про низьку фотосинтетичну спроможність рослини і навпаки. За показником F_0 , передусім його середнім значенням, варіанти позакореневої обробки різнилися між собою – у сорту Шафран краснокутський найвищий початковий рівень флуоресценції був у варіанті з трикратним обприскуванням Атоніком Плюс (16,4), у Мавки – у разі застосування Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі (14,9). Низький рівень F_0 зареєстровано при застосуванні Вапор Гарду у контролі (15,3) та при другій хвилі опадання зав'язі (12,7) у вищезгаданих сортів відповідно (табл. 3.11, 3.12). Середнє варіювання зауважено для всіх варіантів, крім контрольного з Атоніком Плюс у сорту Шафран краснокутський, де відповідний коефіцієнт становив 29 %. Позакоренева обробка насаджень сорту Шафран краснокутський та Мавка антитранспірантом, особливо при першій та другій хвилях опадання зав'язі, сприяла стабілізації даної характеристики (коефіцієнт варіації найменший за варіантами 11–15 %). Закономірно, що в 2013 році, коли сума активних температур ≥ 10 °C від початку проведення досліджень до кінця II декади червня була найменшою порівняно з 2014 та 2015 роками і становила 566,4 °C, значення F_0 були мінімальними по всіх варіантах (10,9–15,7).

Як зазначалося вище, для експрес-діагностики наявності вірусної інфекції використовували параметр K_{pL} . Співвідношення $\Delta F_{pL}/F_{v1}$ відображає відносну кількість неактивних реакційних центрів (за умови наявності насичуючого збуджуючого випромінювання близько 400–600 Вт/м²). У нашому експерименті інтенсивність збуджуючого світла становила 50–60 Вт/м². Це дозволяло оцінювати

пропорційність між неактивними та активними реакційними центрами в межах досліджу. За даними діагностики, наявності вірусної інфекції в рослин не виявлено, оскільки в усіх варіантах параметр K_{pl} був меншим за 0,5 та, не перевищував 0,43, (трикратне застосування Атоніку Плюс у насадженнях яблуні сорт Мавка). У сорту Шафран краснокутський найвищий параметр K_{pl} відзначено у варіанті з обробкою дерев водою. У сорту Мавка було зменшення даного показника в усіх варіантах з позакореневим використанням Вапор Гарду.

Таблиця 3.11

Показники фотоіндукції листків яблуні сорту Шафран краснокутський

| Показники | | Варіанти позакореневої обробки | | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | К з H ₂ O (κ) | А I (κ ₁) | А II (B ₁) | ВГ III (κ ₂) | ВГ I (B ₂) | ВГ II (B ₃) |
| F ₀ | середнє | 16,3 | 16,4 | 15,8 | 15,4 | 15,3 | 15,1 |
| | коєф. варіації, % | 21% | 29% | 20% | 14% | 15% | 16% |
| F _{pl} | середнє | 28,0 | 27,8 | 24,2 | 24,5 | 24,5 | 25,0 |
| | коєф. варіації, % | 20% | 25% | 21% | 19% | 4% | 20% |
| ΔF _{pl} | | 11,7 | 11,4 | 8,5 | 9,1 | 9,2 | 9,9 |
| F _{max1} | середнє | 51,9 | 54,1 | 46,0 | 53,2 | 51,7 | 49,1 |
| | коєф. варіації, % | 19% | 16% | 15% | 7% | 8% | 11% |
| F _v | | 35,6 | 37,8 | 30,3 | 37,8 | 36,3 | 27,5 |
| F _{max2} | середнє | 47,5 | 47,1 | 38,6 | 45,1 | 43,1 | 44,2 |
| | коєф. варіації, % | 21% | 16% | 17% | 5% | 18% | 16% |
| F _t | | 21,8 | 19,2 | 18,0 | 19,0 | 18,5 | 20,3 |
| F _{v2} | | 25,7 | 27,8 | 20,7 | 26,2 | 24,6 | 27,0 |
| K _{pl} | | 0,33 | 0,31 | 0,28 | 0,24 | 0,25 | 0,36 |
| K _i | | 0,42 | 0,41 | 0,35 | 0,37 | 0,38 | 0,39 |
| Rfd | | 1,17 | 1,44 | 1,16 | 2,00 | 1,96 | 1,53 |

Найбільш варіабельним параметром був максимальний рівень флуоресценції хлорофілу F_{max1}. Його значення найбільше залежало від рівня освітленості листків. При цьому позакоренева обробка насаджень яблуні Вапор Гардом при першій та другій хвилях опадання зав'язі сприяла стабілізації даного показника в обох досліджуваних сортів (V =7–16 %).

Показники фотоіндукції листків яблуні сорту Мавка

| Показники | | Варіанти позакореневої обробки | | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | К з Н ₂ O (κ) | А I (κ ₁) | А II (В ₁) | ВГ III (κ ₂) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| F ₀ | середнє | 14,6 | 13,1 | 14,5 | 13,3 | 14,9 | 12,7 |
| | коєф. варіації, % | 20% | 19% | 20% | 16% | 11% | 14% |
| F _{pl} | середнє | 26,7 | 27,1 | 30,4 | 20,5 | 23,5 | 19,8 |
| | коєф. варіації, % | 19% | 27% | 20% | 18% | 12% | 16% |
| ΔF _{pl} | | 12,1 | 14,0 | 15,9 | 3,1 | 4,1 | 3,3 |
| F _{max1} | середнє | 51,1 | 45,4 | 51,4 | 47,9 | 52,8 | 44,3 |
| | коєф. варіації, % | 7% | 16% | 14% | 13% | 6% | 7% |
| F _v | | 36,5 | 32,3 | 36,9 | 34,6 | 37,8 | 31,6 |
| F _{max2} | середнє | 44,2 | 39,4 | 46,9 | 45,2 | 47,0 | 39,8 |
| | коєф. варіації, % | 16% | 31% | 24% | 11% | 22% | 10% |
| F _t | | 19,4 | 19,3 | 22,2 | 19,1 | 23,4 | 18,5 |
| F _{v2} | | 24,8 | 20,1 | 24,8 | 26,1 | 23,6 | 21,4 |
| K _{pl} | | 0,33 | 0,43 | 0,42 | 0,06 | 0,08 | 0,07 |
| K _i | | 0,45 | 0,51 | 0,51 | 0,35 | 0,36 | 0,36 |
| Rfd | | 1,28 | 1,02 | 1,12 | 1,37 | 1,01 | 1,17 |

За отриманими даними лабільність F_{max2} відзначено у Мавки у варіанті з трикратним унесенням позакоренево Атоніку Плюс ($V = 31\%$), в інших варіантах варіювання даної ознаки було середнім. У 2014 році, в період, який характеризувався значною кількістю опадів протягом вегетації, зареєстровано найбільші значення параметрів F_{max1} і F_{max2} . Застосування Вапор Гарду в обох зимових сортів сприяло стабілізації не тільки F_{max1} , а також і F_{max2} . Гомеостатичність показника F_{max2} (5 %) у сорту Шафран краснокутський зафіксовано у варіанті 2 з Вапор Гардом, у Мавки – у варіанті 3 з даним антитранспірантом (10 %). Інтенсивність флуоресценції у 2014 році порівняно з 2013 і 2015 роками підвищувалась на 50 і 25 % відповідно. Такі зміни викликані адаптивністю фотосинтетичного апарату до умов освітлення.

Спад флуоресценції хлорофілів від максимумів F_{max1} і F_{max2} до псевдостационарного рівня F_t спричинений активацією темнових фотохімічних реакцій (цикл Кальвіна) і поступовим окисненням переносників електрон-транспортного ланцюга. На рівні F_t фотосинтез був максимальним. Тому чим

нижчий цей показник, тим вища ефективність темнових фотосинтетичних процесів. При повільному спаді флуоресценції часом спостерігається поява ще однієї її хвилі (S-M-T), зумовленої гальмуванням відтоку електронів до циклу Кальвіна. Особливу інтенсивність цієї хвилі зафіксовано за стресових умов у посушливому 2015 році у сорту Шафран краснокутський (рис. 3.9).

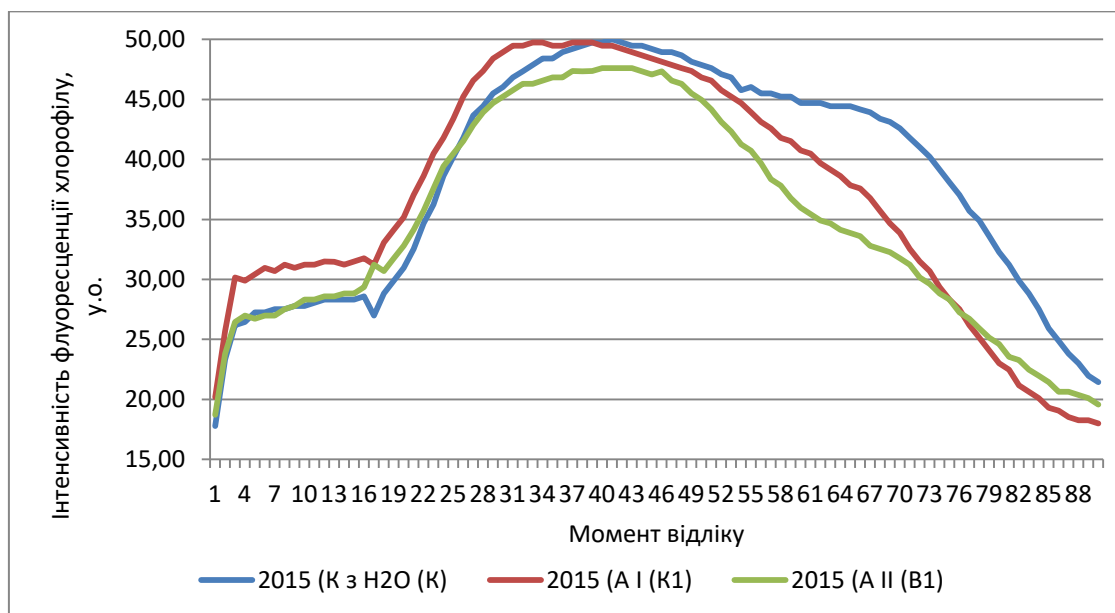


Рис. 3.9. Індукційні зміни флуоресценції хлорофілу листків у сорту яблуні Шафран краснокутський за різних варіантів обробки Атоніком Плюс у 2015 р.

Параметр K_i характеризує ефективність електрон-транспортних процесів поблизу реакційних центрів ФС II. Як за середнім значенням, так і окремо по роках у варіантах з Вапор Гардом даний показник був меншим, ніж у контролі з H_2O , тоді як застосування Атоніку Плюс у Мавки в обох варіантах та трикратне використання даного фітостимулятора у Шафрану краснокутського було вище, ніж у контролі з водою, що також свідчило про ефективну дію препарату Атонік Плюс на фотосинтетичні процеси. Однак, найбільші зміни під впливом антитранспіранта відзначені на повільних фазах індукції флуоресценції. У сорту Шафран краснокутський зафіксовано зменшення параметру F_t у всіх варіантах із позакореневою обробкою біопрепаратами порівняно з контролем з H_2O , у Мавки використання контролю з Атоніком Плюс та Вапор Гарду у варіанті 2 сприяло

зменшенню вищезгаданого показника, що вказувало на підвищення ефективності темнових фотосинтетичних процесів.

Дехто з дослідників [220, 224, 238] запропонував коефіцієнти, що відображають ефективність електронного транспорту поблизу реакційних центрів ФС II $K_i = F_{v1}/F_{max1}$ і темнових фотосинтетичних процесів $Rfd = (F_{max2}-F_t)/F_t$. За коефіцієнтом Rfd , який характеризує ефективність електронного транспорту близько від реакційних центрів, варіанти різнилися між собою. У разі застосування антитранспіранта при першій та другій хвилях опадання зав'язі у сорту Шафран краснокутський коефіцієнт ефективності темнових процесів був на 71 і 68 % більшим, ніж у варіанті з водою, та на 31 і 28 % більшим, ніж у контролі з Вапор Гардом відповідно. У сорту Мавка кращим виявився варіант із застосуванням Вапор Гарду перед збором урожаю (1,37). У Шафрану краснокутського у контрольному варіанті з Атоніком Плюс коефіцієнт ефективності темнових фотохімічних процесів був вищим, ніж у контролі з водою та за двократного обприскування даним препаратом на 23 і 24 % відповідно. Останнє свідчило про стимулювання темнових фотосинтетичних процесів та підвищення їх атрагуючої здатності за рахунок трикратної обробки біологічно активними речовинами.

Отже, за даними функціональної діагностики, у дослідних рослин не виявлено вірусної інфекції, оскільки в усіх варіантах досліду параметр K_{PL} був меншим за 0,5. Найвищий показник відзначено у разі обробки дерев водою (Шафран краснокутський) та трикратно Атоніком Плюс (Мавка).

Встановлено високу чутливість параметрів F_0 , F_{max1} і F_{max2} для характеристики адаптивності листового апарату до умов освітлення. Їх варіабельність становила 15–29 %, що зумовлено чергуванням дощових і посушливих періодів по роках.

За використання фізіологічно-активної речовини Атонік Плюс та Вапор Гарду у варіанті 2 у сорту Мавка спостерігається зменшення інтенсивності хвилі флуоресценції S-M-T і параметру F_t в обох дослідних варіантах порівняно з контролем, що свідчить про підвищення ефективності темнових фотосинтетичних процесів.

У сорту Шафран краснокутський при застосуванні трикратного обприскування насаджень Атоніком Плюс коефіцієнт ефективності темнових фотохімічних процесів був вищий, ніж у контролі з водою та за дворазової обробки даним препаратом на 23 і 24 % відповідно. Це означає, що трикратне обприскування рослин біологічно активними речовинами підвищувало ефективність темнових фотосинтетичних процесів та стимулювало їх атрагуючу здатність.

3.12. Обговорення результатів досліджень

Фізіологічні зміни в листках тісно пов'язані з такими показниками, як урожайність, маса яблук, вміст СРР, цукрів та органічних титрованих кислот у них.

Зауважено, що в літнього сорту Ямба, який характеризувався коротким періодом вегетації, збільшення ППЩЛ сприяло підвищенню врожайності дерев, це підтверджувалося наявністю тісного кореляційного зв'язку між даними показниками ($r=0,733$). Також при зростанні ППЩЛ у варіантах із позакореневим застосуванням біопрепаратів відповідно підвищувався вміст СРР у плодах на час настання ними знімальної стиглості ($r=0,723$) і водночас при збільшенні площі листкової пластинки відзначено зменшення кількості СРР у яблуках ($r=-0,533$). Оводненість мала вплив середньої сили на врожайність ($r=0,606$) та вміст СРР у плодах ($r=0,675$), а також обернену значну кореляційну залежність із вмістом органічних титрованих кислот у яблуках на час настання ними знімальної стиглості ($r=-0,728$).

Для зимових сортів відзначена кореляційна залежність між коефіцієнтом індукції K_i , який характеризує ефективність фотосинтетичного апарату, та урожайністю дерев. При цьому, в середньому для обох сортів, коефіцієнт кореляції між цими показниками дорівнював 0,674, а для сорту Мавка, що вирізнявся більш високою врожайністю, даний коефіцієнт наближався до 0,978. При цьому залежно від позакореневої обробки препаратами урожайність дерев вищевказаного сорту змінювалася пропорційно коефіцієнту індукції, для варіантів із використанням Атоніку Плюс K_i був найбільшим (0,51) і, відповідно, урожайність була в межах 31,7–33,6 т/га. Використання Вапор Гарду дещо зменшувало ефективність роботи листка ($K_i = 0,35–0,36$ відповідно) – урожайність була в межах 19,3–21,3 т/га.

Щодо сорту Мавка було зафіксовано, що площа листкової пластинки мала значний вплив на врожайність дерев – збільшення першого з показників сприяло підвищенню останнього ($r = 0,700$). Збільшення товщини листкової пластинки супроводжувалося зростанням кількості цукрів у плодах і водночас зменшувалася кількість органічних кислот у них, натомість оводненість, навпаки, сприяла накопиченню яблуками титрованих кислот.

У сорту Шафран краснокутський відзначено суттєву кореляцією ППЩЛ з урожайністю ($r = 0,704$). Водночас маса яблук, залежно від позакореневої обробки насаджень препаратами, зменшувалась і мала обернену сильну залежність із ППЩЛ ($r = -0,855$). Уміст СРР на час настання плодами знімальної стиглості у вищезгаданого сорту суттєво збільшувався при зростанні ППЩЛ, тоді як площа листка мала негативний вплив на даний показник. Зростання оводненості також супроводжувалося зростанням СРР, цукрів і зменшенням органічних кислот у яблуках.

Основні результати розділу були опубліковані у працях [18, 21, 22, 23, 26, 184, 188].

РОЗДІЛ 4. ЛЕЖКОЗДАТНІСТЬ ПЛОДІВ ЯБЛУНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ БІОПРЕПАРАТАМИ

4.1. Вплив позакореневої обробки біопрепаратами на тривалість зберігання та якість яблук

Плоди яблуні – одні з небагатьох, які здатні зберігати свої товарні й смакові властивості протягом тривалого часу [180]. У нашій країні вирощується велика кількість сортів яблуні, й це ускладнює розробку єдиного комплексу, який допоміг би позитивно впливати на товарні та смакові якості плодів не тільки протягом дозрівання, а й за умови зберігання у звичайному охолодженому середовищі. Збереженість біохімічного складу яблук значною мірою залежить від багатьох чинників, у тому числі позакореневої обробки біопрепаратами, погодних умов тощо.

В умовах звичайного охолодженого середовища було відзначено, що найраніше споживча стиглість яблук сортів Шафран краснокутський і Мавка наставала у варіанті з позакореневою обробкою Вапор Гардом при другій хвилі опадання зав'язі – на 66-ту та 63-ту добу зберігання. За таких умов тривалість зберігання плодів у середньому за роки спостережень становила 117 та 104 доби (табл. 4.1). У сорту Шафран краснокутський у яблуках, відібраних із насаджень які позакоренево обприскували Вапор Гардом перед збором урожаю, настання споживчої стиглості було відзначено на 64-ту добу, а це на 8 діб раніше, ніж у контролі з H₂O, тоді як тривалість зберігання в обох вищевказаних варіантах була майже однаковою (105 та 103 доби відповідно).

Під час зберігання яблук у варіанті, де застосовували Атонік Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі, зафіксовано, що споживча стиглість наставала на 89-ту і 100-ту добу у Шафрана краснокутського та Мавки відповідно, і це було найпізніше порівняно з іншими варіантами досліджень. В умовах звичайного охолодженого середовища плоди Шафрану краснокутського та Мавки, у варіанті 1 з Атоніком Плюс зберігали свої товарні показники якості протягом 130 та 118 діб відповідно.

Лежкоздатність плодів яблуни зимових сортів залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами (урожай 2013–2016 рр.)

| Показники | | Рік | Сорти | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | Шафран краснокутський | | | | | | Мавка | | | | | |
| | | | варіанти позакореневої обробки | | | | | | | | | | | |
| | | | К (H ₂ O) | А I (κ ₁) | А II (B ₁) | ВГ III (κ ₂) | ВГ I (B ₂) | ВГ II (B ₃) | К (H ₂ O) | А I (κ ₁) | А II (B ₁) | ВГ III (κ ₂) | ВГ I (B ₂) | ВГ II (B ₃) |
| Термін зберігання, діб | | 2013 | 110 | 135 | 142 | 110 | 122 | 122 | 70 | 79 | 88 | 70 | 79 | 69 |
| | | 2014 | – | – | – | – | – | – | 120 | 135 | 145 | 125 | 130 | 135 |
| | | 2015 | 120 | 136 | 156 | 125 | 146 | 156 | 100 | 107 | 118 | 100 | 107 | 107 |
| | | 2016 | 78 | 83 | 93 | 80 | 83 | 83 | 98 | 104 | 120 | 98 | 104 | 104 |
| | | середнє | 103 | 118 | 130 | 105 | 117 | 120 | 97 | 106 | 118 | 98 | 105 | 104 |
| Товарних плодів, % | | 2013 | 92 | 96 | 94 | 93 | 94 | 89 | 82 | 92 | 75 | 92 | 78 | 67 |
| | | 2014 | – | – | – | – | – | – | 91 | 92 | 86 | 96 | 87 | 85 |
| | | 2015 | 93 | 96 | 98 | 98 | 98 | 100 | 100 | 94 | 98 | 94 | 94 | 92 |
| | | 2016 | 100 | 96 | 98 | 98 | 98 | 100 | 98 | 96 | 100 | 98 | 100 | 100 |
| | | середнє | 95 | 96 | 97 | 96 | 97 | 96 | 93 | 94 | 90 | 95 | 90 | 86 |
| Абсолютно здорових плодів, % | | 2013 | 90 | 95 | 94 | 92 | 91 | 88 | 66 | 78 | 57 | 67 | 52 | 64 |
| | | 2014 | – | – | – | – | – | – | 85 | 76 | 76 | 88 | 79 | 85 |
| | | 2015 | 93 | 96 | 98 | 96 | 96 | 95 | 93 | 94 | 92 | 93 | 93 | 92 |
| | | 2016 | 100 | 96 | 98 | 98 | 98 | 100 | 98 | 96 | 98 | 93 | 100 | 94 |
| | | середнє | 94 | 96 | 97 | 95 | 95 | 94 | 86 | 86 | 81 | 85 | 81 | 84 |
| Плодів уражених, % | фізіологічними розладами | 2013 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 30 | 19 | 38 | 30 | 45 | 22 |
| | | 2014 | – | – | – | – | – | – | 11 | 21 | 15 | 10 | 12 | 6 |
| | | 2015 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 7 | 4 | 8 | 2 | 6 | 4 |
| | | 2016 | – | 2 | 2 | – | – | – | – | 2 | 2 | 5 | – | 6 |
| | грибними гнилями | 2013 | 8 | 4 | 5 | 7 | 5 | 10 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 |
| | | 2014 | – | – | – | – | – | – | 4 | 3 | 9 | 2 | 9 | 9 |
| | | 2015 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | – | 2 | – | 5 | 1 | 4 |
| | | 2016 | – | 2 | – | 2 | 2 | – | 2 | 2 | – | 2 | – | – |

Дослідження засвідчили, що лежкість плодів яблуні залежала від позакореневої обробки насаджень, а стійкість проти фізіологічних розладів і мікробіологічних хвороб, що негативно позначалася на якості продукції, була різною.

Умови вегетаційного періоду були причиною прояву фізіологічних розладів на плодах. Так, спекотне літо, особливо високі температури та надмірна кількість опадів перед збором урожаю (145 мм за два тижні вересня) у 2013 році сприяли розвитку в'янення. Особливо сильно це позначилось на плодах сорту Мавка, які того року зберігалися лише 70–88 діб. При цьому найменшою товарністю, як і лежкістю, відзначилися варіант із водою (82 % товарних плодів). Сильне в'янення яблук було у варіантах 2 та 3 із Вапор Гардом (45 та 22 %). При цьому позитивний вплив справило обприскування насаджень яблуні антитранспірантом перед збором урожаю та трикратно фітостимулятором – по 92 % товарних плодів в обох варіантах. У сорту Мавка в роки з недостатньою кількістю опадів (2015 та 2016 рр.) за період від початку вегетації до збирання урожаю, порівняно із середньою багаторічною нормою, використання Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі сприяло збільшенню відсоткового виходу товарних плодів на кінець їх зберігання. У вищезгадані роки зафіксовано відсутність мікробіологічних хвороб, вихід абсолютно здорових плодів становив 92 та 98 %, інші 8 і 2 % яблук відповідно уражалися в'яненням.

Застосування Вапор Гарду та Атоніку Плюс у сорту Шафран краснокутський у 2013 році дозволило знизити рівень ураження фізіологічними розладами. Найкращі результати отримані в усіх варіантах з обприскуванням фітостимулятора та антитранспіранта. Винятком є використання Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі – якість плодів знижувалася за рахунок фізіологічного в'янення (2 %) та грибних гнилей (10 %), вихід товарних плодів був найменшим – 89 %. Фітостимулятор Атонік Плюс в обох варіантах спостережень активно пригнічував фізіологічні розлади та грибні гнилі протягом усіх років досліджень порівняно із застосуванням H₂O.

На кінець зберігання у сорту Шафран краснокутський (у середньому за роки спостережень) кількість товарних плодів становила понад 95 %, із них абсолютно здорових – понад 94 %. При цьому в обох варіантах з Атоніком Плюс даний показник перевищив 96 %. Зниження якості було спричинене ураженням плодів в'яненням та гниллю.

4.2. Природні втрати маси плодами яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами

Випаровування вологи і витрату поживних речовин на дихання в період зберігання яблук зараховують до природних втрат маси плодів. Відзначено, що даний показник залежить не тільки від факторів зберігання, а й від факторів вирощування, одним із яких є позакоренева обробка насаджень яблуні [169].

Проведені нами дослідження свідчать, що сумарні втрати маси плодами яблуні досліджуваних сортів не перевищували норми, встановлені стандартом відповідного документа.

Втрати маси необроблених плодів після зберігання, в середньому за 2013–2016 рр., становили по 3,2 % для обох зимових сортів (рис.4.1).

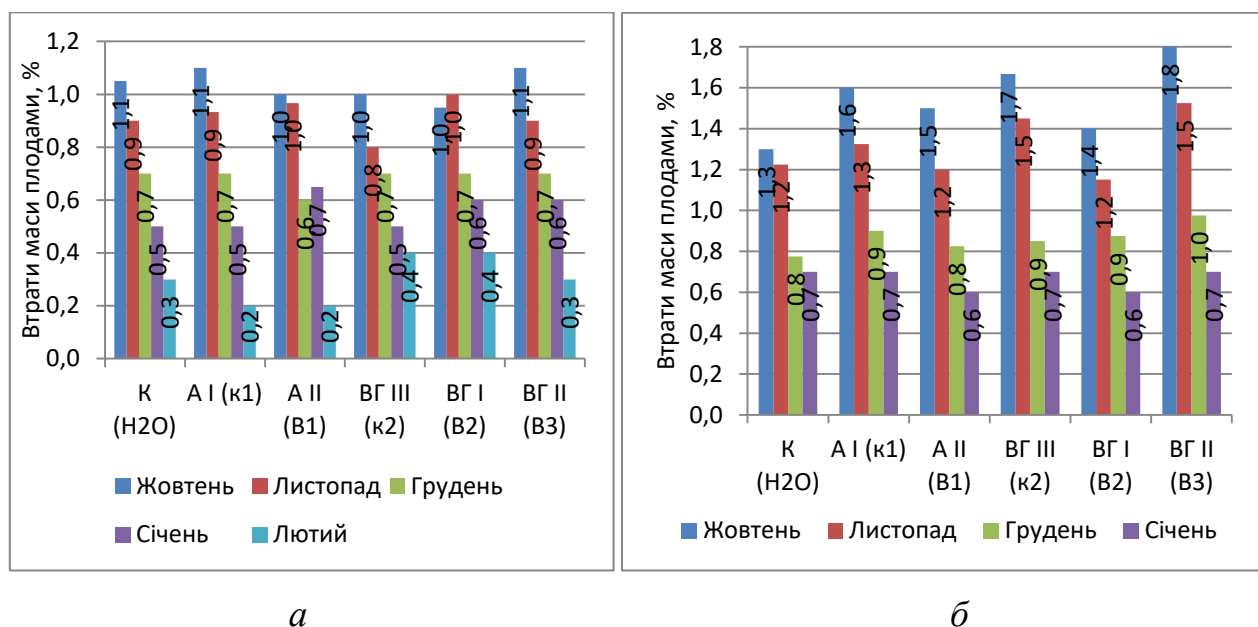


Рис. 4.1. Втрати маси плодами яблуні досліджуваних сортів залежно від позакореневої обробки біопрепаратами: *а* – Шафран краснокутський, *б* – Мавка

При цьому в плодах сорту Шафран краснокутський інтенсивність втрат маси не залежала від позакореневої обробки фітостимулятором та антитранспірантом, за винятком плодів у контрольному варіанті з використанням Вапор Гарду сумарні втрати маси становили 3,0 % за весь період зберігання (рис.4.1, *a*). У варіантах із застосуванням Вапор Гарду було зафіксовано більш суттєві втрати у масі порівняно з контрольним з H₂O. Це можна пояснити активнішим процесом трансформації органічних речовин на кінець зберігання.

Позакоренева обробка насаджень яблуні сорту Мавка також не мала впливу на сумарні втрати маси плодами, при цьому в контролі з H₂O та Вапор Гардом, який був використаний при першій хвилі опадання зав'язі, даний показник становив 3,2 %. Оброблені варіанти мали більший відсоток втрат маси (3,3–4,0 %).

Встановлено, що позакоренева обробка фітостимулятором Атонік Плюс та Вапор Гардом не вплинула на інтенсивність втрат маси плодами протягом їх зберігання у звичайному охолодженому середовищі.

4.3. Зміни біохімічного складу плодів яблуні протягом зберігання під впливом позакореневої обробки насаджень

У період росту плодів переважають процеси синтезу високомолекулярних сполук (цукри, крохмаль, пектинові речовини тощо). У фазі дозрівання і старіння посилюються гідролітичні процеси, змінюється структура тканин, зменшується кількість розчинних вуглеводів, кислот та інших сполук [67]. За своєю харчовою цінністю, тобто вмістом найважливіших органічних речовин, досліджувані сорти та варіанти позакореневої обробки були різними.

Настання споживчої стиглості плодів яблуні сорту Шафран краснокутський супроводжувалося збільшенням умісту сухих розчинних речовин. Так, у варіанті з використанням H₂O спостерігали підвищення вмісту вищевказаних сполук на 1,4 % до даного показника на період знімальної стиглості яблук (табл.4.2). В інших дослідних варіантах збільшення СРР становило 0,2–0,3 %.

**Вміст органічних речовин у плодах яблуні залежно від позакореневої обробки дерев
(у середньому за 2013–2016 рр.)**

| Варіанти позакореневої обробки | Показники | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | сухі розчинні речовини, % | | цукри, % | | органічні титровані кислоти, % | | ЦКІ | | вітамін С, мг/100 г | |
| | споживча стиглість | кінець зберігання | споживча стиглість | кінець зберігання | споживча стиглість | кінець зберігання | споживча стиглість | кінець зберігання | споживча стиглість | кінець зберігання |
| Шафран краснокутський | | | | | | | | | | |
| К з H ₂ O | 14,3 | 12,9 | 8,6 | 6,8 | 0,86 | 0,53 | 10,0 | 12,8 | 1,8 | 1,5 |
| А I (К ₁) | 14,0 | 12,1 | 9,4 | 7,4 | 0,71 | 0,57 | 13,2 | 13,0 | 1,9 | 1,1 |
| А II (В ₁) | 14,2 | 14,1 | 9,9 | 8,3 | 0,78 | 0,49 | 12,7 | 16,9 | 1,7 | 1,0 |
| ВГ III (К ₂) | 13,8 | 13,3 | 9,7 | 7,5 | 0,67 | 0,49 | 14,5 | 15,3 | 1,4 | 1,0 |
| ВГ I (В ₂) | 14,3 | 13,3 | 9,9 | 8,4 | 0,69 | 0,38 | 14,3 | 22,1 | 1,6 | 1,5 |
| ВГ II (В ₃) | 14,0 | 13,5 | 9,9 | 7,8 | 0,69 | 0,49 | 14,3 | 15,9 | 1,9 | 1,0 |
| Мавка | | | | | | | | | | |
| К з H ₂ O | 14,7 | 13,7 | 10,3 | 8,8 | 0,46 | 0,36 | 22,4 | 24,4 | 3,7 | 2,1 |
| А I (К ₁) | 14,8 | 12,9 | 10,4 | 8,1 | 0,53 | 0,41 | 19,6 | 19,8 | 3,8 | 3,4 |
| А II (В ₁) | 14,8 | 13,7 | 10,4 | 8,9 | 0,49 | 0,34 | 21,2 | 26,2 | 4,0 | 2,7 |
| ВГ III (К ₂) | 14,3 | 12,6 | 10,5 | 8,7 | 0,49 | 0,44 | 21,4 | 19,8 | 4,1 | 2,6 |
| ВГ I (В ₂) | 15,1 | 12,9 | 10,4 | 8,6 | 0,42 | 0,4 | 24,8 | 21,5 | 3,6 | 2,2 |
| ВГ II (В ₃) | 14,5 | 12,7 | 10,3 | 9,7 | 0,52 | 0,36 | 19,8 | 26,9 | 4,2 | 2,5 |

У Мавки при трикратному позакореновому обприскуванні Атоніком Плюс уміст сухих розчинних речовин на період споживчої стиглості збільшився на 1,5 %. Використання Атоніку Плюс та Вапор Гарду у варіантах 1 та 2 сприяло підвищенню даного показника на 0,9 % в обох варіантах відповідно.

Встановлено, що на кінець зберігання позакоренева обробка насаджень Атоніком Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі та Вапор Гардом у всіх дослідних варіантах підвищила вміст СРР у плодах сорту Шафран краснокутський на 0,4–1,2 % (табл. 4.2). У сорту Мавка при використанні фітостимулятора перед другою хвилиною опадання зав'язі вміст СРР у плодах був найбільшим і становив 13,7 %, як і в контролі з H₂O. Інші варіанти мали нижчий уміст даних речовин у плодах (12,6–12,9 %).

Отже, використання Атоніку Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі в обох зимових сортів сприяло більш повільній трансформації СРР від початку до кінця зберігання. Тоді як уміст сухих розчинних речовин залежав більше від сортових особливостей та істотно не різнився від варіантів позакореневої обробки Атоніком Плюс та Вапор Гардом.

На час настання плодами споживчої стиглості обприскування насаджень сорту Шафран краснокутський Атоніком Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі та Вапор Гардом перед збором урожаю сприяли нагромадженню більшої кількості цукрів, ніж в інших варіантах обробки, при цьому їх кількість була на 1,6 та 1,1 % більшою, ніж у яблуках у стадії знімальної стиглості. У Мавки трикратне використання фітостимулятора та антитранспіранта перед збиранням урожаю сприяло збільшенню вищевказаних речовин на 1,1 та 1,6 % відповідно.

На кінець зберігання найбільший уміст цукрів у сорту Шафран краснокутський було зареєстровано у варіанті з двократною обробкою Атоніком Плюс та у разі використання Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі – 8,3 та 8,4 % відповідно, це перевищило контроль із водою на 1,5 та 1,4 %. Позакоренева обробка фітостимулятором та антитранспірантом, застосованим перед другою хвилиною опадання зав'язі у насадженнях сорту Мавка, сприяла підвищенню вмісту цукрів у плодах яблуні – цей показник становив 8,9 та 9,7 % відповідно.

Інтенсивність трансформації органічних кислот протягом зберігання різнилась. У сорту Шафран краснокутський найбільшу кількість титрованих кислот втратили яблука у варіанті з Вапор Гардом, застосованим при першій хвилі опадання зав'язі (-0,31 %), у контролі з H₂O та даним антитранспірантом: по -0,29 % в обох варіантах. Найменше втрачали органічні кислоти яблука з обприскуванням фітостимулятором у варіанті 1: -0,25 %. У сорту Мавка зменшення вмісту органічних кислот було в межах 0,06–0,25 %, максимальні зміни кількості даних речовин зареєстровано в контролі з водою, мінімальні – у контрольному варіанті з Атоніком Плюс.

Смак плодів здебільшого визначається вмістом цукрів і органічних кислот у яблуках. Зміна смаку в період післязбирального дозрівання відбувається при збільшенні вмісту цукрів за рахунок розпаду запасних вуглеводів та зниженні кількості органічних кислот, котрі можуть бути використані на дихання. Зниження вмісту титрованих кислот, яке супроводжується дозріванням плодів, відбувається принаймні частково, в результаті їх використання як субстратів для дихання через цикл Кребса [207].

ЦКІ плодів яблуні сорту Шафран краснокутський на період настання яблуками споживчої стиглості при позакореновому внесенні Атоніку Плюс у контролі становив 13,2, що більше варіанта з водою на 3,2. При обприскуванні насаджень Вапор Гардом даний індекс був у межах 14,3–14,5. На кінець зберігання варіант із застосуванням фітостимулятора перед другою та антитранспіранта – при першій хвилі опадання зав'язі сприяв покращенню ЦКІ – він дорівнював 16,9 та 22,1 відповідно.

Найвищий ЦКІ на період споживчої стиглості яблук Мавки відмічено у контролі з водою (22,4), а також у варіанті з Вапор Гардом при першій хвилі опадання зав'язі (24,8). При виведенні плодів Мавки зі зберігання найбільше співвідношення цукру до органічних кислот спостерігали при позакореновому застосуванні Атоніку Плюс двічі – 26,2, а також Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі – 26,9.

Отже, використання в насадженнях яблуні фітостимулятора перед другою та антитранспіранта при першій та другій хвилях опадання зав'язі сприяло підвищенню цукрово-кислотного індексу та поліпшенню смакових якостей плодів досліджуваних сортів.

Важливе значення має найбільш повне використання вітаміну С в яблуках, причому в першу чергу за рахунок зменшення його втрат при зберіганні. Протягом зберігання зафіксовано втрачання плодами аскорбінової кислоти. При позакореневій обробці дерев яблуні сорту Шафран краснокутський уміст аскорбінової кислоти у яблуках суттєво не змінювався, це можна пояснити незначною кількістю вітаміну С у плодах (1,0–1,5 мг/100 г).

Варто зазначити, що трикратне позакореневе застосування Атоніку Плюс у насадженнях сорту Мавка сповільнило втрачання аскорбінової кислоти яблуками протягом зберігання у звичайному охолодженому середовищі, вміст у плодах знизився на 1,3 мг/100 г, це становило –28 % до її початкової кількості, тоді як у контролі з використанням H₂O даний показник зменшився на 2,4 мг/100 г (–53 % до даних, отриманих на початку зберігання).

У сорту Шафран краснокутський органолептичні показники плодів, а саме інтенсивність забарвлення, смак та консистенція м'якоті, помітно вирізнялись у варіанті з обприскуванням яблук Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі, а також Вапор Гардом – при першій хвилі (табл. 4.3). Результати дегустації засвідчили, що плоди, оброблені антитранспірантом при першій хвилі опадання зав'язі, характеризувалися високими смаковими якостями.

Застосування Атоніку Плюс в насадженнях яблуні сорту Мавка перед другою хвилею опадання зав'язі, а також Вапор Гарду перед збиранням урожаю позитивно позначилось на органолептичних показниках яблук.

Відібрані плоди за інтенсивністю забарвлення були типовими для даного помологічного сорту. Проте залежно від позакореневої обробки біопрепаратами було зауважено деякі відмінності. Всі досліджувані сорти і варіанти позакореневої обробки відповідно до ДСТУ ЭЕК ООН FFV-50 [196] належали до групи С за забарвленням. Проте яблука зимових сортів із позакореневим використанням Вапор

Гарду в усіх дослідних варіантах мали 1/3 загальної площі з червоним розмитим рум'янцем та штрихами червоного кольору, тобто ці плоди належали до вищого сорту за групою забарвлення. У разі позакореневого застосування Атоніку Плюс яблука сортів Шафран краснокутський та Мавка у стані споживчої стиглості мали зелено-жовте забарвлення шкірочки з незначними червоними штрихами і належали до 1-го сорту. Плоди яблуні в контролі належали до 2-го сорту.

Таблиця 4.3

Органолептичні показники плодів яблуні зимових сортів на період настання ними споживчої стиглості, бал (у середньому за 2013–2016 рр.)

| Показники | Варіант позакореневої обробки | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| | К (Н ₂ О) | А I (к ₁) | А II (В ₁) | ВГ III (к ₂) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| Шафран краснокутський | | | | | | |
| Консистенція м'якоті | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 3,1 | 4,0 | 3,6 |
| Інтенсивність забарвлення | 3,7 | 3,7 | 4,1 | 3,3 | 3,9 | 3,7 |
| Смак | 3,7 | 3,8 | 4,2 | 3,6 | 4,0 | 3,3 |
| Загальна дегустаційна оцінка | 3,7 | 3,8 | 4,1 | 3,6 | 3,8 | 3,3 |
| Мавка | | | | | | |
| Консистенція м'якоті | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 3,7 | 3,0 |
| Інтенсивність забарвлення | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 |
| Смак | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 3,8 | 3,0 |
| Загальна дегустаційна оцінка | 3,6 | 3,7 | 4,0 | 4,1 | 3,6 | 3,0 |

Таким чином, використання позакореневої обробки насаджень яблуні зимових сортів сприяло поліпшенню органолептичних показників досліджуваних сортів. Особливо позитивно позначилось застосування Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі. Зауважено також, що позакоренева обробка дерев яблуні зимових сортів Вапор Гардом у всіх дослідних варіантах поліпшувала зовнішній вигляд плодів за рахунок покращення забарвлення шкірочки.

4.4. Пектиновмісність плодів яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами

Пектинові речовини визначають характер структури м'якуша плоду, тривалість їх зберігання в охолодженому середовищі, технологічні якості. У плодах, вирощених в Україні, вміст пектинових речовин варіює за сортами від 0,34 до 1,98 % [75].

За результатами досліджень у сорту Ямба на час настання плодами знімальної стиглості найбільший уміст загальних пектинових речовин (1,36 %) зареєстровано в контрольному варіанті з H₂O (рис. 4.2). Проте більша кількість розчинних пектинів була в контролі з водою та Вапор Гардом, а також у варіанті 1 з Атоніком Плюс – по 0,10 % в усіх варіантах відповідно. Слід зазначити, що позакоренева обробка антитранспірантом при другій хвилі опадання зав'язі позитивно позначилась на кількості протопектину у плодах – їх кількість становила 1,27 %.

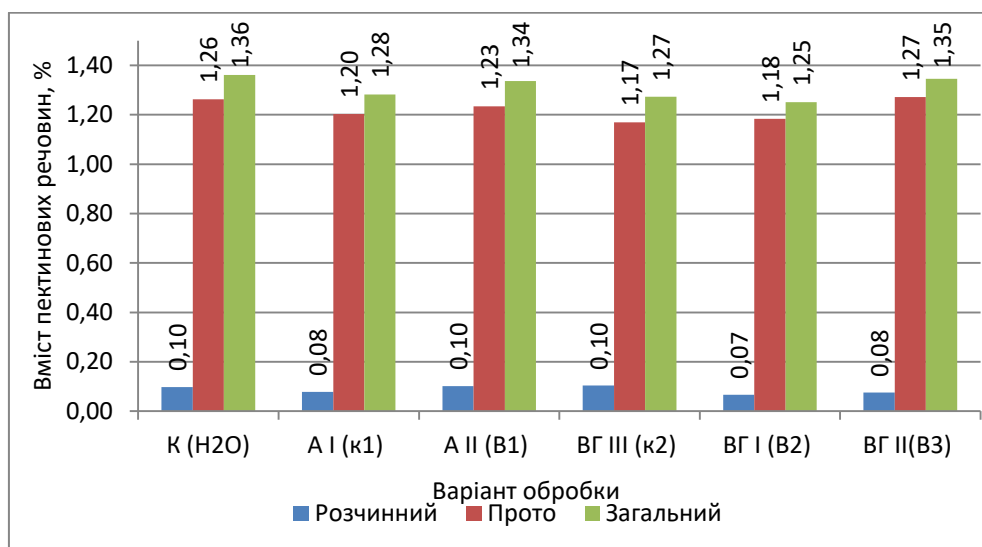


Рис. 4.2. Вміст пектинових речовин у плодах літнього сорту Ямба на період споживчої стиглості залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами (у середньому за 2013–2015 рр.)

У сорту Шафран краснокутський при двократному застосуванні Атоніку Плюс та Вапор Гарду перед збором урожаю у плодах накопичилося більше загальних пектинів порівняно з варіантом, де використовували H₂O (0,81 %), їх кількість становила 0,89 та 0,91 % відповідно (рис. 4.3). Уміст загальних пектинів у яблуках при використанні Атоніку Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі був вищим

за рахунок збільшення кількості розчинного та протопектину (0,12 та 0,78 % відповідно).

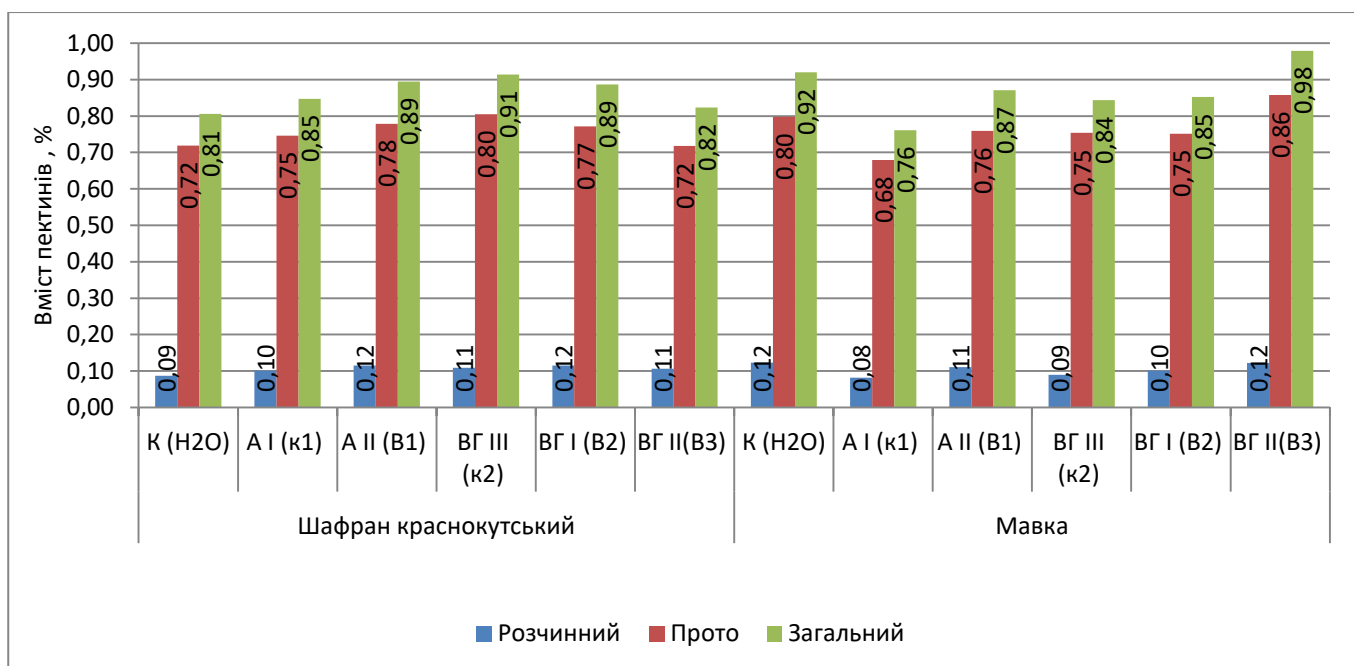


Рис. 4.3. Вміст пектинових речовин у плодах яблуни зимових сортів на період їх знімальної стиглості залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами (у середньому за 2013–2016 рр.)

На період настання яблуками знімальної стиглості у сорту Мавка вміст загальних пектинів у плодах у варіанті з використанням антитранспіранта при другій хвилі опадання зав'язі дорівнював 0,98 %, і це перевищило варіант з H₂O на 0,04 %. Уміст пектинових речовин був вищим за контроль за рахунок протопектину, при цьому вміст розчинних пектинів в обох вищевказаних варіантах був однаковим – по 0,12 % відповідно.

Щодо досліджуваних сортів обох груп досягання також було здійснено аналіз впливу сортових особливостей, погодних чинників та інших факторів, до яких належить позакоренева обробка насаджень на вміст пектинів у плодах. Отже, за результатами двофакторного дисперсійного аналізу можна зробити висновок, що на акумулювання яблуками загальних пектинів на час настання ними знімальної стиглості найбільший вплив мали сортові особливості, при цьому найменший вплив сорту відзначено в контрольному варіанті з використанням H₂O – 64,4 % (рис. 4.4). У варіанті з водою на вміст загальних пектинів у плодах (понад 20 %) суттєво

впливав рік вирощування. Позакоренева обробка фітостимулятором в обох варіантах зменшувала вплив погодних чинників за період вегетації порівняно з варіантом, де використовували Н₂О, при цьому вплив сорту був суттєвішим.

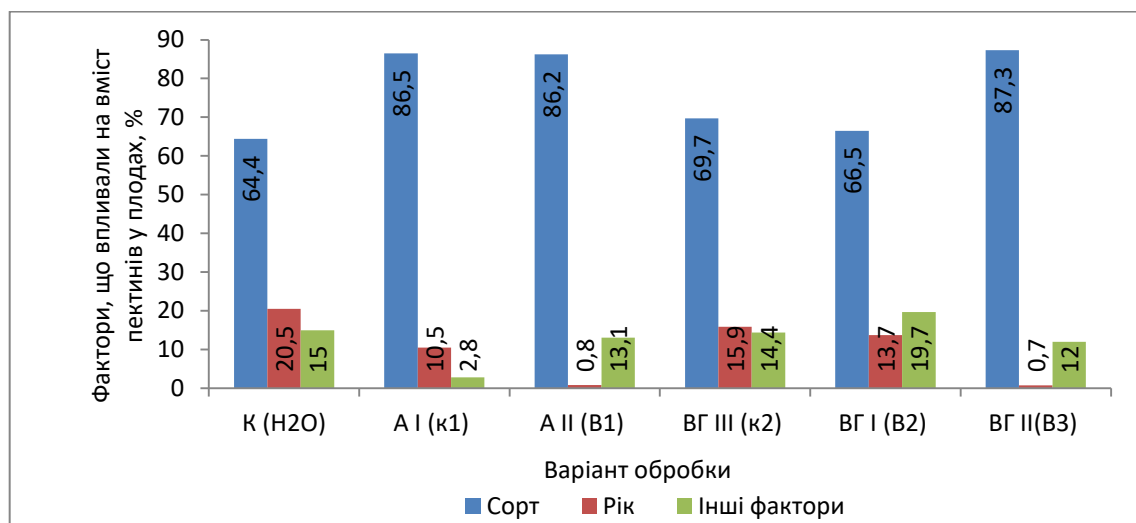


Рис. 4.4. Чинники, що визначали вміст загальних пектинів у плодах яблуні досліджуваних сортів на час настання ними знімальної стиглості

У варіантах із застосуванням Атоніку Плюс та Вапор Гарду при другій хвилі опадання зав'язі відзначено зменшення частки впливу погодних факторів – даний відсоток становив лише 0,8 та 0,7 відповідно.

Одним із показників, котрі характеризують лежкоздатність плодів, є вміст пектинових речовин у них. До того ж важливу роль відіграє протопектин. Здебільшого з підвищенням його частки у складі пектинових речовин підвищується лежкоздатність плодів у процесі зберігання їх в охолоджену середовищі [67, 83, 135, 182].

Разом із зовнішнім виглядом яблук важливим показником товарної якості, на яку споживач звертає особливу увагу, є щільність м'якуша. У стані споживчої стиглості значення цього показника залежно від сорту та умов вирощування мають знаходитись у межах 5–9 кг/см². Під час зберігання плодів у м'якуші відбувається процес мацерації – руйнування міжклітинної речовини внаслідок ферментативного перетворення протопектину в розчинний пектин. Твердість плодів безпосередньо залежить від перебігу цього процесу [49].

Найбільш інтенсивну швидкість зміни кількості протопектину в плодах від початку зберігання до настання ними споживчої стиглості у сорту Мавка відзначено

при позакореневій обробці насаджень яблуні Вапор Гардом у всіх дослідних варіантах. Застосування фітостимулятора в контрольному та дослідному варіанті з ним сприяло менш повільному переходу протопектину в розчинний порівняно з обприскуванням H₂O.

У сорту Шафран краснокутський використання трикратно Атоніку Плюс та Вапор Гарду при першій хвилі опадання зав'язі позитивно позначилось на вмісті протопектину в плодах. Від початку зберігання до настання яблуками споживчої стиглості вміст нерозчинних пектинів став менше на 9,5 та 7,6 % відповідно, тоді як даний показник у контролі з водою був 13 %.

Для того, щоб зрозуміти, наскільки плоди втрачали щільність у процесі зберігання, провели лінію залежності щільності плодів від умісту нерозчинного пектину в плодах яблуні сортів Шафран краснокутський та Мавка (рис. 4.5; 4.6).

Позакоренева обробка насаджень сорту Шафран краснокутський сприяла вповільненню деструктивних змін у клітинній оболонці яблук під час зберігання, про що свідчить вищий вміст протопектину в оброблених плодах порівняно з контролем з H₂O (рис. 4.5).

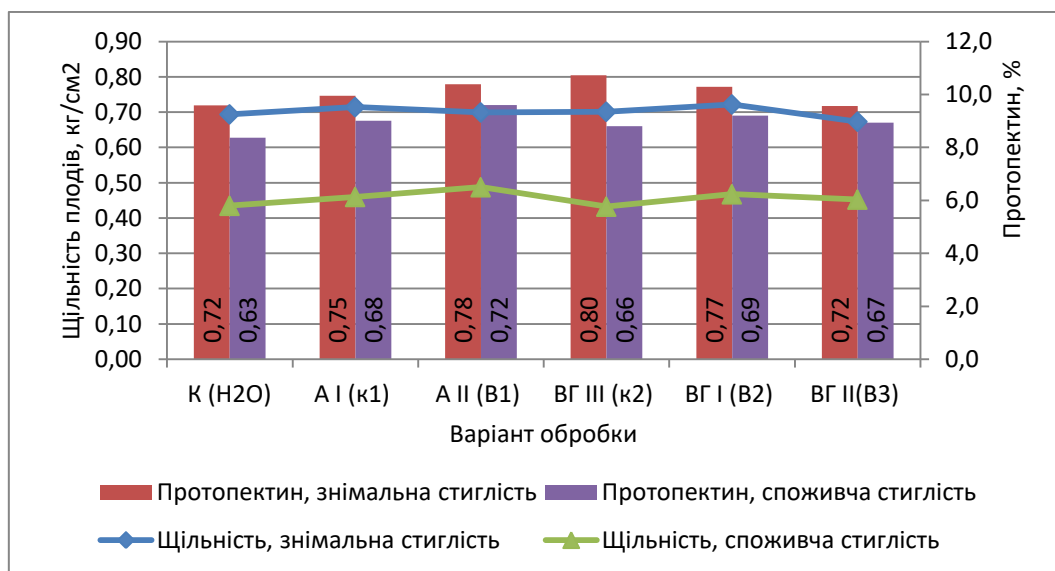


Рис. 4.5. Вплив позакореневої обробки насаджень на щільність м'якуша та вміст протопектину в плодах яблуні сорту Шафран краснокутський (у середньому за 2013–2016 рр.)

На період настання плодами споживчої стиглості використання Атоніку Плюс та Вапор Гарду у варіанті 1 та 2 сприяло повільнішому перетворенню протопектину в розчинний, їх вміст у плодах становив 0,72 та 0,69 % відповідно, це було більше, ніж у контролі з H₂O, на 0,09 та 0,06 %. Саме тому щільність м'якуша на час настання ними споживчої стиглості у варіанті 1 та 2 перевищувала показники контролю на 5–12 %.

На період знімальної стиглості щільність яблук сорту Мавка у контролі з H₂O знаходилася в межах 7,1–11,2 кг/см² залежно від року, вміст протопектину становив 0,57–1,09 %. Найменшу щільність на період знімальної стиглості мали плоди у варіанті з обробкою Вапор Гардом при другій хвилі опадання зав'язі – 8,5 кг/см² (рис. 4.6).

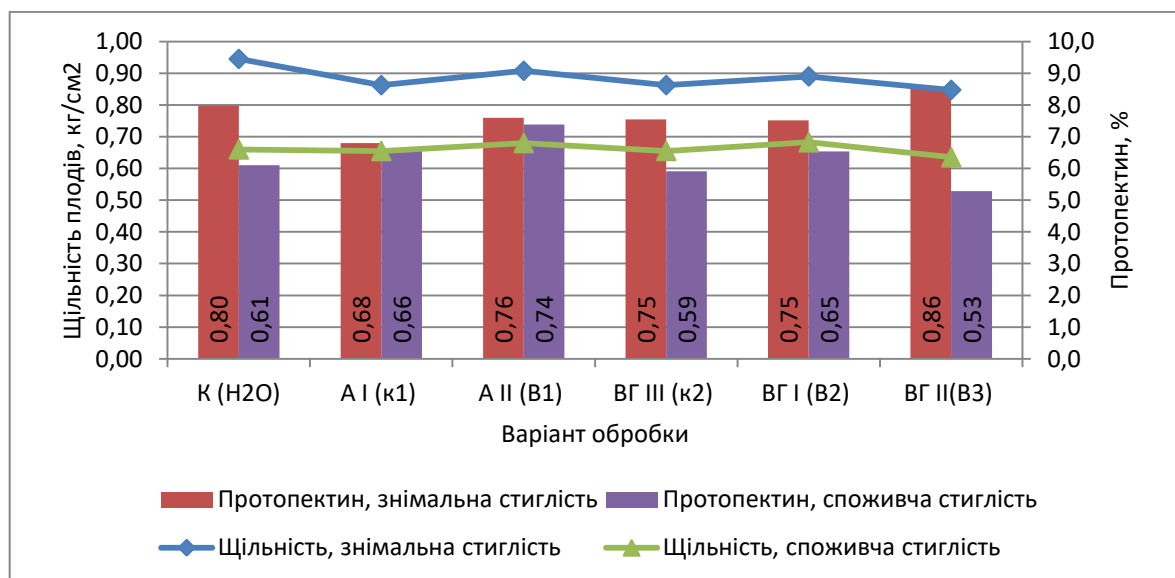


Рис. 4.6. Вплив позакореневої обробки насаджень на щільність м'якуша та вміст протопектину в плодах яблуні сорту Мавка (у середньому за 2013–2016 рр.)

У процесі холодильного зберігання найбільше втратили опір клітини у контрольному та другому варіанті, де застосовували Вапор Гард – 6,6 та 6,4 кг/см², вміст протопектину дорівнював 0,59 та 0,53 % відповідно. Найбільш щільними були яблука у варіанті з обробкою насаджень Атоніком Плюс перед другою та Вапор Гардом при першій хвилі опадання зав'язі – по 6,8 кг/см² в обох варіантах, із вмістом протопектину 0,74 та 0,65 % відповідно. Слід зазначити, що позакоренева

обробка дерев сорту Мавка антитранспірантом сприяла більш активному переходу протопектину в розчинний порівняно з контролем з H_2O .

Позакоренева обробка насаджень у сорту Шафран краснокутський сприяла вповільненню деструктивних змін у клітинній оболонці яблук під час зберігання за рахунок більш повільного переходу протопектину в розчинний, при цьому щільність м'якуша плоду в оброблених варіантів була вищою, ніж у контролі з водою.

У процесі зберігання в охолоджену середовищі у сорту Мавка найменшу щільність мали плоди в контрольному варіанті та другому варіанті з Вапор Гардом 6,6 та 6,4 $кг/см^2$, із вмістом протопектину 0,71 та 0,53 %, найбільшу – у варіанті з обробкою Атоніком Плюс перед другою хвилиною опадання зав'язі та Вапор Гардом – при першій хвилі – по 6,8 $кг/см^2$ в обох варіантах, із вмістом протопектину 0,74 та 0,65 % відповідно. При цьому позакоренева обробка Вапор Гардом насаджень вищевказаного сорту сприяла більш швидкому переходу протопектину в розчинний.

Основні результати розділу наведені в праці [187].

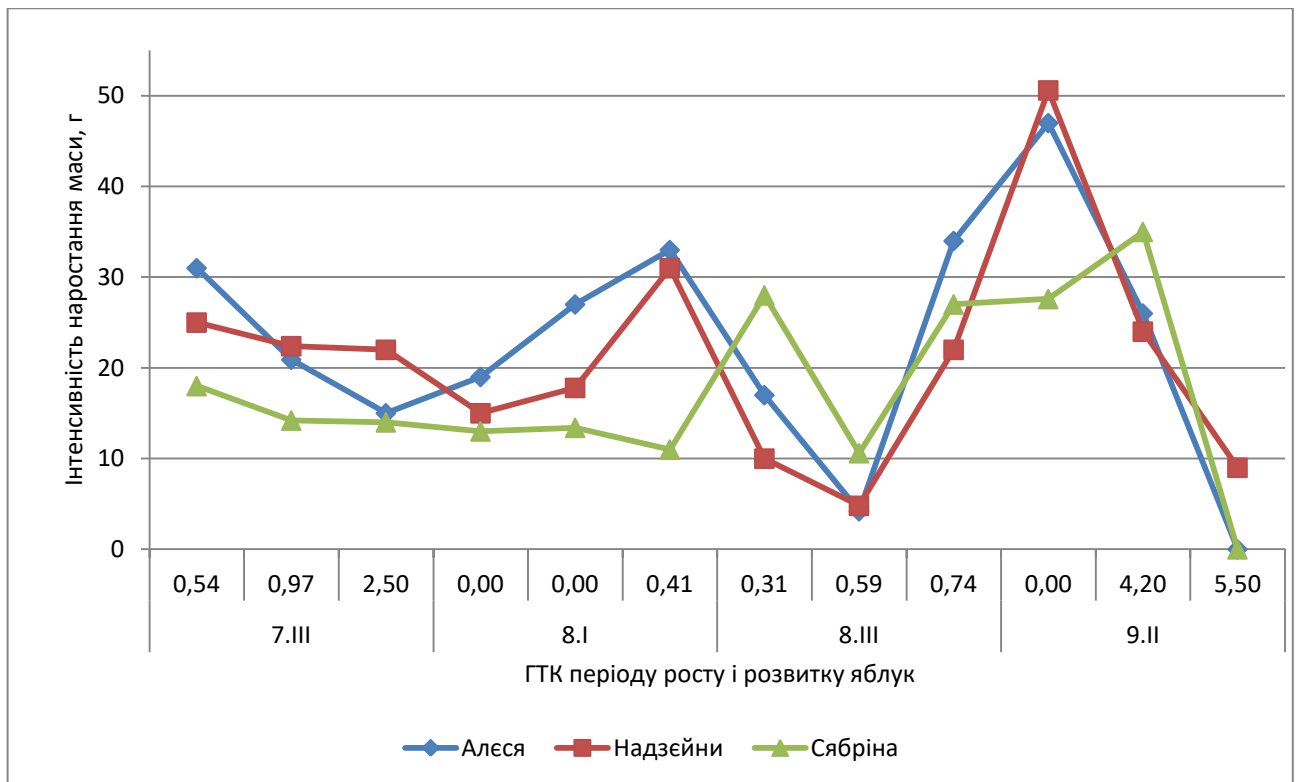
РОЗДІЛ 5. ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯБЛУНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ

5.1. Інтенсивність накопичення маси плодів залежно від погодних умов

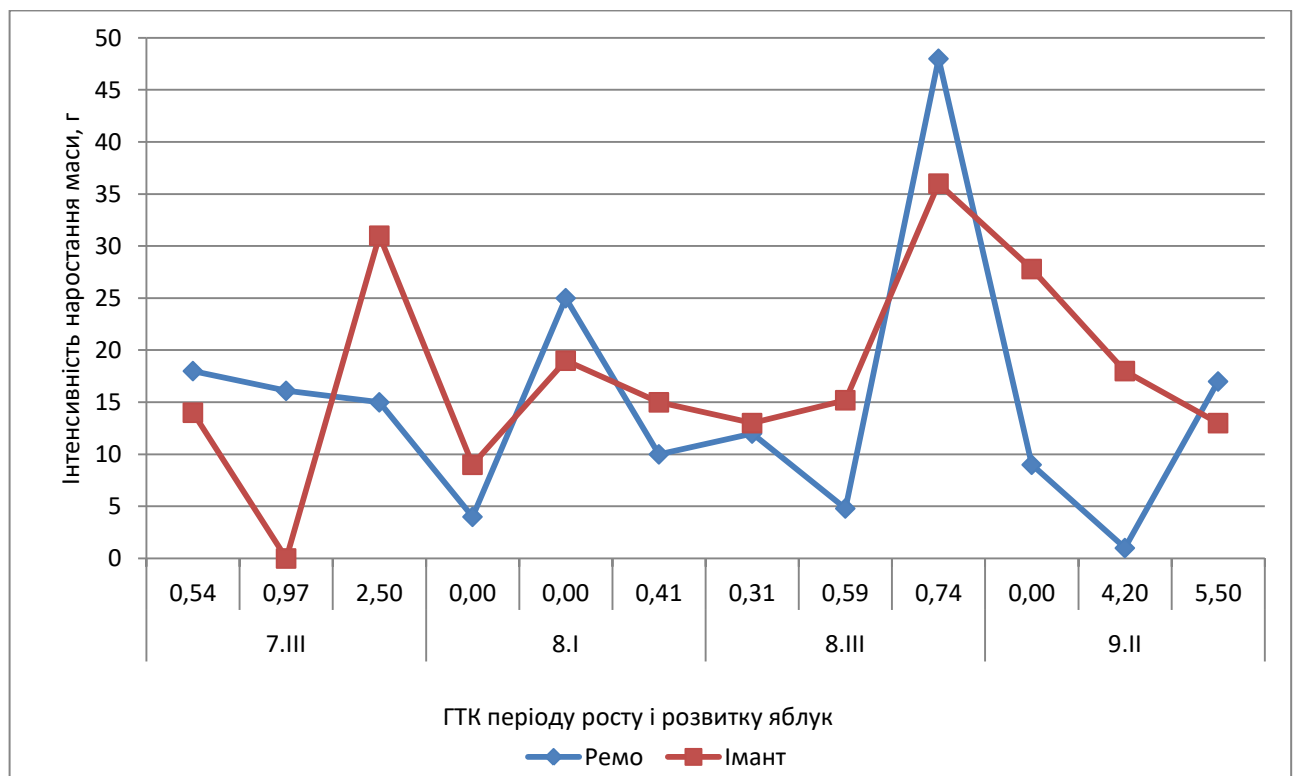
До плодів, які споживають у свіжому вигляді, висувають особливо високі вимоги щодо їх якості. Основний показник товарної якості яблук – їхня маса. Вона є сталою сортовою ознакою, проте може змінюватися під дією різних чинників, в тому числі погодних умов [71, 77, 116, 203]. Існують також протилежні дані, які вказують на те, що погодні умови не можуть позначатися на показниках товарності яблук [46, 175, 246].

Аналіз отриманих даних дав підставу вважати, що плоди досліджуваних сортів за роки спостереження накопичували масу з різною інтенсивністю. Зауважено, що на накопичення маси яблуками впливали не лише біологічні особливості сорту, а й погодні умови. Так, у 2013 році, після другої хвилі опадання зав'язі, маса плодів була найвищою за всі роки спостережень, винятком був сорт Ремо (рис. 5.1). Зазначеного року, коли ГТК від початку вегетації дорівнював 0,87, маса яблук була на 18 г більшою (середнє по досліджуваних сортах), ніж на цей же час у 2014 році (ГТК 1,9), і становила 81 г. У 2016 році з ГТК 1,1 цей показник становив 61 г, що на 20 г менше, ніж у 2013-му.

У кінці липня 2013 року протягом двох тижнів випало 15,8 мм опадів, сума активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ за цей період становила $290,3^{\circ}\text{C}$, а ГТК – 0,54, інтенсивність накопичення маси плодами всіх досліджуваних сортів була вищою, ніж у цей самий період у 2014 році, коли ГТК дорівнював 2,5. Винятком у цей рік був сорт Ремо, істотної різниці нами не помічено. У 2016 році вищезгаданий період характеризувався сумою активних температур понад 10°C – $305,6^{\circ}\text{C}$, кількістю опадів, меншою на 49,9 мм, ніж у 2014 році, та на 13,8 мм більшою, ніж у 2013 році, і ГТК становив 0,97. При цьому маса плодів сортів Ремо, Надзейни та Сябріна істотно не відрізнялася від тієї, яку вони мали в 2014 році, але була меншою, ніж у 2013-му. У сорту Алєся в 2016 році маса плоду була більшою на 12 г, ніж у 2014-му, але меншою, ніж у 2013-му. У яблук Іманта найменшу масу мали плоди, вирощені в 2016 році – на 39 та 30 г менше порівняно з 2013 та 2014 роками відповідно.



a



б

Рис. 5.1. Інтенсивність наростання маси плодів залежно від ГТК періодів їх росту і розвитку (2013, 2014, 2016 рр.): *a* – сорти Аляся, Надзейни, Сябіра; *б* – Ремо та Імант

Факт позитивного впливу тепла й вологи на інтенсивність накопичення маси яблук був зафіксований на третю декаду серпня 2014 року, коли сума активних температур понад 10°C за два тижні була вищою на $161,8^{\circ}\text{C}$, ніж у попередньому. За таких умов плоди нагромаджували більшу масу, зокрема в сорту Алєся прибавка за два тижні становила 34 г (у попередньому році 17 г), у Надзєйни – відповідно 22 і 10 г, в Іманта – 36 і 13 г, у Ремо – 48 і 12 г. Істотної різниці у Сябрини не спостерігали, середня прибавка у масі за два роки дорівнювала 27 г. За вищезгаданий період у 2016 році із сумою активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ на рівні $451,6^{\circ}\text{C}$ інтенсивність накопичення плодами маси у сорту Алєся, Надзєйни та Ремо була несуттєвою.

На час настання знімальної стиглості у 2013 році, коли ГТК за два тижні становив 5,5, маса плодів була вищою, аніж у 2014-му, із ГТК за відповідний період – 0,42 і становила: у сорту Алєся та Імант – на 13 г більше в обох, Надзєйни – на 9, Сябрини – на 12 г відповідно. Зворотна тенденція помічена в сорту Ремо – маса його плодів була на 12 г більшою у 2014 році. У 2016 році сума активних температур понад 10°C за два тижні дорівнювала $167,8^{\circ}\text{C}$, опади були відсутні. За таких умов у сортів Алєся, Імант та Сябрини було зарєєстровано найбільшу інтенсивність накопичення маси перед збором урожаю. Це можна пояснити пролонгованою дією опадів, сума яких за два тижні до збору врожаю (на період третьої декади серпня) становила 26,8 мм.

Середню мінливість маси плоду мали всі досліджувані сорти. Винятком був сорт Ремо – варіювання даного показника протягом росту і розвитку яблук було слабким (табл. 5.1), крім зміни маси у третій декаді серпня, коли коефіцієнт варіації становив 15 %. Найменші зміни у масі яблук зафіксовано на час настання знімальної стиглості в сорту Алєся ($V=5\%$), Надзєйни ($V=3\%$) та Ремо ($V=8\%$), що вказує на стабільність накопичення плодами маси та є доброю сортовою ознакою, що може бути цінним для селекціонерів.

Методом кореляційного та регресійного аналізу було підтверджено, що маса плодів яблуні досліджуваних сортів залежала від погодних чинників, таких як сума активних температур понад 10°C та кількість опадів від початку вегетації та збору врожаю. Зокрема коефіцієнти кореляції між масою плоду на період знімальної

стиглості, сумою активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ та опадами були високими, для сорту Алеся – 0,811 та 0,762 відповідно. Для Надзейни даний коефіцієнт від САТ $\geq 10^{\circ}\text{C}$ $r=0,718$ був високим, для Ремо залежав від суми опадів $r=0,973$. Обернено середній вплив суми активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ та опадів відзначено у сорту Сябіна, в якого даний коефіцієнт становив 0,573.

Таблиця 5.1

**Маса плодів яблуні в різні періоди їх росту і розвитку, г
(2013, 2014, 2016 рр.)**

| Сорти | Рік досліджень | Період проведення досліджень | | | | |
|----------|---------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 7. II | 7. III | 8. II | 8. III | 9. II |
| Алеся | 2013 | 81 | 112 | 145 | 162 | 162 |
| | 2014 | 54 | 69 | 88 | 122 | 148 |
| | 2016 | 60 | 81 | 108 | 112 | 159 |
| | середнє | 65 | 87 | 114 | 132 | 156 |
| | коефіцієнт варіації, V, % | 22 | 25 | 25 | 20 | 5 |
| Надзейни | 2013 | 94 | 119 | 150 | 160 | 169 |
| | 2014 | 77 | 99 | 114 | 136 | 160 |
| | 2016 | 71 | 94 | 111 | 116 | 167 |
| | середнє | 81 | 104 | 125 | 137 | 165 |
| | коефіцієнт варіації, V, % | 15 | 13 | 17 | 16 | 3 |
| Імант | 2013 | 101 | 115 | 130 | 143 | 156 |
| | 2014 | 75 | 106 | 115 | 151 | 169 |
| | 2016 | 76 | 76 | 95 | 110 | 138 |
| | середнє | 84 | 99 | 113 | 135 | 154 |
| | коефіцієнт варіації, V, % | 18 | 21 | 16 | 16 | 10 |
| Сябіна | 2013 | 76 | 94 | 105 | 133 | 133 |
| | 2014 | 56 | 70 | 83 | 110 | 145 |
| | 2016 | 49 | 63 | 77 | 87 | 115 |
| | середнє | 60 | 76 | 88 | 110 | 131 |
| | коефіцієнт варіації, V, % | 23 | 21 | 17 | 21 | 12 |
| Ремо | 2013 | 54 | 72 | 82 | 94 | 111 |
| | 2014 | 55 | 70 | 74 | 122 | 123 |
| | 2016 | 51 | 67 | 91 | 96 | 105 |
| | середнє | 53 | 70 | 82 | 104 | 113 |
| | коефіцієнт варіації, V, % | 4 | 4 | 10 | 15 | 8 |

Одержані дані свідчать про те, що маса плоду може інтенсивно накопичуватися лише тоді, коли є достатня та рівноміра кількість тепла й вологи впродовж періоду росту і розвитку плодів.

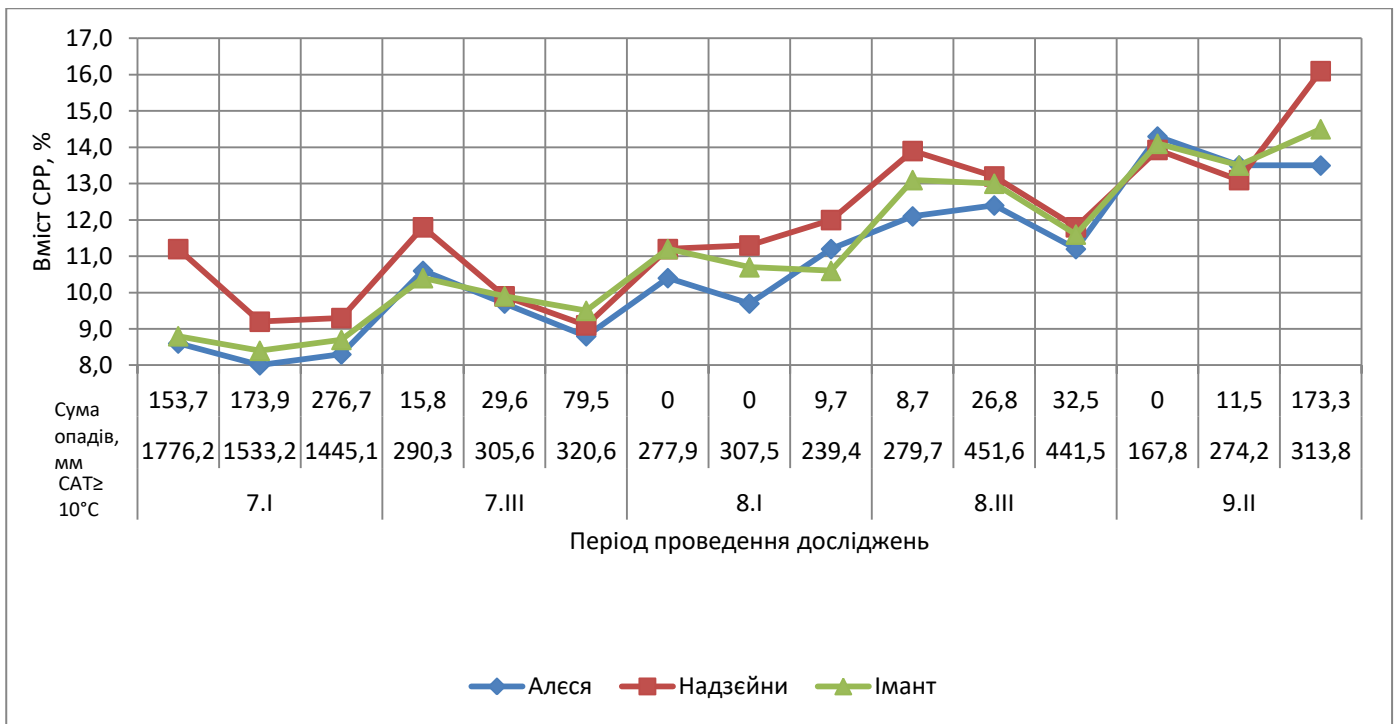
5.2. Вплив погодних умов на вміст сухих розчинних речовин та цукрів у період росту, розвитку та зберігання яблук

Сухі розчинні речовини. Е. П. Франчук відзначала, що споживчі якості плодів і ягід значною мірою зумовлюються вмістом у них сухих розчинних речовин [170]. Накопичення та збереження основних біохімічних показників протягом росту і дозрівання яблук, у тому числі СРР і цукрів, обумовлено рядом чинників, таких як сортові особливості, погодні умови тощо, а також взаємодією декількох з них. При цьому реакція сорту може бути доволі різною [64, 189].

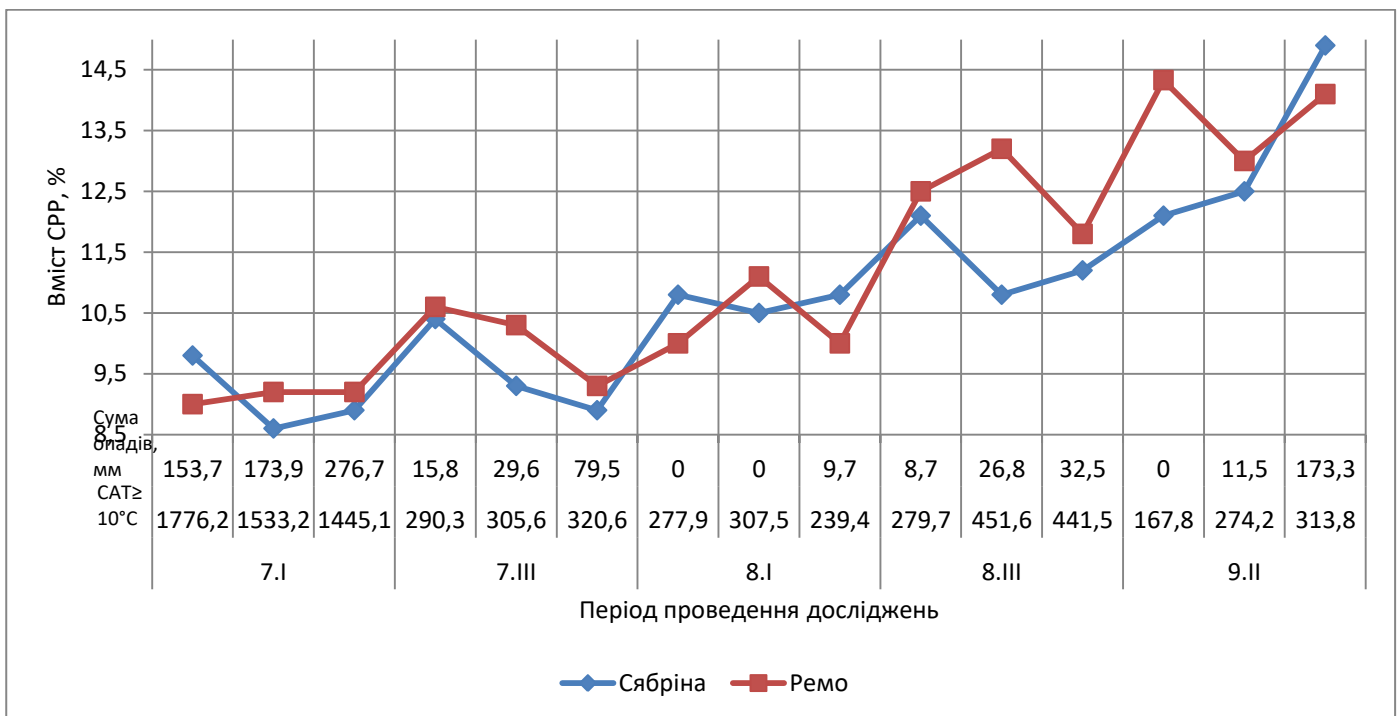
Тепліші весна та переважна частина літа у 2013 році (сума активних температур понад 10 °С становила 1776,2 °С від початку вегетації до кінця першої декади липня) порівняно з 2014 та 2016 роками сприяли більшому накопиченню сухих розчинних речовин плодами сортів Алєся, Надзейни та Сябрїна, коли їх кількість дорівнювала 8,6; 11,2 і 9,8 % відповідно (рис.5.2, а,б). Уміст СРР у 2014 та 2016 роках у сорту Алєся був на 0,3 та 0,6 % меншим, у Надзейни – на 1,9 та 2,0 %, у Сябрїни – на 0,9 та 1,2 % відповідно. Плоди сорту Імант більше СРР накопичили у 2013 році, істотної різниці вмісту цих речовин з кількістю їх у 2014-му не зареєстровано. Вміст СРР у плодах, вирощених 2016 року, із сумою активних температур понад 10 °С від початку вегетації до кінця першої декади липня на рівні 1533,2 °С, був на 0,4 % меншим порівняно з цим показником у 2013-му. У яблуках сорту Ремо за вказаний період істотної різниці не спостерігали.

ГТК у 2013 році за період першої – третьої декади липня становив 0,54, у 2014-му – 2,5, у 2016-му – 0,97. За таких умов вміст СРР різнився на 1,7 та 1,0 %, зокрема, більше їх нагромадилось у 2013 році – 10,8 % (у середньому по досліджуваних сортах), найменше – у 2014-му (9,1 %).

У першій декаді серпня 2013 року динаміка накопичення яблуками сорту Алєся та Надзейни вказаних речовин при сумі активних температур ≥ 10 °С протягом двох тижнів, яка становила 239,4 °С, була нижчою, ніж у наступних роках, коли цей показник дорівнював 277,9 і 307,5 °С відповідно. Це і вплинуло на інтенсивність синтезу плодами СРР.



a



б

Рис. 5.2. Динаміка накопичення сухих розчинних речовин плодами яблуні залежно від погодних чинників періоду їх росту і розвитку (2013, 2014 та 2016 рр.): *a* – сорти Алеся, Надзейни, Імант; *б* – Сябіна, Ремо

Вміст СРР у яблуках сорту Сябріна та Ремо у 2013 та 2014 роках не різнився. Кращим роком для сорту Ремо був 2016-й – плоди містили 11,1 % СРР.

Тепла погода в період росту й розвитку плодів у 2013 році (сума активних температур понад 10 °С – 2899,4 °С та кількість опадів 360,8 мм) сприяли інтенсивнішому накопиченню сухих розчинних речовин, тоді як надмірне зволоження в 2014 році (80,8 мм опадів понад середню багаторічну норму) негативно вплинуло на їх акумуляцію. Плоди сорту Надзейни, Імант та Сябріна найбільше СРР містили в 2013 році – 14,9 % (у середньому по сортах), найменше – у 2014-му – 13,0 %. Сума активних температур понад 10 °С від початку вегетації до збирання яблук – 2765,7 °С та 237,2 мм опадів у 2016 році сприяли накопиченню СРР плодами сорту Ремо, коли їх уміст дорівнював 15,1 %, тоді як у 2013 та 2014 роках він був меншим на 1,0 та 2,1 % відповідно. Для сорту Алєся також кращим був 2016 рік – яблука містили 14,3 % СРР, їх уміст на період знімальної стиглості у 2013 та 2014 роках не різнився і становив 13,5 %.

Слабку мінливість вмісту СРР у плодах яблуні на час настання ними знімальної стиглості мали сорти Алєся, Імант та Сябріна, про що свідчить коефіцієнт варіації на рівні 3–5 % (табл.5.2) – уміст СРР у плодах яблуні вищеназваних сортів сорту був стабільним. У сортів Надзейни та Сябріна мінливість даної ознаки була середньою (V=11 та 12 % відповідно).

Таблиця 5.2

Вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуні у стадії знімальної стиглості, %(2013, 2014 та 2016 рр.)

| Сорти | Вміст СРР, % | | | Коеф.варіації, V, % |
|----------|--------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|
| | середній | коливання за роками | відхилення від середнього | |
| Алєся | 13,8 | 13,5–14,3 | 0,3–0,5 | 3 |
| Надзейни | 14,4 | 13,1–16,1 | 0,4–1,7 | 11 |
| Імант | 14,0 | 13,5–14,5 | 0,1–0,5 | 4 |
| Сябріна | 13,2 | 12,1–14,9 | 0,7–1,7 | 12 |
| Ремо | 13,8 | 13,0–14,3 | 0,3–0,8 | 5 |

Відомо, що при довготривалому зберіганні яблук відбуваються біохімічні зміни у плодах за рахунок трансформації органічних речовин. При цьому дані зміни залежать від погодних умов, сортових особливостей та інших факторів [63,67, 162, 227, 229].

Вміст сухих розчинних речовин у плодах протягом їх зберігання в охолоджену середовищі спочатку збільшувався, а від так поступово зменшувався. Відзначено, що таке зростання вмісту СРР у плодах яблуні сортів Алеся та Імант відбувається до кінця листопада – кінця січня (рис. 5.3).

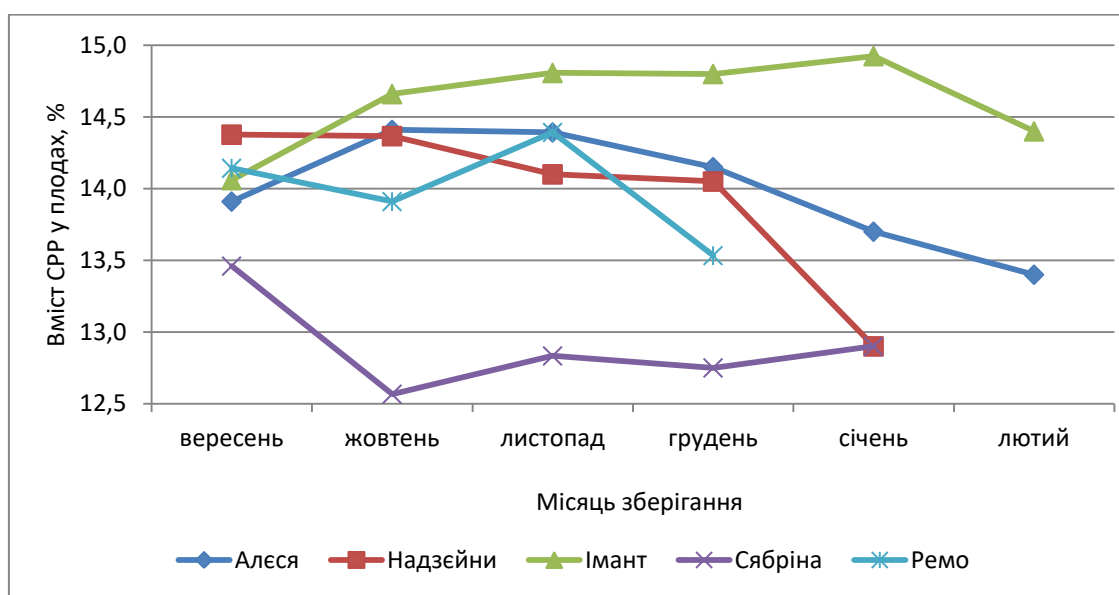


Рис. 5.3. Динаміка вмісту СРР у плодах яблуні протягом їх зберігання в охолоджену середовищі (у середньому за 2013–2016 рр.)

При цьому інтенсивність трансформації у сортів Ремо та Сябіна протилежні: протягом першого місяця кількість СРР у плодах яблуні суттєво зменшувалася (на 0,2 % у Ремо та на 0,9 % у Сябрині порівняно з кількістю даних сполук у вересні), а потім у листопаді збільшувалась і поступово йшла на спад. Зафіксовано, що протягом зберігання в охолоджену середовищі вміст у плодах вищевказаних речовин у сорту Надзейни зменшувався, на період настання яблуками споживчої стиглості вміст СРР у яблуках був 12,9 %, це на 1,5 % менше, ніж при закладанні на зберігання.

У плодах яблуні сортів Надзейни та Сябіна, які в 2013 році на початок зберігання містили найбільшу кількість сухих розчинних речовин, зокрема 16,1 та

14,9 % відповідно, а також у сорту Ремо у 2015 році (вміст СРР у плодах становив 15,1 %) на період настання яблуками споживчої стиглості вміст вищевказаних речовин також був найвищим порівняно з іншими роками спостережень.

Настання плодами споживчої стиглості супроводжувалося збільшенням умісту СРР у плодах яблуні досліджуваних сортів, за винятком сорту Сябріна (рис.5.4).

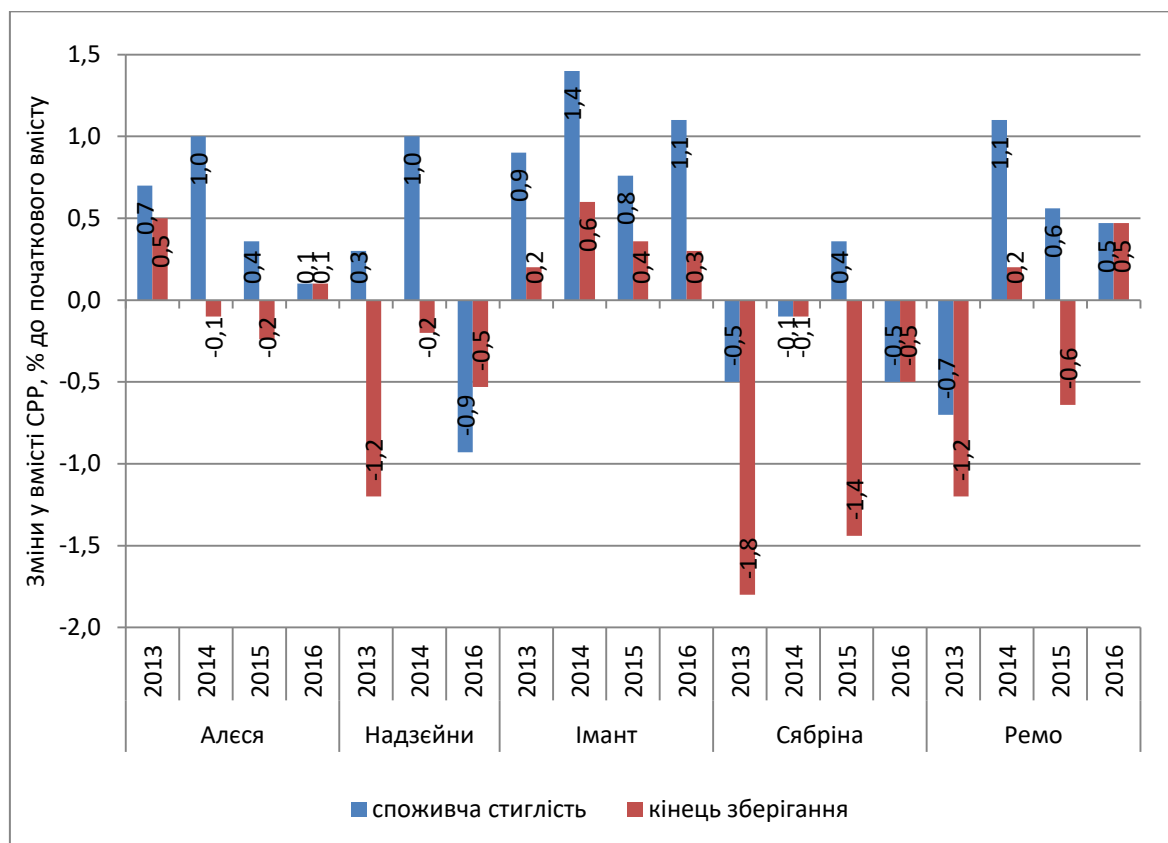


Рис. 5.4. Зміни вмісту СРР у плодах яблуні протягом зберігання (урожай 2013–2016 рр.)

Найбільше збільшення СРР у плодах яблуні сортів Алеся, Надзейни та Імант на час настання ними споживчої стиглості зареєстровано у 2014 році, коли сума опадів за період від початку вегетації до збору урожаю становила 399,8 мм і перевищила багаторічну норму на 80,8 мм. Доведено існування тісної кореляційної залежності між інтенсивністю зміни СРР у плодах на час споживчої стиглості та сумою опадів за період досліджень: відповідний коефіцієнт для сорту Алеся $r=0,738$, Надзейни $r=0,990$, Іманта $r=0,708$. Інтенсивність трансформації СРР у плодах протягом дозрівання яблук сорту Сябріна ($r=-0,814$) та Ремо ($r=-0,773$) обернено залежить від суми активних температур понад $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за період від початку вегетації до збору врожаю.

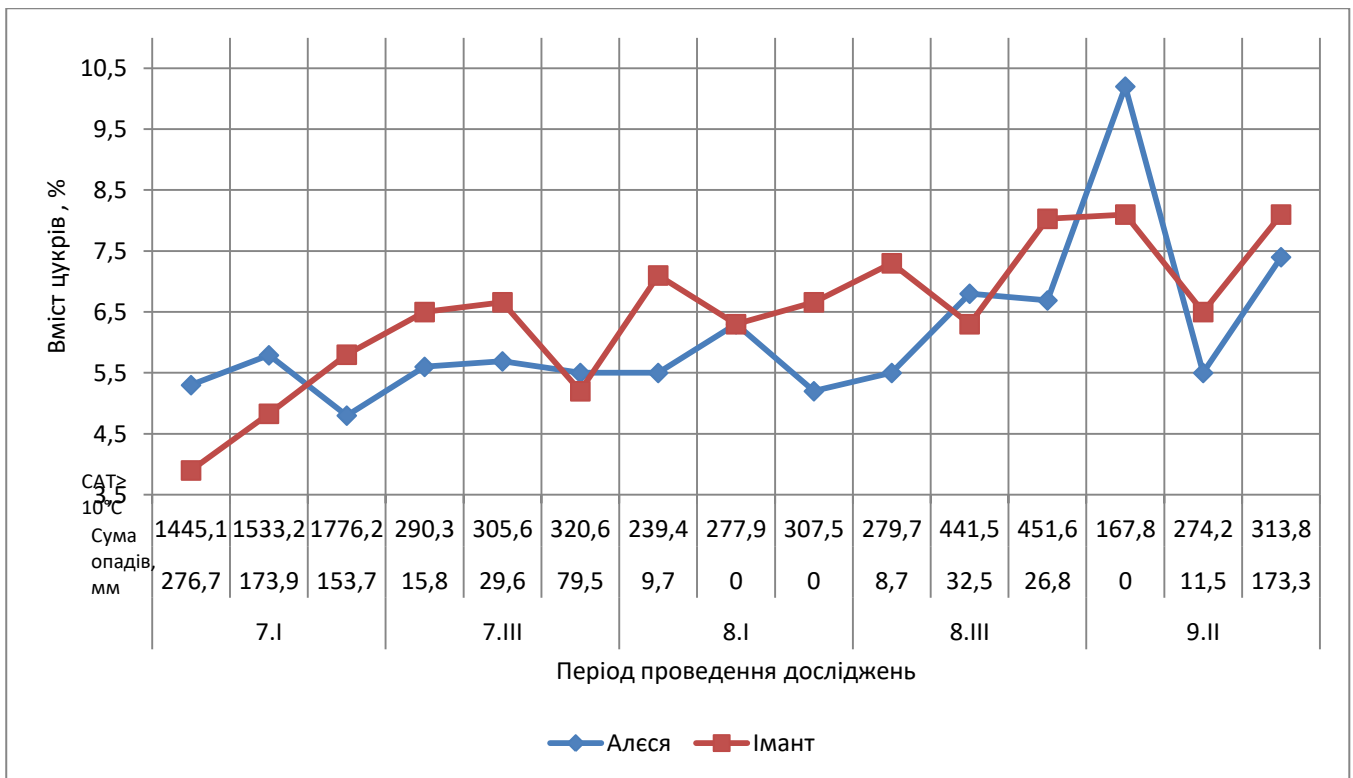
На час виведення плодів зі зберігання вміст СРР у плодах яблуні досліджуваних сортів зменшувався. Найбільші втрати СРР у сортів Надзейни, Сябрини та Ремо відзначено в 2013 році, коли сума активних температур ≥ 10 °C перевищила середнє багаторічне значення на 238,9 °C і становила 2899,4 °C.

Цукри. Вміст цукрів у плодах яблуні становить 70–75 % від загального вмісту сухих розчинних речовин у плодах [75, 77]. Цукри є одним із визначальних складових формування смаку яблук, який так само, як і СРР, змінюється під впливом низки факторів.

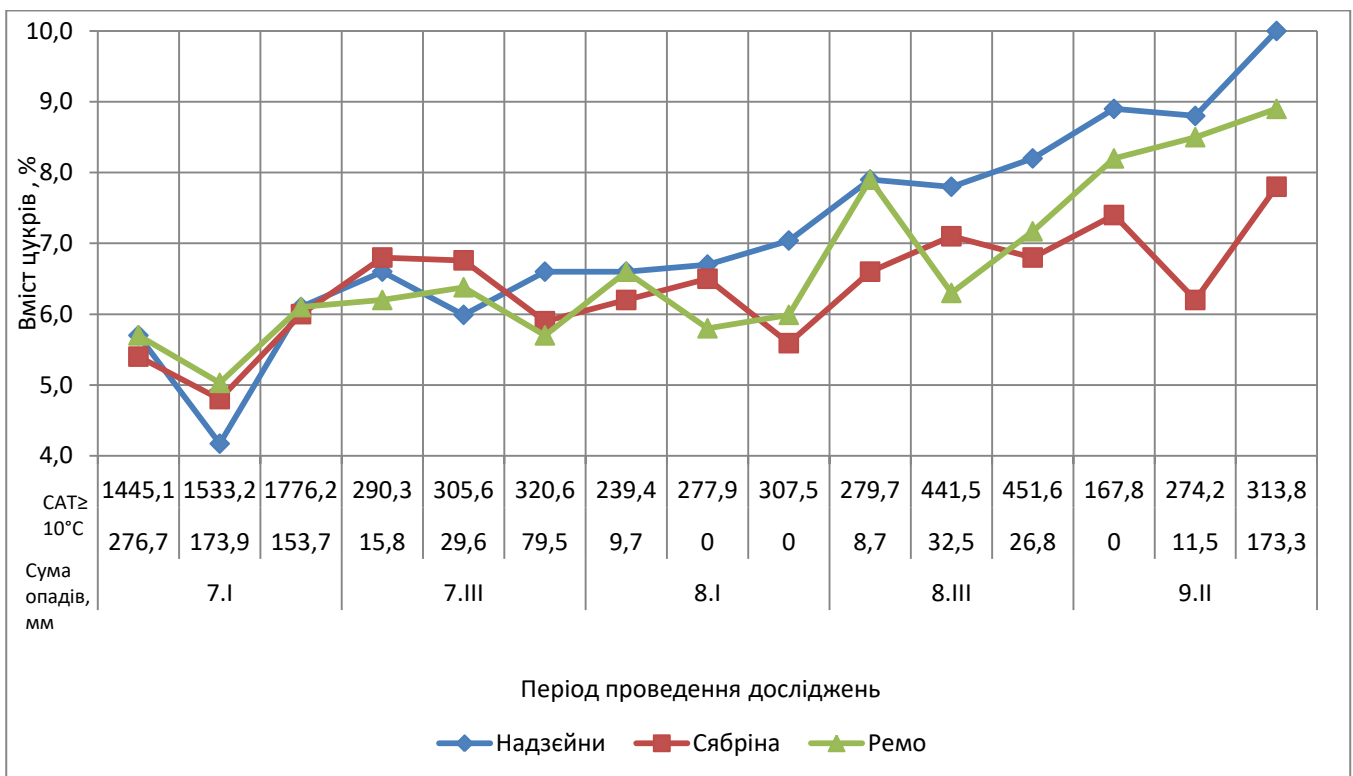
Дослідження динаміки накопичення цукрів плодами яблуні засвідчило, що коливання весняних температур ≥ 10 °C вплинуло на акумулювання даних речовин уже на початку їх росту. Яблука сортів, які вивчалися, в першу декаду липня 2013 року при сумі активних температур понад 10 °C від початку вегетації – 1776,2 °C містили більше цукрів (4,8–6,1 %) порівняно з 2014 роком (3,9–5,7 %, сума температур нижча на 331,1 °C) та 2016-м (4,2–5,8 %, сума вищезгаданих температур нижча на 243 °C) (рис. 5.5, а, б).

На кінець липня відзначено різницю у зростанні загального вмісту цукрів за роками досліджень залежно від зволоженості території (ГТК). Так, плоди Іманту і Сябрини нагромадили 6,5 і 6,8 % цих речовин відповідно у 2013 році (ГТК 0,54) та майже таку ж кількість у 2016-му (ГТК 0,97), тоді як у той же період 2014 року при ГТК 2,5 – 5,2 і 5,9 %. Таку ж тенденцію спостерігали і в сорту Ремо, майже однакова кількість даних речовин у 2013 та 2016 роках – 6,2 та 6,4 % відповідно, найменша – у 2014 році – 5,7 %. В яблуках сорту Алєся їх уміст був однаковий (5,5-5,7 %), у Надзейни у 2013 та 2014 роках – 6,6 % цукрів, тоді як у 2016-му – на 0,6 % менше.

Незначна кількість опадів у серпні 2013 року (18,4 мм) сприяла більшому накопиченню цукрів плодами Іманта і Ремо порівняно з наступними роками. Сума опадів у 2013 році тоді була меншою на 14,1 та 8,4 мм, ніж у два інші роки спостережень відповідно. Протилежну закономірність спостерігали у сорту Алєся, яблука якого нагромадили найменшу кількість цукрів у 2013 році – 5,5, найбільшу у 2014-му – 6,6 %. Даний показник у плодів Надзейни не різнився в 2013 та 2014 роках і становив 7,3 %, тоді як у 2016-му був на 0,3 % більше.



a



б

Рис. 5.5. Динаміка накопичення цукрів досліджуваними сортами залежно від погодних чинників періоду їх росту і розвитку (2013, 2014 та 2016 рр.): *a* – сорти Алеся, Імант; *б* – Надзейни, Сябіра, Ремо

Найменшу кількість цукрів (6,2 %) містили плоди Сябріни в 2016 році, коли сума опадів даного періоду становила 26,8 мм. У 2013 та 2014 роках їх кількість була на 0,2 та 0,6 % більшою.

На час настання знімальної стиглості в 2013 році вміст цукрів коливався від 7,4 до 10,0 % з сумою активних температур ≥ 10 °С за період росту і розвитку яблук 2899,4 °С, а у 2014-му – відповідно 5,5–8,8 % і 2759,3 °С, у 2016-му – від 7,4–10,2 % та 2765,7 °С.

Отже, оптимальним для акумулювання більшої кількості цукрів у плодах, котрі є основним показником смаку, був теплий і помірно вологий період від початку вегетації до збору врожаю в 2013 році.

Математичний аналіз засвідчив, що найбільша мінливість спостерігалася на початку росту та розвитку плодів для всіх досліджуваних сортів, погодні умови впливали на акумулювання даних речовин. Найбільший коефіцієнт варіації на першу декаду липня було зареєстровано в сортів Надзейни та Імант – 19 та 20 % (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Вміст цукрів у плодах яблуні протягом їх росту і дозрівання, %
(у середньому за 2013, 2014, 2016 рр.)**

| Сорти | Показники | Період проведення досліджень | | | | |
|----------|---------------------|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 7. I | 7. III | 8. I | 8. III | 9. II |
| Алеся | середнє за роками | 5,3±0,5 | 5,6±0,1 | 5,7±0,6 | 6,3±0,7 | 7,7±2,4 |
| | коэф.варіації, V, % | 9 | 2 | 10 | 11 | 31 |
| Надзейни | середнє за роками | 5,3±1,02 | 6,4±0,4 | 6,8±0,2 | 8,0±0,2 | 9,2±0,7 |
| | коэф.варіації, V, % | 19 | 6 | 3 | 3 | 7 |
| Імант | середнє за роками | 4,8±1,0 | 6,1±0,8 | 6,7±0,4 | 7,2±0,9 | 7,6±0,9 |
| | коэф.варіації, V, % | 20 | 13 | 6 | 12 | 12 |
| Сябріна | середнє за роками | 5,4±0,6 | 6,5±0,5 | 6,1±0,5 | 6,8±0,3 | 7,1±0,8 |
| | коэф.варіації, V, % | 11 | 8 | 8 | 4 | 12 |
| Ремо | середнє за роками | 5,6±0,5 | 6,1±0,4 | 6,1±0,4 | 7,1±0,8 | 8,5±0,4 |
| | коэф.варіації, V, % | 10 | 6 | 7 | 11 | 4 |

На період знімальної стиглості середнє значення коефіцієнта варіації мали сорти Імант та Сябріна (V= 12 %). Значущу мінливість відзначено в сорту Алеся (V= 31 %). Лабільність умісту цукрів у яблуках сортів Надзейни та Ремо на час

настання плодами знімальної стиглості була незначною ($V=7$ та 4% відповідно), що свідчить про стабільний уміст даного показника, а отже, сорти були стійкими щодо вмісту цукрів у них.

Тісний зворотній кореляційний зв'язок між накопиченням загальних цукрів, сумою опадів та ГТК від початку вегетації до збору плодів відзначено в усіх досліджуваних сортах, за винятком Надзейни, де простежувалася пряма залежність із сумою активних температур понад $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Основний енергетичний матеріал, що зазнає окислювального розкладу в процесі зберігання, це вуглеводи та органічні кислоти [43].

У процесі зберігання встановлено також певну закономірність змін щодо вмісту цукрів у плодах протягом їх перебування в охолодженій середовищі. У середньому по сортах зауважено, що протягом дозрівання яблук уміст цукрів у них збільшувався. Це відбувалось в жовтні – листопаді (рис. 5.6). Досягнувши максимуму (листопад – грудень), рівень цукрів поступово починав зменшуватися. Винятком був сорт Імант, у якого плоди містили максимальну кількість цукрів у стадії споживчої стиглості за місяць до виведення плодів зі зберігання, при цьому в 2015 році вміст даних речовин у плодах різко зменшився і становив $7,0\%$ (табл. 5.4).

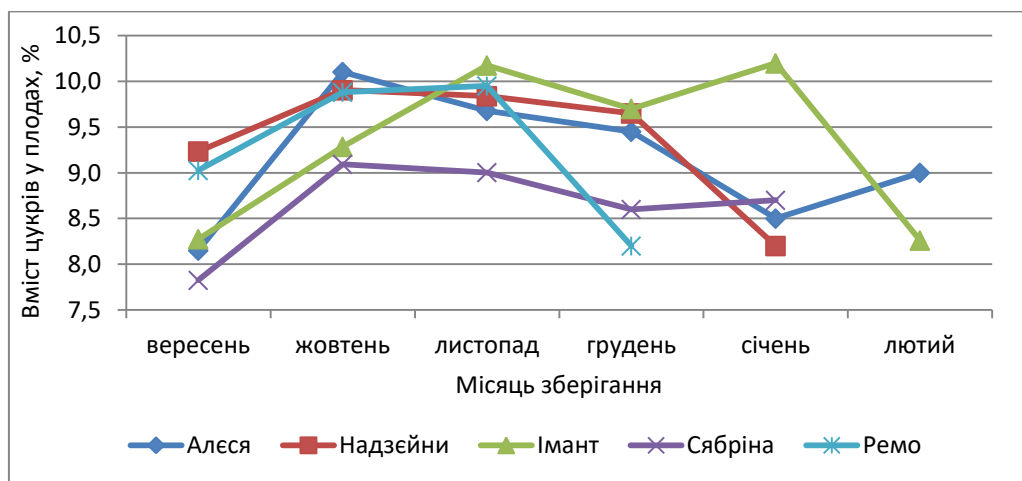


Рис. 5.6. Динаміка вмісту цукрів у плодах яблуні протягом їх зберігання в охолодженій середовищі (у середньому за 2013–2016 рр.)

У плодах сортів Алеся та Надзейни уміст цукрів на час настання яблуками споживчої стиглості коливався від $9,4$ (2016 р.) (табл. 5.4.) до $11,4\%$ (2013 р.) у сорту Алеся та від $9,2$ (2014 р.) до $12,7\%$ (2013 р.) у сорту Надзейни.

Вміст цукрів у плодах яблуні, % (урожай 2013–2016 рр.)

| Сорти | Рік | Стадія стиглості | | Вміст цукрів на кінець зберігання |
|------------------------|------|------------------|----------|-----------------------------------|
| | | знімальна | споживча | |
| Алеся | 2013 | 7,4 | 11,4 | 10,2 |
| | 2014 | 5,5 | 9,7 | 9 |
| | 2015 | 9,5 | 10,5 | 9,7 |
| | 2016 | 10,2 | 9,4 | 9,4 |
| коефіцієнт варіації, % | | 26 | 9 | 5 |
| Надзейни | 2013 | 10,0 | 12,7 | 11,5 |
| | 2014 | 8,8 | 9,2 | 8,2 |
| | 2016 | 8,9 | 9,3 | 9 |
| коефіцієнт варіації, % | | 7 | 19 | 18 |
| Імант | 2013 | 8,1 | 11,1 | 9,6 |
| | 2014 | 6,5 | 10 | 8,8 |
| | 2015 | 10,4 | 10,9 | 6,99 |
| | 2016 | 8,1 | 11,2 | 6,38 |
| коефіцієнт варіації, % | | 19 | 5 | 19 |
| Сябіна | 2013 | 7,8 | 9,6 | 8,9 |
| | 2014 | 6,2 | 8,9 | 8,3 |
| | 2015 | 9,9 | 10,2 | 8,7 |
| | 2016 | 7,4 | 8,8 | 8,8 |
| коефіцієнт варіації, % | | 20 | 7 | 3 |
| Ремо | 2013 | 8,9 | 10,5 | 7,4 |
| | 2014 | 8,5 | 9,8 | 7,9 |
| | 2015 | 10,5 | 10,8 | 9,3 |
| | 2016 | 8,2 | 10,4 | 10,4 |
| коефіцієнт варіації, % | | 11 | 4 | 16 |

У плодах сорту Алеся, вирощених у 2013 та 2014 роках, протягом зберігання вміст цукрів збільшився на 2,8 та 3,5 % відповідно до даного показника на період знімальної стиглості, тоді як у 2016 році, навпаки, за період зберігання він зменшився, це можна пояснити недостатньою кількістю опадів порівняно із середнім багаторічним за липень – вересень. Схожу закономірність зазначено для сортів Імант та Сябіна в 2015 році, коли за період липень – вересень сума опадів становила 61,4 мм, а це на 95,6 мм менше, ніж середнє багаторічне значення.

Лабільність умісту цукрів у плодах яблуні на період настання ними споживчої стиглості для сорту Надзейни була середньою ($V=18\%$). Для інших досліджуваних сортів варіювання даної ознаки у стані споживчої стиглості було слабким ($V=$ від 4

(Ремо) до 9 % (Алеся). На кінець зберігання стабільний уміст цукрів зафіксовано у сортів Алеся ($V=5\%$) та Сябіна ($V=3\%$), середньої стабільності – у Надзейни ($V=18\%$), Іманту ($V=18\%$) та Ремо ($V=16\%$).

Отже, на кінець другої хвилі опадання зав'язі, коли сума активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ у 2013 році від початку вегетації дорівнювала $1776,2^{\circ}\text{C}$, у плодах містилася більша кількість цукрів порівняно з 2014 та 2016 роками. Найбільшу лабільність цукрів у яблуках відзначали на початку їх росту і розвитку для всіх досліджуваних сортів, гомеостатичність даного показника зафіксовано в плодах сортів Надзейни та Ремо на час настання плодами знімальної стиглості ($V=7$ та 4% відповідно).

Зауважено, що при недостатній кількості опадів, порівняно із середнім багаторічним значенням за липень – вересень, у 2016 році у сорту Алеся, а також у 2015 році в сортів Іманта та Сябіна на час настання споживчої стиглості уміст цукрів у плодах зменшувався.

5.3. Вплив погодних чинників у період росту і розвитку яблук на накопичення та збереження ними органічних титрованих кислот

Органічні титровані кислоти містяться в незначній кількості (від $0,02$ до $2,24\%$) у плодах, проте мають вирішальний вплив на їхні смакові якості. Кислотність більше, ніж інші речовини, змінюється під впливом зовнішніх умов і залежить від стадії стиглості яблук [75, 77].

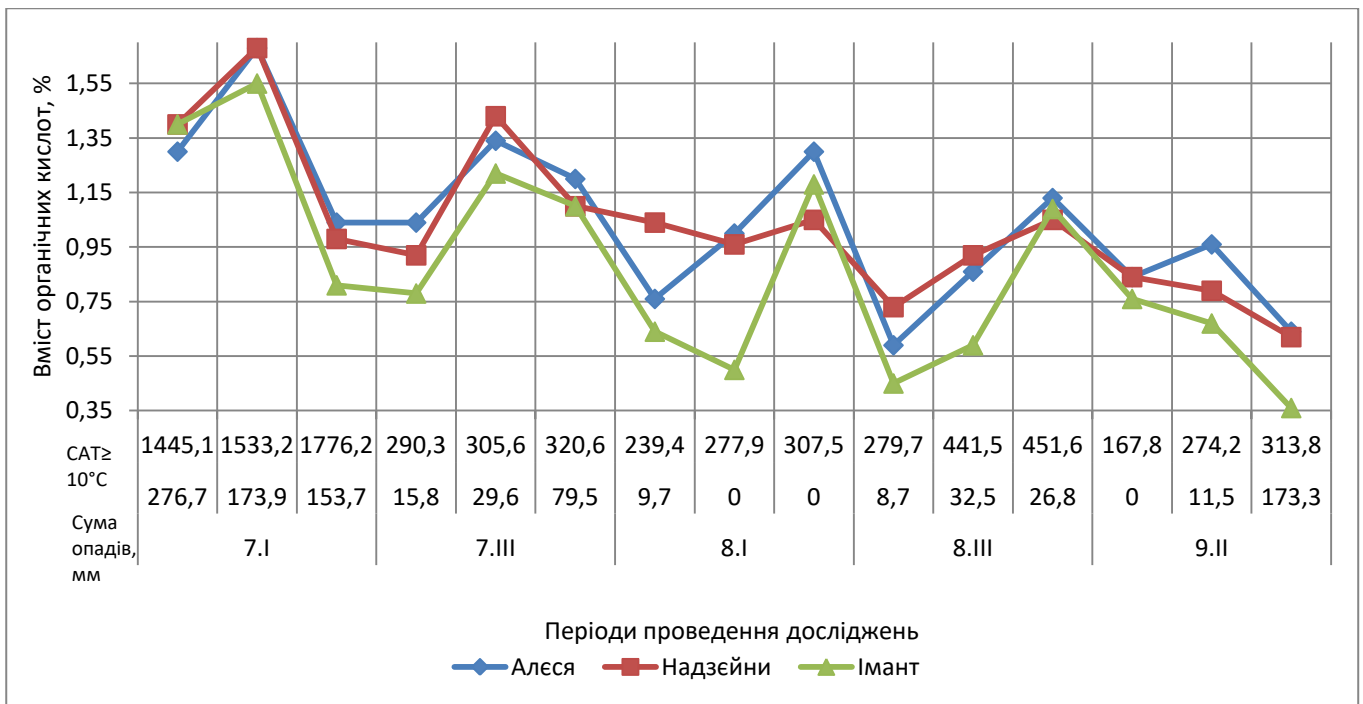
Найбільшу кількість органічних кислот у яблуках зафіксовано на початку їх формування, під час переходу від фази зав'язі до стадії утворення зелених плодів. Найбільшу кількість титрованих кислот, від $1,22$ до $1,68\%$, містили плоди досліджуваних сортів у 2016 році, коли ГТК дорівнював $1,1$ у період від початку вегетації до кінця першої декади липня (рис. 5.7, а, б). Натомість у 2014 році з ГТК $1,9$ плоди, залежно від сорту, накопичували від $1,10$ до $1,40\%$ титрованих кислот, тоді як у попередньому році цей показник знаходився в межах від $0,64$ до $1,04\%$, а ГТК також був меншим і становив $0,87$.

Із ростом плодів зменшувалася кількість органічних кислот, але залежно від погодних умов вона коливалась. У кінці третьої декади липня 2013 року, за два тижні до початку якої випало 15,8 мм опадів, яблука накопичили найменшу кількість титрованих кислот (1,04–0,67 %) відповідного показника 2014 року, в якому сума опадів була в п'ять разів більшою, ніж у попередньому. У 2016 році плоди містили найбільшу кількість титрованих кислот, коли сума опадів становила 29,6 мм, ГТК – на рівні 0,97.

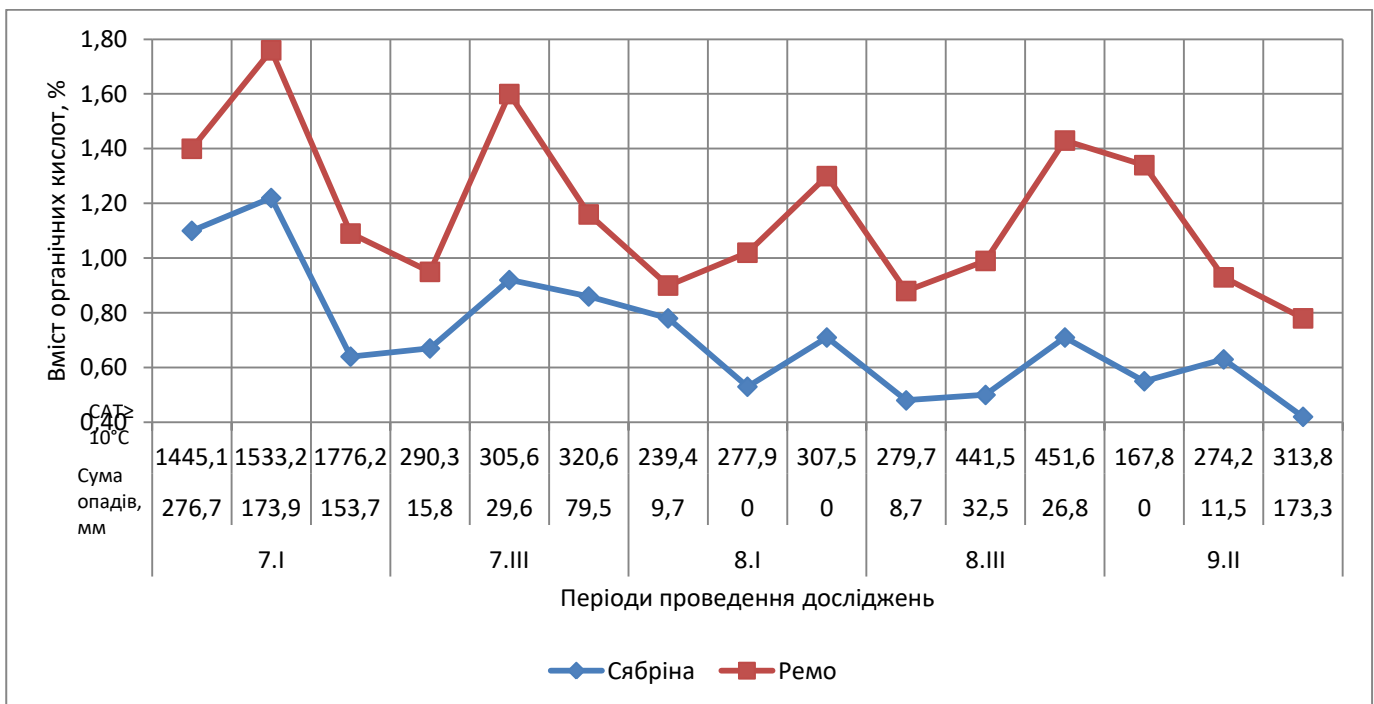
Відзначено вплив суми активних температур понад 10 °С на накопичення органічних кислот у плодах досліджуваних сортів у першій – третій декадах серпня, коли в 2016 році за вказаний період сума даних температур становила 759,1 °С, що відповідно більше на 240 °С та 39,7 °С, ніж у 2013 та 2014 роках. Плоди містили найбільшу їх кількість. Найменше титрованих кислот плоди мали у третій декаді серпня в 2013 році, коли сума вищезгаданих температур була найменшою за три роки спостережень (239,4 °С), вміст коливався від 0,68 до 0,89 %.

Зворотну тенденцію зареєстровано в яблук Сябрини, котрі в 2014 році нагромадили менше органічних кислот (0,52 %), ніж у 2013 та 2016 роках (0,63 та 0,71 % відповідно). У сорту Імант плоди, вирощені в 2013 та 2014 роках, містили однакову кількість титрованих кислот – по 0,55 % відповідно.

Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок, що менша сума активних температур понад 10 °С на другу декаду вересня в 2016 році (167,8 °С) сприяла більшому накопиченню титрованих кислот у яблуках сортів Надзейни, Сябрини, Імант та Ремо порівняно з іншими роками досліджень. Зниження темпу зменшення вмісту титрованих кислот у 2016 році у плодах яблуні можна пояснити мінімальною інтенсивністю надходження тепла перед збором плодів (від попереднього аналізу до другої декади вересня сума активних температур понад 10 °С дорівнювала 167,8 °С, що на 146 та 106,4 °С менше, ніж у 2013 та 2014 роках відповідно). Винятком був сорт Алєся, в якого даний показник у 2014 році був найбільшим за три роки – 0,96 % відповідно.



a



б

Рис. 5.7. Динаміка накопичення органічних титрованих кислот плодами залежно від погодних чинників періоду їх росту і розвитку (2013, 2014, 2016 рр.): *a* – сорти Алеся, Надзейни, Імант; *б* – Сябіна, Ремо

У результаті вміст органічних кислот у яблуках на період настання знімальної стиглості плодів варіював залежно від сорту від 0,64 до 0,36 % у 2013 році, від 0,96 до 0,63 % – у 2014-му та від 1,34 до 0,55 % – у 2016-му.

Протягом росту і розвитку плодів мінливість умісту органічних кислот була середньою, інколи значущою (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Вміст органічних титрованих кислот у плодах яблуні, % (2013, 2014 та 2016 рр.)

| Сорти | Показники | Період проведення досліджень | | | | |
|----------|---------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 7. I | 7. III | 8. I | 8. III | 9. II |
| Алеся | середнє | 1,34 | 1,19 | 1,02 | 0,86 | 0,81 |
| | max-min | 1,68–1,04 | 1,34–1,04 | 1,30–0,76 | 1,13–0,86 | 0,96–0,64 |
| | коєф.варіації, V, % | 24 | 13 | 27 | 31 | 20 |
| Надзейни | середнє | 1,35 | 1,15 | 1,02 | 0,90 | 0,75 |
| | max-min | 1,68–0,98 | 1,43–0,92 | 1,05–0,96 | 1,05–0,73 | 0,84–0,62 |
| | коєф.варіації, V, % | 26 | 22 | 5 | 18 | 15 |
| Імант | середнє | 1,25 | 1,03 | 0,77 | 0,71 | 0,60 |
| | max-min | 1,55–0,81 | 1,22–0,78 | 1,18–0,50 | 1,09–0,45 | 0,76–0,36 |
| | коєф.варіації, V, % | 31 | 22 | 46 | 47 | 35 |
| Сябріна | середнє | 0,99 | 0,82 | 0,67 | 0,56 | 0,53 |
| | max-min | 1,22–0,64 | 0,92–0,67 | 0,78–0,53 | 0,71–0,48 | 0,63–0,42 |
| | коєф.варіації, V, % | 31 | 16 | 19 | 23 | 20 |
| Ремо | середнє | 1,42 | 1,24 | 1,07 | 1,10 | 1,02 |
| | max-min | 1,76–1,09 | 1,60–0,95 | 1,30–0,90 | 1,43–0,88 | 1,34–0,78 |
| | коєф.варіації, V, % | 24 | 27 | 19 | 26 | 29 |

Після другої хвилі опадання зав'язі варіювання ознаки за роками становило від 24 (Алеся та Ремо) до 31 % (Імант і Сябріна). На період настання знімальної стиглості сорти можна розділити по мінливості вмісту органічних кислот залежно від року на ті, що мали середнє значення коефіцієнта варіації від 15 до 20 % (Алеся, Надзейни, Сябріна) та ті, що мали значуще значення коефіцієнта варіації – від 29 (Ремо) до 35 % (Імант).

Кореляційна залежність умісту органічних титрованих кислот показувала наявність оберненого тісного кореляційного зв'язку з сумою активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ та опадів, даний коефіцієнт для сортів Надзейни та Сябріна дорівнював $-0,967$ та $-0,970$, для сортів Алеся та Імант ($-0,843$ і $-0,847$). Середня

кореляція вмісту органічних кислот від вищезгаданих чинників для Сябріни ($r = -0,567$ та $-0,518$).

Вміст органічних титрованих кислот протягом дозрівання яблук в охолоджену середовищі зменшувався за рахунок більш інтенсивного збільшення кількості інших сполук, насамперед цукрів [181]. Органічні титровані кислоти втрачалися швидше, ніж цукри. Це зумовлено тим, що кислоти безпосередньо залучаються до процесів окиснення, тоді як цукри спочатку мають пройти процес фосфорилування [43]. Відповідно до отриманих даних у сортів Алєся, Надзейни та Сябріна найбільший відсоток втрати органічних титрованих кислот протягом зберігання мали яблука в роки з найбільшим умістом даної речовини в плодах: $-0,36\%$ у сорту Алєся у 2014 році, $-0,17\%$ у Надзейни у 2016-му та $-0,21\%$ у Сябріни в 2015-му (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Вміст органічних титрованих кислот у плодах яблуні на початок та кінець зберігання, % (2013–2016 рр.)

| Сорти | Рік | Вміст органічних титрованих кислот, % | | |
|----------|------|---------------------------------------|----------------------|--|
| | | на початок зберігання | на кінець зберігання | % до кількості на початок знімальної стиглості |
| Алєся | 2013 | 0,64 | 0,54 | -0,10 |
| | 2014 | 0,96 | 0,6 | -0,36 |
| | 2015 | 0,9 | 0,7 | -0,20 |
| | 2016 | 0,84 | 0,77 | -0,07 |
| Надзейни | 2013 | 0,62 | 0,51 | -0,11 |
| | 2014 | 0,79 | 0,67 | -0,12 |
| | 2016 | 0,84 | 0,67 | -0,17 |
| Імант | 2013 | 0,36 | 0,22 | -0,14 |
| | 2014 | 0,67 | 0,48 | -0,19 |
| | 2015 | 0,7 | 0,53 | -0,17 |
| | 2016 | 0,76 | 0,67 | -0,09 |
| Сябріна | 2013 | 0,42 | 0,32 | -0,10 |
| | 2014 | 0,63 | 0,48 | -0,15 |
| | 2015 | 0,7 | 0,49 | -0,21 |
| | 2016 | 0,55 | 0,46 | -0,09 |
| Ремо | 2013 | 0,78 | 0,48 | -0,30 |
| | 2014 | 0,93 | 0,78 | -0,15 |
| | 2015 | 1 | 0,94 | -0,06 |
| | 2016 | 1,34 | 1,13 | -0,21 |

У сортів Імант та Ремо протилежна закономірність – найбільш інтенсивний гідроліз титрованих кислот протягом зберігання спостерігався у роки з найменшою їх кількістю – 0,36 та 0,78 % у стадії знімальної стиглості відповідно та 0,22 і 0,48 % – у споживчій, і це було менше на 0,14 та 0,30 % до початкового вмісту.

Встановлено, що залежно від погодних умов уміст органічних титрованих кислот на кінець зберігання в охолодженому середовищі різнився. Найменшу кількість даних речовин містили плоди в 2013 році, найбільшу – в 2016-му. Лабільність органічних титрованих кислот відзначено у плодів сортів Імант та Ремо. Це підтверджував коефіцієнт варіації – $V=40$ та 33% відповідно. У сортів Алєся ($V=16\%$), Надзєйни ($V=15\%$) та Сябрїна ($V=18\%$) варіювання даної ознаки було середнім.

Відомо, що органічні титровані кислоти відіграють важливу роль як складники ЦКІ, проте від інтенсивності розпаду титрованих кислот залежить тривалість зберігання яблук (рис.5.8).

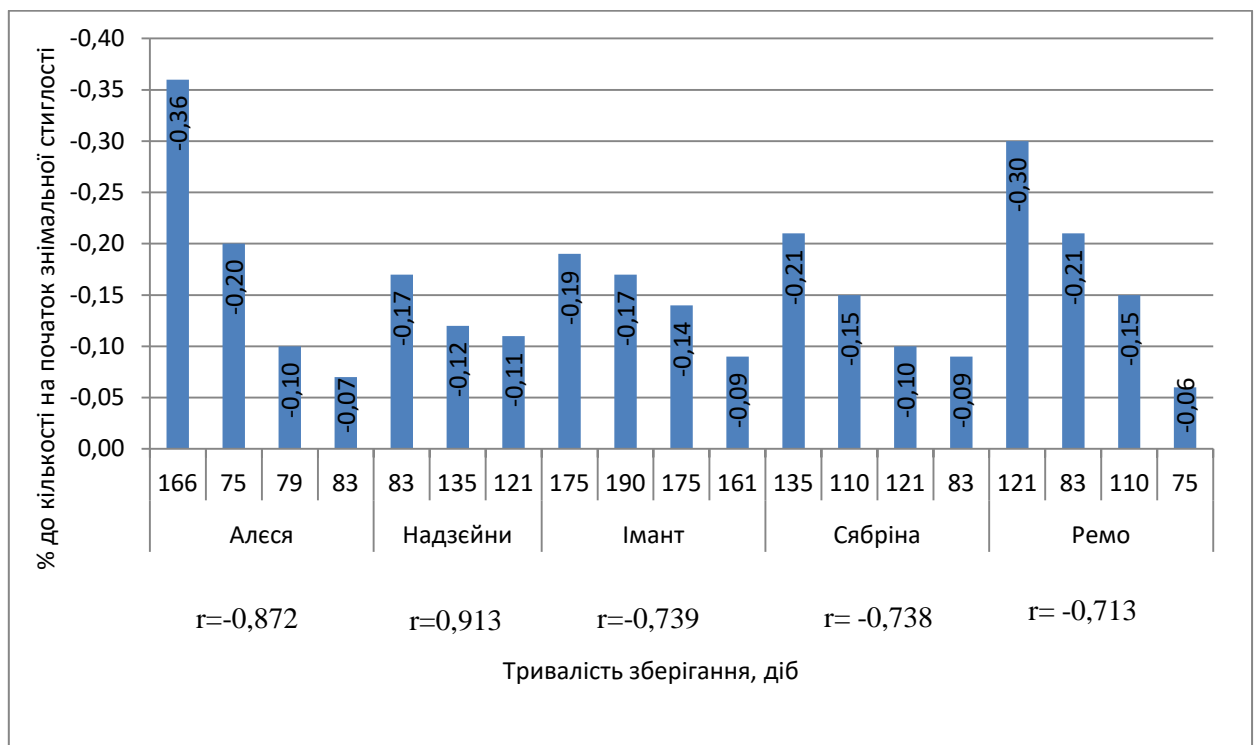


Рис. 5.8. Зміни вмісту органічних титрованих кислот у плодах яблуні залежно від тривалості зберігання (2013-2016 рр.)

Органічні титровані кислоти відіграють важливу роль у лежкоздатності плодів яблуні, це підтверджувалося коефіцієнтами кореляції між тривалістю зберігання

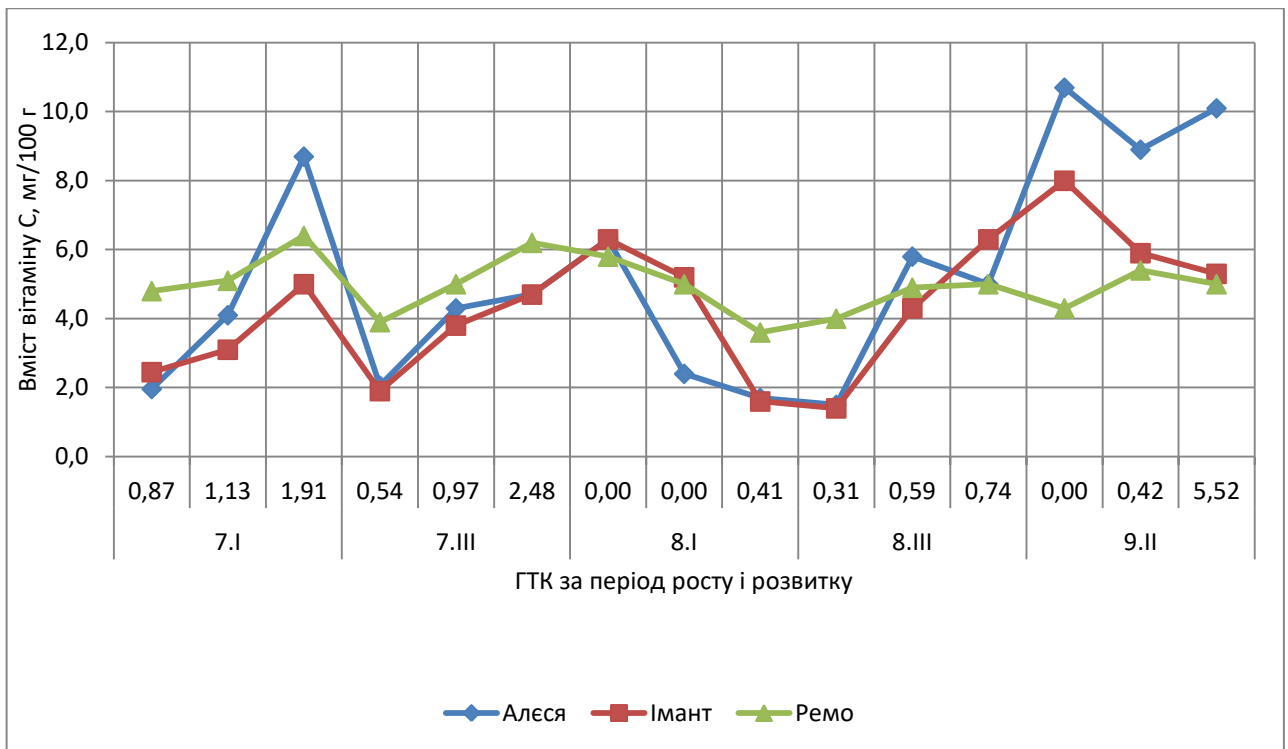
яблук і кількістю титрованих кислот, які втрачалися при зберіганні. Корелювання даних показників було високим для всіх дослідних сортів, при цьому для Алесі, Іманту, Сябрини та Ремо ще й оберненим: $-0,872$; $-0,739$; $-0,738$ та $-0,713$ відповідно, для Надзейни – прямим $r=0,913$.

5.4. Вплив погодних умов на зміну біохімічно активних речовин у плодах протягом їх росту, розвитку і зберігання

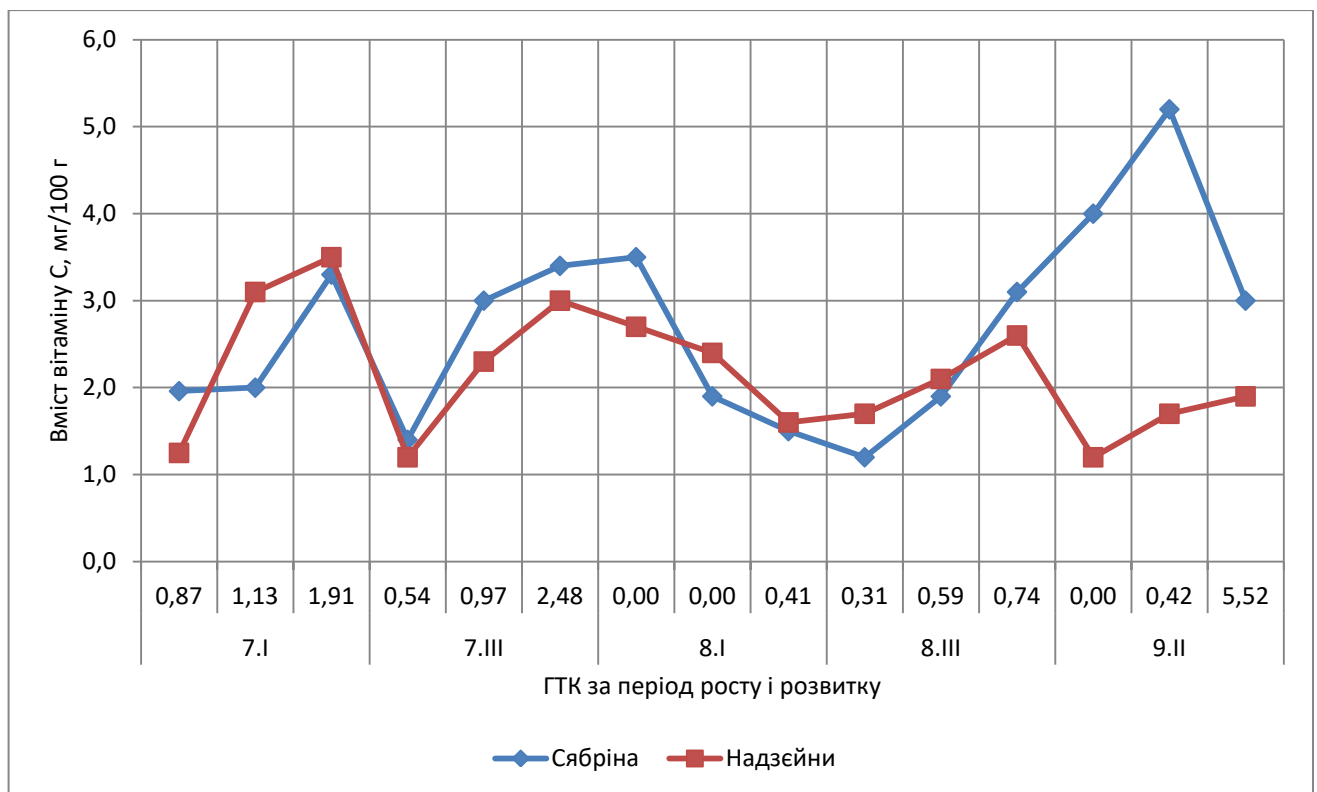
Важливою характеристикою будь-якого сорту є наявність значної кількості біохімічно активних речовин, таких як аскорбінова кислота та фенольні речовини. Оскільки вони відіграють вирішальне значення в поживній цінності яблук та в різноманітних фізіологічних функціях. Біохімічно активні речовини здатні до виведення з організму токсинів, також вони визначають стійкість до хвороб [75, 77, 101, 204].

Аскорбінова кислота. Після другої хвили опадання зав'язі у досліджуваних сортів найбільша кількість вітаміну С була в плодах у 2014 році, коли сума активних температур ≥ 10 °С від початку вегетації до вищевказаного періоду дорівнювала $1445,1$ °С, кількість опадів – $276,7$ мм, ГТК – $1,9$, яблука містили від $3,3$ до $8,7$ мг/100 г (рис. 5.9, а, б). Аналогічну закономірність відзначали також у третій декаді липня, коли в той же рік ГТК становив $2,5$, вміст аскорбінової кислоти у плодах всіх дослідних сортів був найвищим. Винятком була перша декада серпня, більшу кількість вітаміну С містили яблука при ГТК=0, сума активних температур ≥ 10 °С за два тижні дорівнювала $277,9$ °С.

Аскорбінова кислота була найбільш лабільною біохімічною складовою плоду, тому залежно від погодних чинників року коливався її вміст у плодах. Найвища С-вітамінність плодів яблуні сортів Алеся та Імант ($10,7$ та $8,0$ мг/100 г відповідно) була в 2016 році за погодних умов протягом росту і розвитку яблук, які характеризувалися такими показниками: сума активних температур понад 10 °С – $2765,7$ °С, опадів – $237,2$ мм, ГТК – $0,86$. Сприятливим для сорту Надзейни був 2013 рік із сумою даних температур на рівні $2899,4$ °С, коли плоди містили $1,9$ мг/100 г.



a



б

Рис. 5.10. Динаміка накопичення вітаміну С плодами залежно від ГТК періоду їх росту і розвитку (2013, 2014, 2016 рр.): *a* – сорти Алеся, Імант, Ремо; *б* – Сябріна, Надзейни

При значній сумі опадів протягом росту і розвитку плодів (399,8 мм), що вище від середнього багаторічного показника на 80,8 мм, накопичилося більше аскорбінової кислоти в сортів Сябріна та Ремо – 5,2 та 5,4 мг/100 г відповідно.

Відповідно до досліджень, проведених у 2013–2016 рр., стабільність умісту вітаміну С залежала від його кількості в плодах: так, чим більше вітамінізований сорт, тим менша варіація за роками. Найбільший уміст аскорбінової кислоти було відзначено в сорту Алєся, коливання по роках становило 8,9–10,7 мг/100 г, коефіцієнт варіації – 9 %, а отже, вміст вітаміну С в плодах даного сорту був гомеостатичним (табл. 5.7). У решти сортів, які вивчали у стадії знімальної стиглості, мінливість умісту аскорбінової кислоти в плодах була середньою та високою, відповідні показники стабільності – понад 11 %.

Таблиця 5.7

**Вміст аскорбінової кислоти у стадії знімальної стиглості, мг/100 г
(2013, 2014 та 2016 рр.)**

| Сорти | Вміст вітаміну С, мг/100 г | | | Коеф.варіації, V, % |
|----------|----------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| | середній | коливання за роками | відхилення від середнього | |
| Алєся | 9,9 | 8,9–10,7 | 0,2–1 | 9 |
| Надзейни | 1,6 | 1,2–1,9 | 0,1–0,4 | 23 |
| Імант | 6,4 | 5,3–8,0 | 0,5–1,6 | 22 |
| Сябріна | 4,1 | 3,0–5,2 | 0,1–1,1 | 27 |
| Ремо | 4,9 | 4,3–5,4 | 0,1–0,6 | 11 |

Сорт, міра стиглості та умови вирощування впливають на вміст у плодах вітаміну С більше, ніж інші компоненти [75].

Протягом зберігання в звичайному охолодженому середовищі зареєстровано втрачання аскорбінової кислоти плодами. Найменшу кількість аскорбінової кислоти втрачали плоди, вирощені в 2016 році, коли сума активних температур ≥ 10 °С дорівнювала 2765,7 °С та випало 237,2 мм опадів за період від початку вегетації до збору яблук. Винятком був сорт Алєся, у якого втрати вітаміну С були найменшими в 2014 році: – 18,6 % (табл. 5.8.), сума вищевказаних температур становила 2759,3 °С, опадів було 399,8 мм.

**Вміст вітаміну С протягом зберігання в охолоджену середовищі,
мг/100 г (2013–2016 рр.)**

| Сорти | Вміст вітаміну С на кінець зберігання, мг/100 г | | | | Загальні втрати вітаміну С за час зберігання, % | | | |
|----------|---|------|------|------|---|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Алеся | 7,6 | 4,8 | 3,2 | 8,5 | 24,8 | 18,6 | 33,3 | 20,6 |
| Надзейни | 1,0 | 0,7 | – | 0,8 | 47,4 | 58,8 | – | 33,3 |
| Імант | 4,0 | 4,0 | 5,4 | 7,6 | 24,5 | 32,2 | 14,3 | 5,0 |
| Сябіна | 3,4 | 1,7 | 1,8 | 2,4 | 57,5 | 43,3 | 56,1 | 40,0 |
| Ремо | 3,3 | 1,7 | 3,2 | 1,8 | 34,0 | 41,4 | 25,6 | 18,2 |

Суттєві втрати аскорбінової кислоти протягом зберігання в плодах сорту Надзейни, Імант та Ремо було зафіксовано в 2015 році, коли сума опадів за період від початку вегетації до збирання урожаю була недостатньою і становила 92,4 мм (середня багаторічна норма – 319,0 мм). Значною лабільністю втрати вітаміну С відзначені плоди сорту Імант, в якого даний показник коливався від 5 % у 2016 році до 32,2 % – у 2014-му.

Відзначено, що варіювання вмісту аскорбінової кислоти залежно від сезону зберігання в плодах яблуні досліджуваних сортів було суттєвим ($V = 29 - 41$ %), за винятком сорту Надзейни, в якого даний коефіцієнт дорівнював 18 %, і це можна пояснити низькою С-вітамінністю плодів яблуні даного сорту.

На початковому етапі формування яблук ГТК 2014 року становив 1,9 за період від початку вегетації до кінця другої хвилі опадання зав'язі, С-вітамінність яблук була найбільшою, порівняно з відповідним етапом 2013 та 2016 років.

Оптимальними умовами для акумулювання аскорбінової кислоти плодами яблуні сортів Алеся та Імант відзначився 2016 рік, коли ГТК становив 0,86. Для Надзейни це 2013 рік із ГТК 1,24. Значна сума опадів, що перевищувала середнє багаторічне значення на 80,8 мм, за період росту і розвитку яблук у 2014 році справила позитивний вплив на накопичення вітаміну С яблуками сортів Сябіна та Ремо, ГТК даного року дорівнював 1,45.

Стабільним умістом аскорбінової кислоти на період знімальної стиглості відзначався сорт Алєся. Проте на кінець зберігання, як і в інших сортів, було зафіксовано значну лабільність умісту вітаміну С в плодах яблуні даного сорту.

Отже, ГТК на рівні 0,86 у 2016 році позитивно вплинув на збереженість С-вітамінності плодів досліджуваних сортів протягом періоду зберігання, за винятком яблук Алєсі, оптимальним був ГТК 2014 року – 1,45. Інтенсивність втрати аскорбінової кислоти сортів Надзейни, Сябрїна та Ремо суттєво позначається на терміні зберігання яблук, завдяки цьому можна спрогнозувати тривалість зберігання плодів в охолоджену середовищі.

Фенольні речовини. Максимальне накопичення фенольних сполук у плодах відзначено на кінець першої декади липня, потім їх кількість поступово зменшувалася (рис. 5.9). Через місяць найбільш інтенсивно втрачалися дані речовини в яблуках сорту Алєся – на 46 % менше; незначні втрати – відповідно 19 та 20 % – спостерігали в плодах сортів Ремо та Сябрїна. На період збору врожаю значну кількість фенольних речовин містили плоди яблуні сортів Надзейни та Алєся – 276 та 201 мг/100г, мінімальну кількість фенольних речовин з усіх дослідних варіантів – плоди сорту Ремо – 121 мг/100 г.

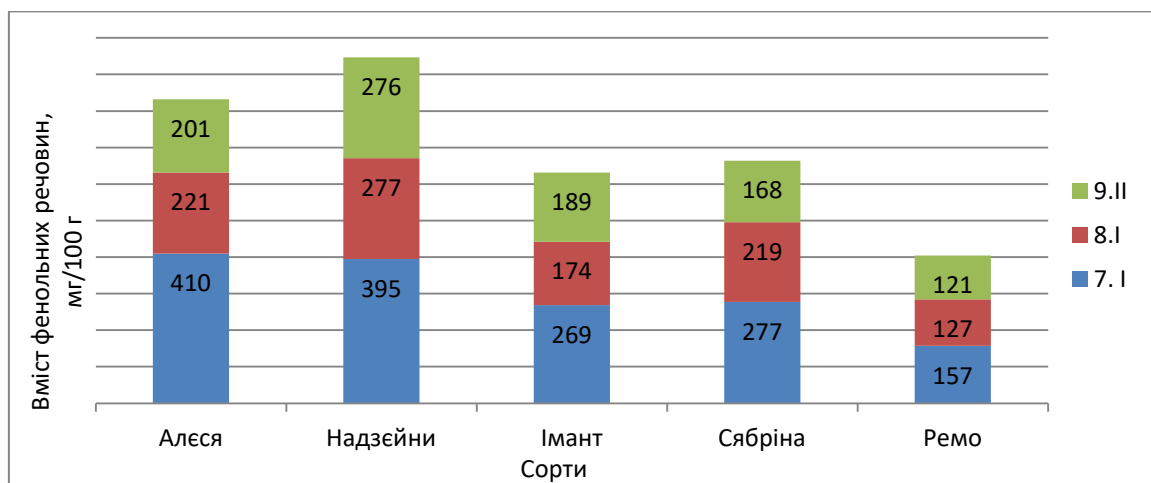


Рис. 5.9. Накопичення фенольних речовин (у середньому за 2013–2016 рр.)

Залежно від погодних чинників періоду росту і розвитку яблук уміст фенольних речовин різнився. У сортів Алєся, Надзейни та Ремо більша кількість даних речовин на період настання яблуками знімальної стиглості містилась у

плодах, вирощених у 2016 році, коли сума активних температур ≥ 10 °C за період від початку вегетації до збирання урожаю була на рівні 2765,7 °C, а опадів випало 237,2 мм: плоди містили 218; 308 та 182 мг/100 г даних речовин відповідно. Тоді як у Сябрини вміст фенольних сполук був найбільшим у 2013 році – 239 мг/100 г (САТ ≥ 10 °C за період росту і розвитку плодів дорівнювала 2899,4 °C, випало 360,8 мм), у Іманта – в 2015-му (273 мг/100 г; відповідні показники становили 2671,8 °C та 92,4 мм) (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Вміст фенольних речовин у плодах яблуні на час настання ними знімальної стиглості, мг/100 г (2013–2016 рр.)

| Сорти | Рік спостережень | | | | Середнє | Коеф.варіації, V, % |
|----------|------------------|------|------|------|---------|------------------------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | | |
| Алеся | 208 | 204 | 174 | 218 | 201 | 9 |
| Надзейни | 299 | 220 | – | 308 | 276 | 18 |
| Імант | 174 | 122 | 273 | 187 | 189 | 33 |
| Сябріна | 239 | 115 | 177 | 142 | 168 | 32 |
| Ремо | 122 | 91 | 103 | 167 | 121 | 28 |

У сортів Імант, Сябріна та Ремо вміст БАР класу поліфеноли був дуже мінливим і залежав від погодних чинників, коефіцієнти варіації становили понад 28 %. Середньостабільною до року вирощування відзначено кількість поліфенолів у плодах сорту Надзейни (V=18 %). У плодів сорту Алеся кількість вищезгаданих речовин виявилася величиною гомеостатичною, відповідний показник дорівнював 9 %.

У механізмі захисту плодів протягом зберігання провідне місце належить фенольним речовинам. На період виведення плодів із плодосховища значна частина кількості БАР класу поліфеноли була в яблуках Алеся, Сябрини та Ремо (186; 124 та 116 мг/100 г відповідно) у 2016 році. Відзначено, що в сорту Надзейни більшу кількість фенольних сполук у кінці зберігання мали плоди в 2013 році (234 мг/100 г), а в сорту Імант – у 2015-му: 171 мг/100 г.

Середню мінливість умісту фенольних речовин на кінець зберігання було зафіксовано в плодах яблуні сортів Алеся (V= 11 %); Надзейни (V=19 %); Сябріна

(V= 15 %) та Ремо (V=22 %). Значна лабільність даного показника була в сорту Імант (V= 28 %).

Таким чином, гомеостатичність вмісту фенольних сполук на час знімальної стиглості плодів яблуні була відзначена в сорту Алєся, при цьому плоди накопичували, в середньому за 2013–2016 рр., значну кількість даних речовин – 201 мг/100 г.

Найбільшою стійкістю щодо вмісту фенольних речовин у плодах залежно від погодних чинників відзначився сорт Ремо на період закладання яблук на зберігання. Для решти досліджуваних сортів кількість тепла і вологи, яка виражена сумою активних температур понад 10 °С за період росту і розвитку плодів, були фактором, що визначали вміст фенольних речовин у плодах.

5.5. Вміст пектинових речовин у плодах яблуні залежно від погодних чинників

На початок збору урожаю основну частину загальних пектинів склав протопектин – він є переважаючою складовою протягом росту і дозрівання плодів. Залежно від погодних чинників періоду росту і розвитку яблук їх вміст у плодах різнився (табл. 5.10).

У сортів Алєся, Імант та Сябріна вміст нерозчинного пектину був найбільшим у 2015 році – 1,18; 1,09 та 0,95 % відповідно, коли за період росту і дозрівання яблук було 92,4 мм опадів, а сума активних температур ≥ 10 °С дорівнювала 2671,8 °С. Найбільш насичені протопектинами плоди сортів Ремо та Надзєйни (0,88 та 0,85 % відповідно) були в 2016 році, коли за вищезгаданий період кількість опадів становила 237,2 мм, а сума активних температур ≥ 10 °С – 2765,7 °С, ГТК дорівнював 0,86.

Найменше насичені протопектинами плоди яблуні досліджуваних сортів були в 2013 році, це можна пояснити доволі високою сумою активних температур ≥ 10 °С протягом росту і дозрівання плодів (2899,4 °С), що перевищувало середнє багаторічне значення на 238,9 °С, та сумою опадів перед збором урожаю, що вище норми в 4,5 рази. Винятком був сорт Ремо – на накопичення вищевказаних речовин

вплинула сума опадів за весь період спостережень, яка становила 399,8 мм, а отже, в 2014 році вміст даних речовин був найменшим – 0,62 %.

Таблиця 5.10

**Вміст пектинових речовин у плодах яблуні на період знімальної стиглості, %
(2013–2016 рр.)**

| Сорти | Рік | Вміст пектинів у плодах, % | | |
|----------|------------------------|----------------------------|-------------|-------------|
| | | розчинний | прото | загальний |
| Алеся | 2013 | 0,05 | 0,52 | 0,57 |
| | 2014 | 0,06 | 0,60 | 0,66 |
| | 2015 | 0,15 | 1,18 | 1,33 |
| | 2016 | 0,09 | 0,60 | 0,69 |
| | середнє | 0,09 | 0,73 | 0,81 |
| | коефіцієнт варіації, % | 50 | 50 | 42 |
| Надзейни | 2013 | 0,12 | 0,51 | 0,63 |
| | 2014 | 0,06 | 0,76 | 0,82 |
| | 2016 | 0,04 | 0,85 | 0,90 |
| | середнє | 0,07 | 0,71 | 0,78 |
| | коефіцієнт варіації, % | 58 | 58 | 26 |
| Імант | 2013 | 0,06 | 0,79 | 0,85 |
| | 2014 | 0,03 | 0,83 | 0,86 |
| | 2015 | 0,09 | 1,09 | 1,19 |
| | 2016 | 0,10 | 0,81 | 0,91 |
| | середнє | 0,07 | 0,88 | 0,95 |
| | коефіцієнт варіації, % | 44 | 44 | 16 |
| Сябріна | 2013 | 0,07 | 0,44 | 0,51 |
| | 2014 | 0,05 | 0,57 | 0,62 |
| | 2015 | 0,12 | 0,95 | 1,07 |
| | 2016 | 0,04 | 0,76 | 0,80 |
| | середнє | 0,07 | 0,68 | 0,75 |
| | коефіцієнт варіації, % | 50 | 50 | 33 |
| Ремо | 2013 | 0,05 | 0,65 | 0,70 |
| | 2014 | 0,03 | 0,62 | 0,65 |
| | 2015 | 0,08 | 0,83 | 0,91 |
| | 2016 | 0,06 | 0,88 | 0,94 |
| | середнє | 0,06 | 0,74 | 0,80 |
| | коефіцієнт варіації, % | 38 | 38 | 17 |

Така ж тенденція лишилась і для загальних пектинів – найбільше на період настання плодами знімальної стиглості вищезгаданих речовин містили плоди в 2015 році, коли ГТК був на рівні 0,35. Уміст пектинів коливався від 0,82 до 1,33 %.

Математичний аналіз довів існування лінійної залежності між умістом загальних пектинів у плодах та погодними чинниками, такими як сума активних

температур понад 10 °С, опади та ГТК, за період від початку вегетації до збирання урожаю. Відзначено, що коефіцієнти кореляції від $SAT \geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за вищезгаданий період для всіх досліджуваних сортів є обернено високими, r коливався від $-0,784$ (Імант) до $-0,950$ (Надзейни), середньої сили залежності для Ремо – $r = -0,569$. Кореляційний та регресійний аналіз також показав, що не лише сума активних температур понад 10 °С, а й кількість опадів за період росту і розвитку плодів впливають на накопичення пектинів, обернений тісний зв'язок для всіх дослідних сортів, відповідний коефіцієнт у межах від $-0,873$ (Ремо) до $-0,952$ (Сябріна), середній – у Надзейни $r = -0,539$.

Варіабельність розчинного пектину на період настання яблуками знімальної стиглості була значущою, даний коефіцієнт знаходився в межах 38–58 %. Середнє варіювання вмісту загальних пектинів зареєстровано в сортів Імант та Ремо, даний коефіцієнт не перевищував 20 %, у Надзейни, Алесі та Сябріні спостерігалася суттєва лабільність даної ознаки – 26; 42 і 33 % відповідно.

Відзначено існування тісного зв'язку в сортів Алеся ($-0,971$) та Ремо ($-0,790$) між вмістом загальних пектинів та масою плоду на період настання яблуками знімальної стиглості (рис. 5.10) – менша маса плоду сприяла більшому накопиченню пектинів. Середня кореляційна залежність у сорту Сябріна (0,535), слабка – у сортів Надзейни ($-0,465$) та Імант (0,323).

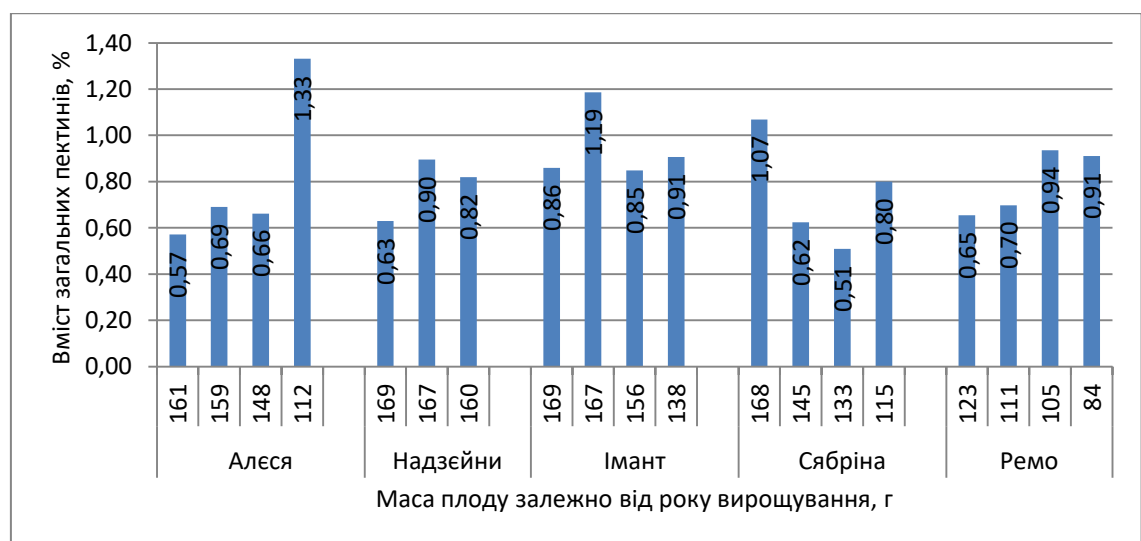


Рис. 5.10. Залежність умісту загальних пектинів на період настання плодами знімальної стиглості від маси яблук, вирощених у 2013–2016 рр.

Пектинові речовини плодів, особливо яблук, характеризуються високою поживною цінністю. У процесі дозрівання і зберігання вміст пектинових речовин у плодах зменшується через розпад протопектину, внаслідок чого частка розчинного пектину збільшується [83, 101,143].

Протягом зберігання в охолодженому середовищі зафіксовано втрачання загальних пектинів. Аналіз отриманих даних засвідчує, що плоди сортів Надзейни та Ремо в 2014 році мали найбільший відсоток втрат даних речовин за час зберігання (37,7 та 53,4 відсотних % відповідно) (табл.5.11), за період від початку вегетації до збирання яблук даного року випало 399,8 мм опадів, що перевищило середню багаторічну норму на 80,8 мм. Натомість значна кількість опадів перед збором урожаю у вересні 2013 року (145 мм) та сума активних температур понад 10 °С на рівні 2899,4 °С сприяли більш швидкому втрачання вищевказаних речовин плодами сортів Імант і Сябріна (69,5 та 43,0 відсотних % відповідно).

У 2016 році, коли сума активних температур ≥ 10 °С становила 2765,7 °С, а опадів протягом росту і розвитку плодів випало 237,2 мм, під час зберігання загальний пектин перетворювався повільніше, ніж в інші роки спостережень.

Таблиця 5.11

**Вміст пектинів у плодах яблуні на початок та кінець зберігання, %
(2013–2016 рр.)**

| Сорт | Стадія зберігання | Загальна сума, % | | | | Втрати пектинових речовин протягом зберігання, % | | | |
|----------|-------------------|------------------|------|------|------|--|-------|-------|-------|
| | | роки досліджень | | | | | | | |
| | | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Алеся | початок | 0,57 | 0,66 | 1,33 | 0,69 | -41,5 | -42,0 | -31,9 | -22,3 |
| | кінець | 0,33 | 0,38 | 0,91 | 0,54 | | | | |
| Надзейни | початок | 0,63 | 0,82 | – | 0,90 | -12,9 | -37,7 | – | -14,1 |
| | кінець | 0,55 | 0,51 | – | 0,77 | | | | |
| Імант | початок | 0,85 | 0,86 | 1,19 | 0,91 | -69,5 | -34,0 | -16,5 | -15,8 |
| | кінець | 0,26 | 0,57 | 0,99 | 0,76 | | | | |
| Сябріна | початок | 0,51 | 0,62 | 1,07 | 0,80 | -37,1 | -20,7 | -20,0 | -18,3 |
| | кінець | 0,32 | 0,50 | 0,86 | 0,65 | | | | |
| Ремо | початок | 0,70 | 0,65 | 0,91 | 0,94 | -43,4 | -53,4 | -5,6 | -13,5 |
| | кінець | 0,40 | 0,31 | 0,86 | 0,81 | | | | |

Найбільший уміст протопектину в плодах яблуні на час виведення їх зі зберігання було зафіксовано в 2015 році, коли ГТК становив 0,35, – від 0,65 до 0,81 % (рис. 5.11). Значну частину нерозчинного пектину було зареєстровано також у сортів Надзейни та Ремо в 2016 році, коли відповідний показник зволоження території дорівнював 0,86, і вміст їх становив 0,65 та 0,72 % відповідно.

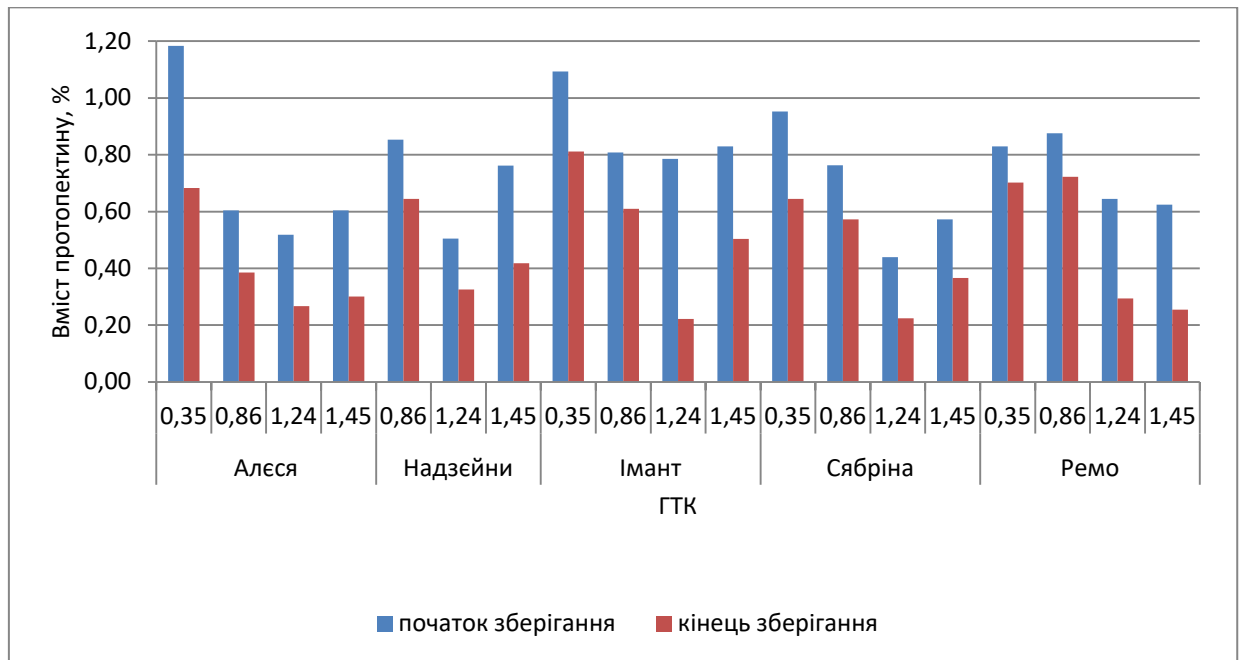


Рис. 5.11. Вміст протопектину у плодах яблуні досліджуваних сортів на початок та кінець зберігання залежно від ГТК за період їх росту і розвитку (урожай 2013–2016 рр.)

Отже, кількісний уміст пектинів у плодах залежав від погодних чинників, таких як ГТК, сума активних температур понад 10 °С та опадів за період їх росту і розвитку. Найбільша кількість пектинів у плодах яблуні спостерігалась у 2015 році, коли сума активних температур понад 10 °С за період від початку вегетації та збирання яблук становила 2759, 3 °С, а опадів випало 92,4 мм, що склало ГТК 0,35. Це підтверджується коефіцієнтами кореляції. При цьому надмірна кількість опадів у 2014 році, що перевищувала норму більш ніж на 80 мм, спричинилася до втрачання загальних пектинів плодами сортів Надзейни та Ремо. Значна кількість опадів перед збиранням урожаю у вересні 2013 року сприяла активнішому втрачання вищевказаних речовин плодами сортів Імант та Сябріна.

5.6. Лежкоздатність плодів яблуні залежно від погодних умов періоду їх росту і розвитку

Неперервне постачання населенню свіжих плодів протягом року можливе лише у разі довготривалого зберігання яблук у плодосховищах. Це є одним із найбільш ефективних методів зберігання їх показників якості, що формуються протягом росту плодів і лише підтримуються протягом їх зберігання в плодосховищі. На формування якості яблук і їх лежкоздатність, крім сортових особливостей, великий вплив мають також природно-кліматичні умови зони вирощування, погодні умови року та ін. [169].

Знімальна стиглість плодів яблуні досліджуваних сортів настала на 126–143-тю добу від початку цвітіння дерев (табл. 5.12). У 2015 році сума активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ на рівні $2671,8^{\circ}\text{C}$ та загальна кількість опадів 92,4 мм, що склали ГТК 0,35 (нижче середньої багаторічної норми на 0,85), від початку вегетації до збору урожаю, позначились на дозріванні плодів яблуні – знімальна стиглість в усіх сортів настала раніше.

Сума активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ у 2016 році, яка дорівнювала $2765,7^{\circ}\text{C}$, 237,2 мм опадів, ГТК 0,86 за вищезгаданий період – за таких умов яблука дозрівали повільніше – 142 доби (у середньому по сортах).

Таблиця 5.12

Вплив погодних чинників на настання стиглості плодів яблуні, діб

| Рік | Сорти | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | Алеся | | Надзейни | | Імант | | Сябіра | | Ремо | |
| | стадія стиглості | | | | | | | | | |
| | знімальна | споживча | знімальна | споживча | знімальна | споживча | знімальна | споживча | знімальна | споживча |
| 2013 | 136 | 58 | 135 | 75 | 135 | 146 | 135 | 58 | 136 | 58 |
| 2014 | 136 | 83 | 137 | 68 | 138 | 83 | 137 | 68 | 137 | 83 |
| 2015 | 127 | 54 | 128 | – | 127 | 105 | 126 | 68 | 128 | 54 |
| 2016 | 142 | 48 | 141 | 78 | 142 | 127 | 142 | 78 | 143 | 48 |
| r від ГТК | 0,551 | 0,029 | 0,588 | -0,924 | 0,611 | -0,054 | 0,596 | -0,321 | 0,523 | 0,029 |
| r від SAT $\geq 10^{\circ}\text{C}$ | 0,499 | 0,696 | 0,415 | 0,264 | 0,400 | 0,688 | 0,442 | 0,581 | 0,429 | 0,696 |

Інтенсивність трансформації органічних речовин у 2014 році із сумою вищевказаних температур на рівні 2759,3 °С за період росту і розвитку яблук у сортів Алєся та Ремо була повільною. За таких умов споживча стиглість плодів досліджуваних сортів настала через 83 доби. Споживча стиглість яблук у сортів Алєся та Ремо, яка становила 48 дїб, раніше настала в 2013 році, коли сума активних температур понад 10 °С від початку вегетації до збирання урожаю дорівнювала 2765,7 °С.

Сума активних температур ≥ 10 °С за період росту і розвитку яблук позначилась також на споживчій стиглості плодів сорту Імант, інтенсивність гідролізу органічних сполуку яких у 2013 та 2016 роках була повільнішою, ніж у 2014 та 2015 роках, коефіцієнт кореляції був середній і становив 0,688. Споживча стиглість яблук сорту Надзейни настала через 68–78 дїб зберігання в звичайному охолодженому середовищі та істотно залежала від ГТК за період від початку вегетації до збирання плодів ($r = -0,924$).

Термін зберігання яблук сортів Ремо та Алєся в 2015 році був найменшим за всі роки спостережень, ГТК від початку вегетації до збирання урожаю був на рівні 0,35, плоди зберігались по 75 дїб відповідно (рис. 5.12).

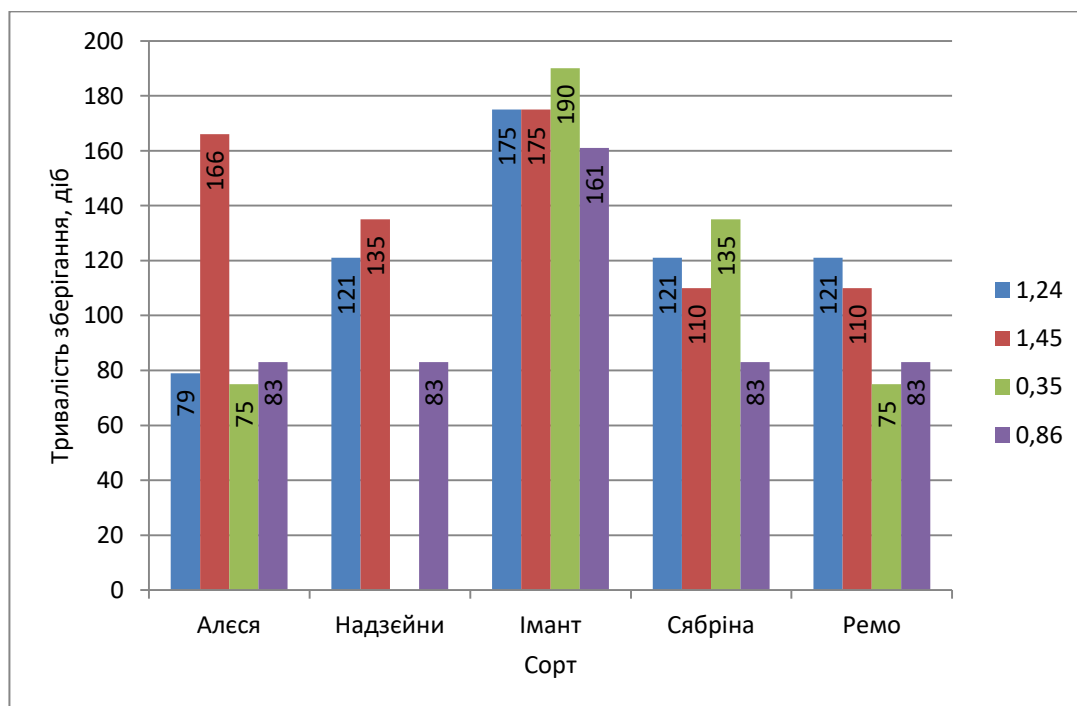


Рис. 5.12. Вплив ГТК періоду від початку вегетації яблуні до збору плодів на тривалість їх зберігання, дїб

Яблука досліджуваних сортів у 2016 році зберігалися 83 доби, коефіцієнт зволоження території від початку вегетації до збору плодів дорівнював 0,86. Винятком був сорт Імант, термін зберігання яблук становив 161 добу.

Оптимальним для Ремо був 2013 рік із ГТК 1,24 за період росту і розвитку плодів. За таких умов яблука зберігали свої товарні та смакові якості 121 добу. Тривалість зберігання плодів сортів Алєся та Надзейни була найбільшою в 2014 році – 166 та 121 добу відповідно з ГТК 1,45 від початку вегетації до збору урожаю. Найдовша тривалість зберігання плодів сорту Сябрїна відзначена у 2015 році – 135 дїб. Найкраща лежкоздатність яблук (190 дїб) сорту Імант зарєєстрована у 2015 році з ГТК 0,35 за період від початку вегетації до збирання урожаю, тоді як у 2013 та 2014 роках істотної різниці не спостерїгали (по 175 дїб відповідно).

Високий вихід плодів вищого та першого товарного сорту після зберігання був у Ремо в 2013 році – 98 %, із них абсолютно здорових – 97 %, уражувалися в'яненням 1 %, грибними гнилями – 2 % (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

**Товарність плодів яблуні після тривалого зберігання
(сезон зберігання 2013–2016 рр.)**

| Показник | Рік | Сорти | | | | |
|------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | Алєся | Надзейни | Імант | Сябрїна | Ремо |
| Термін зберігання, дїб | 2013 | 79 | 121 | 175 | 121 | 121 |
| | 2014 | 166 | 135 | 175 | 110 | 110 |
| | 2015 | 75 | – | 190 | 135 | 75 |
| | 2016 | 83 | 83 | 161 | 83 | 83 |
| | середнє | 101 | 113 | 175 | 112 | 97 |
| Товарних плодів, % | 2013 | 77 | 77 | 98 | 88 | 98 |
| | 2014 | 95 | 88 | 87 | 86 | 88 |
| | 2015 | 94 | – | 89 | 98 | 100 |
| | 2016 | 88 | 96 | 93 | 98 | 100 |
| | середнє | 89 | 87 | 92 | 91 | 97 |
| Абсолютно здорових, % | 2013 | 56 | 76 | 96 | 88 | 97 |
| | 2014 | 95 | 88 | 87 | 85 | 88 |
| | 2015 | 94 | – | 89 | 98 | 100 |
| | 2016 | 88 | 96 | 87 | 98 | 100 |
| | середнє | 83 | 87 | 90 | 90 | 96 |

У 2014 році велика кількість опадів (399,8 мм) за період росту і розвитку плодів, що виявилася вищою від середнього багаторічного значення на 80,8 мм, погано позначилася на якості яблук зазначеного сорту: вихід товарних плодів дорівнював 88 %, інші (12 %) уражувалися грибними гнилями (табл. 5.14).

Таблиця 5.14

Ураження плодів яблуні фізіологічними розладами та грибними гнилями за період зберігання, % (2013–2016 рр.)

| Сорти | Уражених плодів, % | | | | | | | |
|----------|--------------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | фізіологічними розладами | | | | грибними гнилями | | | |
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Алеся | 45 | – | – | – | 1 | 5 | 6 | 14 |
| Надзейни | 1 | – | – | – | 23 | 12 | – | 4 |
| Імант | 3 | – | 5 | 11 | 1 | 13 | 6 | 2 |
| Сябріна | – | 2 | – | – | 12 | 13 | 2 | 2 |
| Ремо | 1 | - | – | – | 2 | 12 | – | – |

Тривалість зберігання плодів сорту Ремо у 2015 та 2016 роках була незначною (75 та 83 доби), вихід товарних яблук становив 100 % без ураження фізіологічними розладами та мікробіологічними хворобами, але за основними показниками якості (щільність, уміст основних органічних речовин, смакові властивості) їх споживча стиглість настала рано. Це можна пояснити тим, що в плодах, закладених на зберігання, деякі біохімічні процеси, особливо дихання, відбуваються інтенсивніше [43]. Недостатня кількість опадів за період росту і розвитку плодів у 2015 та 2016 роках, порівняно із середнім багаторічним значенням, також сприяла більш інтенсивному гідролізу органічних сполук. Коефіцієнт кореляції тривалості зберігання яблук сорту Ремо та Алеся від суми опадів за період вегетації становив 0,908 та 0,642 відповідно.

За даними Л. М. Шевчук [181], характер трансформації та перетворення основних органічних речовин коливається залежно до погодних умов вирощування, причому чим швидше відбувається втрачання органічних кислот, цукрів і аскорбінової кислоти, тим менший термін зберігання плодів. У 2015 та 2016 роках у плодах сорту Ремо за незначний період зберігання, який становив 75 та 83 доби, вміст органічних кислот знизився відповідно на 0,02 та 0,21 %, загальних цукрів – на

1,2 та 0,8 %, сухих розчинних речовин – на 0,6 та 0,5 %, вітаміну С – на 2 та 0,4 %. Щільність плодів стала меншою на 1,4 та 1,1 кг/см², що становило 16 та 18 % до початкових показників.

У сорту Алєся вихід товарних плодів, вирощених у 2014 і 2015 роках, із термінами зберігання, що значно різнилися (166 і 75 діб відповідно), становив 95 та 94 % відповідно, яблука уражувались мікробіологічними хворобами, в основному глеоспоріозною (гіркою) гниллю. Велика сума опадів (145 мм) перед збором урожаю у вересні 2013 року, що в 4,5 рази перевищила норму, погіршила вихід товарних яблук вищезгаданого сорту, де даний показник дорівнював 77 %, решта плодів сильно уражувалась фізіологічним в'яненням, більшою мірою в'яненням та меншою – гіркою ямчатістю. У 2013 році висока сума активних температур понад 10 °С від початку вегетації до збирання яблук, яка складала 2899,4 °С (вище норми на 238,9 °С) та велика кількість опадів (145 мм) від початку вересня до збирання урожаю не лише сприяли швидшому дозріванню плодів, але й знизили їх лежкість. У 2016 році вихід товарних плодів вищезгаданого сорту становив 88 %, інші 12 % вражались мікробіологічними хворобами.

У 2013 році вихід товарних плодів сорту Імант дорівнював 98 %, із яких абсолютно здорових – 96 %, 3 % уражувались в'яненням та 1 % – мікробіологічними хворобами. У 2014 році, коли сума опадів становила 399,8 мм від початку вегетації до настання знімальної стиглості яблуками, що було вище середнього багаторічного показника на 80,8 мм, вихід плодів вищого та першого товарного сортів дорівнював 87 %, грибними гнилями було уражено 13 %. У 2015 році, коли кількість опадів за вищезгаданий період становила 92,4 мм (це у 3,5 разу менше норми), а тривалість зберігання була 190 діб, вихід товарних плодів сорту Імант дорівнював 89 %, із решти 11 %: 6 % уражувались грибними гнилями, 5 % – гіркою ямчатістю. Ураження останньою було викликане нерегулярним водопостачанням, що перешкоджало нормальному пересуванню кальцію до плодів [43]. Вихід абсолютно здорових плодів, вирощених у 2016 році (із сумою активних температур понад 10 °С, що дорівнювала 2765,7 °С, та 237,2 мм опадів за період від початку вегетації до збору яблук, що склало ГТК на рівні 0,86), становив 87 %, при цьому недостатня

кількість опадів, порівняно із середнім багаторічним значенням, сприяла в'яненню плодів (11 %).

Вихід товарних плодів сорту Надзейни у 2013 та 2014 роках становив 77 та 88 %, тоді як 23 та 12 % яблук відповідно уражались грибними гнилями. Це можна пояснити великою сумою опадів (145 мм) за два тижні до збору урожаю у 2013 році та значною їх кількістю (399,8 мм) за весь період росту і розвитку плодів у 2014-му. Зауважено, що у вищевказані роки плоди сорту Сябріна, так само як яблука Надзейни, через надмірну кількість опадів уражались мікробіологічними хворобами – 12 та 13 % відповідно. За досліджуваний період у 2016 році сума опадів, нижча від середнього багаторічного показника на 81,8 мм, у сортів Надзейни та Сябріна покращила вихід товарних плодів – 96 та 98 % відповідно. Даний показник був найвищим за роки спостережень.

Отже, як велика сума опадів (399,8 мм) у 2014 році протягом росту і розвитку плодів, так і незначна (92,4 мм) у 2015-му, порівняно із середнім багаторічним показником (319 мм), погано позначилися на виході товарних яблук сорту Імант, тоді як велика кількість опадів (145 мм) від початку вересня до збору плодів у 2013 році погіршила їх вихід в Алесі. У Ремо негативний вплив на цей показник мала значна сума опадів протягом росту і розвитку плодів у 2014 році, яка становила 399,8 мм. У сортів Надзейни та Сябріна відзначено негативний вплив опадів як перед збором у 2013 році, так і протягом усього росту і розвитку плодів у 2014-му – плоди сильно вражались мікробіологічними хворобами.

5.7. Зміна фізичних показників плодів яблуні протягом тривалого зберігання залежно від погодних умов

Природні втрати маси яблуками є неминучим фізіологічним процесом протягом їх зберігання в охолодженому середовищі, на інтенсивність якого впливають не лише біологічні особливості сорту, а й погодні умови року [183].

У яблук Ремо у 2015 році з ГТК 0,35 від початку вересня до збору плодів сумарні втрати маси за весь період зберігання були меншими порівняно з іншими роками і становили 2,1 % відповідно (табл. 5.15).

Плоди сорту Ремо найбільше втрачали в масі (3,0 та 3,1 % відповідно) у 2013 та 2016 роках, коли за два тижні до збору урожаю у вересні 2013 року випало 145 мм опадів, а в 2016-му, навпаки, було зафіксовано їх відсутність у вересні та недостатня кількість, порівняно із середнім багаторічним, у період червня – вересня. Зазначимо, що у жовтні 2016 року та у грудні 2013-го у вищевказаного сорту втрати маси, які становили 1,8 та 1,3 %, перевищили норму, зазначену у відповідному документі [117], на 0,7 та 0,5 % відповідно.

У сорту Алєся у листопаді та грудні у 2013 році вищевказаний показник перевищив норму, яка становила 1,3 і 0,8 %, і дорівнював 1,8 і 1,4 відповідно. Перевищення втрат маси зафіксовано також у жовтні 2015 та 2016 років, це можна пояснити недостатньою забезпеченістю яблук водою протягом їх росту і розвитку порівняно із середнім багаторічним значенням.

Таблиця 5.15

**Природні втрати маси плодів яблуні під час зберігання, %
(урожай 2013–2016 рр.)**

| Сорт | Рік | Місяць зберігання | | | | | | Сумарні втрати |
|----------|------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| | | X | XI | XII | I | II | III | |
| Алєся | 2013 | | 1,8 | 1,4 | | | | 3,2 |
| | 2014 | 1,1 | 0,7 | 0,3 | 0,6 | 0,5 | | 3,2 |
| | 2015 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | | | | 2,6 |
| | 2016 | 1,2 | 0,7 | | | | | 1,9 |
| Імант | 2013 | | 1 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 3,3 |
| | 2014 | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | 2,8 |
| | 2015 | 1,1 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | | 3,2 |
| | 2016 | 1,5 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 1,0 | | 4,6 |
| Надзєйни | 2013 | | 0,8 | 0,8 | 0,5 | | | 2,1 |
| | 2014 | 0,98 | 0,6 | 0,4 | 0,5 | | | 2,5 |
| | 2016 | 1 | 0,6 | | | | | 1,6 |
| Сябріна | 2013 | | 0,9 | 0,7 | 0,5 | | | 2,1 |
| | 2014 | 0,9 | 0,7 | 0,3 | | | | 1,9 |
| | 2015 | 1,2 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | | | 3,2 |
| | 2016 | 1,4 | 1 | | | | | 2,4 |
| Ремо | 2013 | | 1,3 | 1,3 | 0,4 | | | 3 |
| | 2014 | 1,2 | 1 | 0,5 | | | | 2,7 |
| | 2015 | 0,9 | 0,8 | 0,4 | | | | 2,1 |
| | 2016 | 1,8 | 1,3 | | | | | 3,1 |

У сортів Імант та Сябіна 2014 рік був оптимальним, ГТК – 1,45 від початку вересня до збору плодів, природні сумарні втрати маси становили 2,8 та 1,9 % відповідно (табл.5.12.). У сорту Імант у 2013 та 2015 роках істотної різниці за даним показником не відзначено – 3,3 і 3,2 % відповідно, тоді як сумарні втрати маси яблуками у 2016 році становили 4,6 %, при цьому перевищення норми (0,8 %) на 0,2 % було зареєстровано в лютому та на 0,4 % – у жовтні. У сорту Сябіна у 2013 році ГТК дорівнював 1,24, сумарні втрати маси становили 2,1 %.

Сумарні втрати маси у плодах сорту Надзейни протягом зберігання яблук були в межах норми, проте залежно від погодних умов періоди їх росту і розвитку різнились. Оптимальними умовами відзначився 2013 рік із ГТК 1,24 – яблука протягом зберігання втратили в масі 2,1 %. Даний показник у 2016 році хоч і був меншим на 0,5 %, проте тривалість зберігання яблук була незначною – 83 доби.

Отже, кількість опадів перед збиранням яблук впливає на втрату їх маси при зберіганні. У плодів Ремо та Алесі, вирощених у 2015 році (з ГТК 0,35), сумарні втрати у масі за весь період зберігання були меншими порівняно з іншими роками.

Одним із фізичних показників якості яблук, що характеризував їх стиглість, була щільність плодів. На період знімальної та споживчої стиглості у 2013 році в яблук Ремо вона становила 5,7–5,1 кг/см², Алесі – 7,0–5,8, Іманта – 8,3–7,4, Сябіни – 5,5–4,7 та в Надзейни – 6,3–5,1 кг/см² відповідно (табл. 5.16.).

Таблиця 5.16

Щільність плодів яблуні, кг/см² (урожай 2013–2016 рр.)

| Рік | Сорт | | | | | | | | | |
|---------|------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Ремо | | Алесья | | Імант | | Сябіна | | Надзейни | |
| | стадія стиглості | | | | | | | | | |
| | знімальна | споживча | знімальна | споживча | знімальна | споживча | знімальна | споживча | знімальна | споживча |
| 2013 | 5,7 | 5,1 | 7 | 5,8 | 8,3 | 7,4 | 5,5 | 4,7 | 6,3 | 5,1 |
| 2014 | 6,9 | 5,8 | 9,9 | 5,3 | 9,7 | 8,4 | 7,9 | 6 | 7,7 | 5,8 |
| 2015 | 8,9 | 7,5 | 13 | 7,7 | 12,2 | 10,6 | 8,6 | 5,4 | - | - |
| 2016 | 5,9 | 4,8 | 10,2 | 4,6 | 10,5 | 11,7 | 8 | 4,4 | 6,3 | 4,4 |
| середнє | 6,9 | 5,8 | 10,0 | 5,9 | 10,2 | 9,5 | 7,5 | 5,1 | 6,8 | 5,1 |

Через надмірну зволоженість (145 мм) за два тижні до збору урожаю в плодів була рихла м'якоть, а отже, їх щільність як на початок, так і на кінець зберігання була меншою порівняно з 2014 і 2015 роками. При цьому яблука стали схильними до фізіологічних розладів, переважною частиною яких було в'янення (див. табл. 5.14).

Незначна кількість опадів (0,3 мм) від початку вересня до збору плодів у 2014 р. порівняно з попереднім роком позитивно позначилась на їх щільності. На період знімальної стиглості вона становила 6,9 кг/см² у сорту Ремо; 7,7 – у Надзейни; 7,9 – у Сябріни та 9,9 кг/см² – в Алесі; споживчої стиглості – 5,3 кг/см² (Алеся); 5,8 (Ремо та Надзейни); 6,0 (Сябріна) і 8,4 кг/см² (Імант).

Найбільш щільними були яблука, вирощені у 2015 та 2016 роках, адже сума опадів, нижча від середнього багаторічного показника, позитивно впливала на щільність плодів на час настання ними знімальної стиглості. Проте на період їх споживчої стиглості у 2016 році яблука відзначились найменшою щільністю за всі роки спостережень – 4,4–4,8 кг/см². Винятком був сорт Імант, його щільність становила 11,7 кг/см².

Математичний аналіз показав, що ГТК періоду росту і розвитку плодів був фактором, який впливав на щільність яблук. Коефіцієнт кореляції по сортах залежно від ГТК був зворотним і варіював у межах від 0,547 до 0,859. Для сорту Надзейни даний коефіцієнт був також високим, але не мав зворотної залежності ($r = 0,772$ та $0,986$).

Щільність яблук залежно від погодних умов і сорту в період знімальної стиглості дорівнювала 5,7–13,0 кг/см², споживчої – 5,1–11,7 кг/см². При цьому надмірна кількість опадів у вересні 2013 року сприяла найбільш швидкому втрачання опору клітинами яблук, за таких умов відзначено також ураження фізіологічними розладами. Недостатня кількість опадів за три місяці до збирання плодів, що нижче середнього багаторічного значення на 81,8 мм, у 2016 році також негативно впливала на щільність м'якуша плодів – вона була найменшою за роки спостережень.

Основні результати розділу були опубліковані у працях [25, 19, 29, 24].

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУК ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВОЇ ОБРОБКИ НАСАДЖЕНЬ ТА ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ

В умовах світової фінансової кризи гостро стоїть питання економічних показників виробництва. Щоб мати змогу конкурувати на ринку з іноземними виробниками економічно доцільним є довготривале зберігання яблук. При цьому отримання максимальних прибутків можливе за рахунок поєднання технологій щодо вирощування та зберігання плодів у цілому. Важливо також враховувати погодні чинники, які є одним з показників, що визначають не тільки тривалість зберігання яблук та їх товарність, а також і ціну реалізації, а отже, і фінансовий результат.

Доцільність позакореневого застосування новітніх біопрепаратів, які є нетоксичними для живих організмів та довкілля, доводиться високими показниками ефективності зберігання плодів, наведеними в таблиці 6.1. Як свідчать наведені дані, при позакореновому застосуванні Атоніку Плюс у варіанті 1 у сорту Шафран краснокутський відзначено найменшу собівартість 1 т плодів до зберігання (2379,8 грн), це було нижче, ніж при обприскуванні водою, на 2150,4 грн, та на 306 грн, ніж у контролі з даним препаратом. Зменшення собівартості вирощування яблук у вищезазначеному варіанті було за рахунок збільшення урожайності та меншої кількості обробок. Використання антитранспіранта при першій та другій хвилях опадання зав'язі, незважаючи на дороговизну внесення препарату, зменшило собівартість 1 т яблук, вона становила 3958,0 та 3514,1 грн відповідно, у контролі з H₂O даний показник був 4530,2 грн.

У сорту Мавка обидва варіанти з використанням Атоніку Плюс мали меншу собівартість, ніж контроль із водою – на 361,2 грн у контрольному варіанті з Атоніком Плюс та на 294,2 грн – з Атоніком Плюс у варіанті 1, і вона становила 1119,1 та 1186,1 грн відповідно. Суттєво більша за контроль з H₂O собівартість спостерігалась при обприскуванні Вапор Гардом у всіх варіантах спостережень.

**Економічна ефективність виробництва яблук залежно від позакореневої обробки насаджень
(у середньому за 2013–2016 рр.)**

| Показники | Сорти | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Шафран краснокутський | | | | | | Мавка | | | | | |
| | К Н ₂ О | А I (к ₁) | А II (В ₁) | ВГ III (к ₂) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) | К Н ₂ О | А I (к ₁) | А II (В ₁) | ВГ III (к ₂) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| Виробничі витрати на 1 га, грн/га | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 | 37600 |
| Урожайність, т/га | 8,3 | 14 | 15,8 | 8,8 | 9,5 | 10,7 | 25,4 | 33,6 | 31,7 | 19,8 | 19,3 | 21,3 |
| Собівартість 1 т плодів до зберігання, грн/т | 4530,2 | 2685,8 | 2379,8 | 4272,8 | 3958,0 | 3514,1 | 1480,3 | 1119,1 | 1186,1 | 1899,0 | 1948,2 | 1765,3 |
| Тривалість зберігання, днів | 103 | 118 | 130 | 105 | 117 | 120 | 97 | 106 | 118 | 98 | 105 | 104 |
| Виробничі витрати на зберігання 1 т плодів, грн/т | 1009,4 | 1156,4 | 1274 | 1029 | 1146,6 | 1176 | 950,6 | 1038,8 | 1156,4 | 960,4 | 1029 | 1019,2 |
| Собівартість 1 т плодів після зберігання, грн/т | 5024,6 | 3970,3 | 3729,5 | 5552,9 | 5569,8 | 5103,2 | 2430,9 | 2211,3 | 2380,3 | 2971,0 | 3206,2 | 2992,0 |
| Вихід стандартної продукції, кг/т, з яких: | 950 | 960 | 970 | 960 | 970 | 960 | 930 | 940 | 900 | 950 | 900 | 860 |
| вищого сорту | 300 | 500 | 680 | 560 | 630 | 520 | 320 | 530 | 680 | 500 | 620 | 520 |
| першого сорту | 650 | 460 | 290 | 400 | 340 | 440 | 610 | 410 | 220 | 450 | 280 | 340 |
| Середня ціна реалізації після зберігання, 1т плодів, грн | 5500 | 6300 | 6800 | 6500 | 6700 | 6400 | 5000 | 6000 | 6800 | 5800 | 6200 | 6000 |
| Виручка від реалізації плодів після зберігання, грн/т | 5225 | 6048 | 6596 | 6240 | 6499 | 6144 | 4650 | 5640 | 6120 | 5510 | 5580 | 5160 |
| Прибуток від реалізації плодів після зберігання, грн/т | 200,4 | 2077,7 | 2866,5 | 687,1 | 929,2 | 1040,8 | 2219,1 | 3428,7 | 3739,7 | 2539,0 | 2373,8 | 2168,0 |
| Рівень рентабельності, % | 4 | 52 | 77 | 12 | 17 | 20 | 91 | 155 | 157 | 85 | 74 | 72 |

Найменшу собівартість зберігання 1 т плодів залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами відзначено в двох варіантах із застосуванням фітостимулятора в обох зимових сортів, при цьому, як зазначалося раніше, тривалість зберігання яблук при позакореневій обробці Атоніком Плюс була найвищою з усіх варіантів спостережень.

Найбільший прибуток від реалізації плодів після зберігання отримано у варіантах із позакореневим застосуванням біопрепаратів, оскільки ціна реалізації яблук була вищою за рахунок кращого виходу товарних плодів після зберігання: у варіантах із позакореневою обробкою насаджень яблуні Атоніком Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі та Вапор Гарду – при першій хвилі в сортів Шафран краснокутський та Мавка було отримано по 680 кг/т яблук вищого товарного сорту, а першого відповідно – 290 та 220 кг/т, сумарний вихід продукції після зберігання дорівнював 970 та 900 кг/т. Найвищий прибуток зареєстровано у варіанті 1 з Атоніком Плюс – 2866,5 грн у Шафрана краснокутського та 3739,7 грн. – у Мавки, дані показники перевищили відповідні контрольні з H₂O та фітостимулятором на 2666,1 та 1520,6 грн.

Відповідно до рівня рентабельності в сорту Шафран краснокутський оптимальним було застосування двократної обробки Атоніком Плюс. Даний показник становив 77 %, що перевищувало контроль із водою та даним препаратом на 73 та 25 % відповідно. Рентабельним у сорту Мавка було використання позакореневої обробки біопрепаратами – всі досліджувані та контрольні варіанти перевищували варіант із застосування H₂O. Оптимальним було використання Атоніку Плюс в обох варіантах, показники рентабельності були найбільшими – 155 та 157 % відповідно. Таким чином, закономірним є висновок, що позакоренева обробка фітостимулятором при другій хвилі опадання зав'язі для зимових сортів є ефективним засобом для підвищення врожайності, економічної рентабельності, отримання максимальних прибутків від реалізації плодів після зберігання та безпеки для довкілля за рахунок зменшення кількості обробок.

Погодні чинники мали суттєвий вплив на товарність та урожайність сортів, а отже, і на економічну ефективність їх зберігання (табл. 6.2).

**Економічна ефективність вирощування плодів яблуні залежно від погодних чинників
(сезон зберігання 2013–2016 рр.)**

| Сорти | Рік | Показники | | | | | | | | |
|----------|------|--|---|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--|---|--|---------------------------------|
| | | собівартість 1 т плодів до зберігання, грн | виробничі витрати на зберігання 1 т плодів, грн | собівартість 1 т плодів після зберігання, грн | тривалість зберігання, днів | вихід стандартної продукції, т | ціна реалізації після зберігання 1т плодів, грн | виручка від реалізації плодів після зберігання, грн/т | прибуток від реалізації плодів після зберігання, грн/т | рівень рентабель ності, % |
| Алеся | 2013 | 1707 | 474,0 | 2181,0 | 79 | 770 | 3000 | 2310 | 129,0 | 5,9 |
| | 2014 | 3118 | 1162,0 | 4280,0 | 166 | 950 | 5000 | 4750 | 470,0 | 11,0 |
| | 2015 | 3270 | 600,0 | 3870,0 | 75 | 940 | 4500 | 4230 | 360,0 | 9,3 |
| | 2016 | 3450 | 813,4 | 4263,4 | 83 | 880 | 5000 | 4400 | 136,6 | 3,2 |
| Надзейни | 2013 | 1707 | 726,0 | 2433,0 | 121 | 770 | 3200 | 2464 | 31,0 | 1,3 |
| | 2014 | 3118 | 945,0 | 4063,0 | 135 | 880 | 6000 | 5280 | 1217,0 | 30,0 |
| | 2016 | 3450 | 813,4 | 4263,4 | 83 | 960 | 5300 | 5088 | 824,6 | 19,3 |
| Імант | 2013 | 1707 | 1050,0 | 2757,0 | 175 | 980 | 3500 | 3430 | 673,0 | 24,4 |
| | 2014 | 3118 | 1225,0 | 4343,0 | 175 | 870 | 5000 | 4350 | 7,0 | 0,2 |
| | 2015 | 3270 | 1520,0 | 4790,0 | 190 | 890 | 7000 | 6230 | 1440,0 | 30,1 |
| | 2016 | 3450 | 1577,8 | 5027,8 | 161 | 930 | 6800 | 6324 | 1296,2 | 25,8 |
| Сябріна | 2013 | 1707 | 726,0 | 2433,0 | 121 | 880 | 3000 | 2640 | 207,0 | 8,5 |
| | 2014 | 3118 | 770,0 | 3888,0 | 110 | 860 | 4600 | 3956 | 68,0 | 1,7 |
| | 2015 | 3270 | 1080,0 | 4350,0 | 135 | 980 | 5000 | 4900 | 550,0 | 12,6 |
| | 2016 | 3450 | 813,4 | 4263,4 | 83 | 980 | 4800 | 4704 | 440,6 | 10,3 |
| Ремо | 2013 | 1707 | 726,0 | 2433,0 | 121 | 980 | 3500 | 3430 | 997,0 | 41,0 |
| | 2014 | 3118 | 770,0 | 3888,0 | 110 | 880 | 4500 | 3960 | 72,0 | 1,9 |
| | 2015 | 3270 | 600,0 | 3870,0 | 75 | 1000 | 4700 | 4700 | 830,0 | 21,4 |
| | 2016 | 3450 | 813,4 | 4263,4 | 83 | 1000 | 5000 | 5000 | 736,6 | 17,3 |

Як зазначалось раніше, показники якості яблук, тривалість їх зберігання та вихід стандартної продукції істотно залежали від погодних чинників періоду росту і розвитку плодів. Вони є складовими рентабельності яблук після зберігання.

Нашими дослідженнями встановлено, що погодні чинники, такі як сума активних температур понад 10 °С, опади та ГТК за період від початку вегетації до збирання урожаю впливали на рентабельність зберігання плодів. Оптимальним роком для вирощування яблук сортів Алєся та Надзєйни був 2014-й, коли сума активних температур понад 10 °С за період росту і розвитку яблук становила 2759,3 °С, опадів випало 399,8 мм, ГТК – на рівні 1,45. Сума опадів, а також ГТК даного року перевищили середнє багаторічне значення на 80,8 мм та 0,25 відповідно. Прибуток від реалізації дорівнював 470 та 1217 грн/т відповідно, рівень рентабельності становив 11 та 30 %. Для решти сортів 2014 рік був малорентабельним, а прибуток – найменшим за роки спостережень. У сортів Ремо, Імант та Сябріна понад 12 % плодів уражувалися грибними гнилями через надмірну кількість опадів за період росту і розвитку плодів, прибуток від реалізації плодів становив 72; 7,0 та 68 грн/т, рівень рентабельності –1,9; 0,2 та 1,7 % відповідно.

Великий прибуток від реалізації плодів після зберігання був отриманий у 2015 році в сортів Імант та Сябріна, він дорівнював 1440,0 та 550,0 грн, рівень рентабельності становив 30,1 та 12,6 %. У цьому році було зареєстровано недостатню, порівняно із середнім багаторічним показником, кількість опадів за період від початку вегетації до збирання урожаю на рівні 92,4 мм (багаторічне значення – 319 мм), ГТК був 0,35.

Значна сума опадів (145 мм) у вересні 2013 році негативно позначилась на якості плодів, за таких умов вихід стандартної продукції у сортів Алєся та Надзєйни був меншим (по 770 кг/т відповідно), ніж в інші роки спостережень: значна кількість яблук в Алєсі уражалась фізіологічними розладами (45 %), у Надзєйни – грибними гнилями (23 %). За таких умов прибуток від реалізації яблук був найменшим – 129 та 31 грн/т. Виняток становив сорт Ремо: високий рівень рентабельності (41 %) та прибуток від реалізації (997 грн/т) отримано в 2013 році, коли сума активних

температур ≥ 10 °C за період від початку вегетації до збирання урожаю становила 2899,4 °C, а опадів випало 360,8 мм.

Отже, економічно вигідним було зберігання плодів яблуні, проте необхідно враховувати погодні чинники, які мали вплив на лежкість та вихід стандартної продукції після зберігання, а отже, й на показники економічної ефективності. Негативний вплив на товарність продукції у сортів Алєся та Надзейни мала значна сума опадів (145 мм) за два тижні до збору урожаю – яблука цих сортів уражалися в'яненням та грибними гнилями, прибуток був найменшими за роки спостережень. Велика сума опадів (399,8 мм) за період вегетації у сортів Ремо, Імант та Сябрїна через ураження грибними гнилями забезпечила найменший прибуток та рівень рентабельності. Тому, зважаючи на погодні чинники, особливо суму опадів за період росту і розвитку яблук та безпосередньо перед збором урожаю, необхідно планувати тривалість зберігання плодів та напрям подальшого їх використання.

ВИСНОВКИ

На основі всебічного аналізу літературних джерел, теоретичного обґрунтування й вивчення впливу препаратів, які належать до IV класу небезпечності, та погодних чинників на формування і збереження показників якості плодів яблуні можна зробити такі висновки:

1. За результатами досліджень у сортів Шафран краснокутський та Ямба максимальна урожайність (15,8 та 26,2 т/га відповідно) була у варіанті, де позакоренево використовували Атонік Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі та збором урожаю, у сорту Мавка – у контрольному варіанті з Атоніком Плюс (33,6 т/га).

2. Встановлено, що позакоренева двократна обробка насаджень яблуні сортів Мавка та Ямба Атоніком Плюс сприяла інтенсивнішому накопиченню їхніми плодами СРР, цукрів та вітаміну С. Вміст СРР на період знімальної стиглості становив 14,0 та 11,0 %; цукрів – 10,3 і 7,1 %; вітаміну С – 5,0 і 8,1 мг/100 г відповідно.

3. Доведено, що у варіантах, відібраних із насаджень, де використовували Атонік Плюс перед другою хвилею опадання зав'язі, у сортів Шафран краснокутський та Мавка протягом їх зберігання спостерігалось уповільнення деструктивних змін у клітинній оболонці яблук, кількість протопектину на період споживчої стиглості становила 0,72 та 0,74 %, при цьому в даних варіантах щільність яблук була найбільшою – 6,5 і 6,8 кг/см² відповідно.

4. Відзначено, що яблука сорту Шафран краснокутський та Мавка при позакореневій обробці насаджень Атоніком Плюс, застосованим перед другою хвилею опадання зав'язі, в умовах звичайного охолодженого середовища зберігали свої товарні показники якості протягом 130 та 118 діб, у контролі з водою – 103 та 96 діб відповідно.

5. Визначено регуляторну властивість дії препаратів Вапор Гард та Атонік Плюс у зимових сортів, що проявлялося за умов недостатньої вологозабезпеченості й зумовлювалося зменшенням площі листків. Це сприяло зниженню витрат води рослинами й забезпечувало безперервний оптимальний водний баланс; водночас загальна товщина листка збільшувалася за рахунок як палисадного шару (більшою

мірою), так і губчатого. Останнє позитивно позначалося на підвищенні фотосинтетичної активності, що контролювало індукцію флуоресценції хлорофілу й супроводжувалося накопиченням СРР, а отже, збільшувалася ППЦЛ.

6. Доведено: ГТК на рівні 0,87 на початкових етапах росту і розвитку плодів був оптимальним для акумулювання максимальної кількості СРР і цукрів плодами досліджуваних сортів яблуні, а умови з ГТК на рівні 2,5 за згаданий період негативно позначилися на накопиченні цих речовин. Обернена закономірність простежується при накопиченні аскорбінової кислоти.

7. Зауважено, що стабільністю вмісту СРР (коливання за роками 13,5–14,3 %), аскорбінової кислоти (8,9–10,7 мг/100 г сирової маси) та фенольних сполук (174–218 мг/100 г) на період знімальної стиглості відзначилися плоди сорту Алеся; коефіцієнт варіації не перевищував 9 %.

8. Економічно доведено, що позакоренева обробка насаджень яблуні зимових сортів Атоніком Плюс (перед другою хвилею опадання зав'язі та збором урожаю) підвищила рівень рентабельності за рахунок збільшення кількості товарної продукції після зберігання та прибутку від реалізації яблук: порівняно з контрольним варіантом з H₂O на 73 % у сорту Шафран краснокутський та на 66 % – у Мавки він становив 77 та 157 % відповідно.

9. Визначено, що оптимальними є САТ \geq 10 °С за період росту і розвитку яблук на рівні 2759,3 °С та 399,8 мм опадів для отримання максимального рівня рентабельності й довготривалого зберігання яблук сортів Алеся та Надзейни, на рівні 2671,8°С та 92,4 мм відповідно – для Іманту та Сябрини, а на рівні 2899,4 °С та 360,8 мм – для Ремо.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. З метою підвищення врожайності, отримання високотоварної продукції та, відповідно, економічного ефекту виробництва плодів яблуні проводити позакореневу обробку дерев фітостимулятором Атонік Плюс. Для зменшення навантаження на довкілля даний препарат має бути застосований двократно: перед другою хвилею опадання зав'язі та перед збором урожаю.

2. Для підвищення товарності та лежкості яблук, а також поліпшення їх С-вітамінності та вмісту сухих розчинних речовин у плодах використовувати позакореневу обробку Вапор Гардом двократно: при першій хвилі опадання зав'язі та перед збором урожаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусик Ю. Ю. Адаптивність нових сортів малини до умов Правобережної підзони Західного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.07 «Плодівництво» / Ю. Ю. Андрусик.– К., 2008. – 20 с.
2. Андрусик Ю. Ю. Структурно-функціональний стан листків малини залежно від адаптивності до ґрунтових умов / Ю. Ю. Андрусик, О. І. Китаєв // Садівництво. –2007. – № 60. – С. 258–263.
3. Бабець М. Д. Як краще зберігати яблука / М. Д. Бабець, В. С. Солдатенко. – Ужгород: Карпати, 1974. – 73 с.
4. Бабінцева Н. О. Формування продуктивності яблуні в насадженнях передгірної зони Криму : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.07 «Плодівництво»/ Н. О. Бабінцева– К., 2008. – 22 с.
5. Байберова С. С. Вплив погодних умов вегетаційного періоду на збереженість яблук у Південному Лісостепу України / С. С. Байберова, М. Є. Сердюк // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2013. – № 1. – С. 171–177.
6. Балабак А. В. Еколого-біологічні аспекти застосування біостимуляторів росту рослин / А. В. Балабак. // Збірник тез IV Міжвузівської наук.-практ. конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства», м. Умань, 16–17 жовтня. – Умань, 2014. – С. 38–39.
7. Богач Г. Біопрепарати для зерняткових / Г. Богач, О. Богач. // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 2. – С. 24–25.
8. Бондаренко В. А. Продуктивність яблуні сорту Голден Делішес на підщепі М9 в зрошуваному насадженні залежно від позакореневого підживлення магнієм та мікроелементами в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.07 «Плодівництво» / В. А. Бондаренко. – Умань, 2005. – 18 с.
9. Боровик Е. С. Влияние биорегулятора Эпин на рост, плодоношение и качество плодов яблони / Е. С. Боровик, И. С. Леонович, Н. Г. Капичникова // Плодоводство. – 2010. – Т. 22. –С. 60–66.

10. Боровик Е. С. Влияние некорневого внесения бора и кальция на рост и развитие яблони в плодоносящем саду / Е. С. Боровик // Матер. II международного симпозиума, посвященного 80-летию со дня рождения А. С. Девятова: «Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях», пос. Самохваловичи, 12–15 августа 2003 г. – Минск, 2003. – С. 110–112.
11. Бородай О. Ю. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність та економічну ефективність вирощування яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) / О. Ю. Бородай // Садівництво. – 2011. – № 64. – С. 148–155.
12. Бруйло А. С. Влияние микроудобрений, их сочетаний и способов внесения на пигментный состав листьев яблони в плодоносящем саду / А. С. Бруйло, В. А. Самусь, О. И. Камзолова // Плодоводство. – 2002. – Т. 14. – С. 53–57.
13. Бруйло А. С. Питательные и вкусовые качества плодов яблони при некорневой подкормке микроэлементами / А. С. Бруйло, В. Н. Тимофеева // Техника и технология пищевых производств: Вторая Междунар. науч.-техн. конференция: тез. докл. – Могилев: Изд-во Могилев. технол. ин-та, 2000. – С. 110–111.
14. «Валагро»: надежная защита растений от стресса и уверенность в будущем урожае // Напої. Технології та інновації. – 2016. – № 8. – С. 32–35.
15. Василенко В. І. Особливості функціонування листкового апарату дерев вишні / В. І. Василенко, О. І. Китаєв // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 3. – С. 41–49.
16. Василенко В. І. Функціональна діагностика елітних гібридних форм вишні звичайної / В. І. Василенко, Н. В. Мойсейченко, О. І. Китаєв, В. В. Груша // Садівництво. – 2015. – № 70. – С. 169–175.
17. Визначення розчинних сухих речовин рефрактометричним методом (ISO 2173:2003 IDT): ДСТУ ISO 2173:2007. – [Чинний від 2007-09-12] – К.: Держспоживстандарт, 2010. – 11 с. (Національний стандарт України).
18. Винцковская Ю. Ю. Влияние антитранспиранта Вапор Гард на содержание пигментов и функциональное состояние листового аппарата яблони (*Malus Domestica Borkh.*) / Ю. Ю. Винцковская, О. И. Китаев // ŞTIINŢA AGRICOLĂ. Chişinău. – 2017. – № 1. – С. 39–43.

19. Вінцковська Ю. Ю. Вплив позакореневої обробки насаджень яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) біопрепаратами на формування показників якості плодів/ Ю. Ю. Вінцковська// Вісник Полтавської державної аграрної академії. –2016. – № 1–2.– С. 107–112.
20. Вінцковська Ю. Ю. Вплив умов західного Лісостепу на формування якості плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Вінцковська // Садівництво. – 2015. – № 69. – С. 138–145.
21. Вінцковська Ю. Ю. Вплив антитранспіранта Вапор Гард на вміст хлорофілів і функціональний стан листового апарату дерев яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Вінцковська, О. І. Китаєв, В. В. Груша// Міжнародна наук.-практ. конференція «Новітні агротехнології: теорія і практика», присвячена 95-річчю від дня застосування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, 11 липня 2017 р. – К., 2017. – С. 70.
22. Вінцковська Ю. Ю. Вплив антитранспіранта Вапор Гард на фізичні показники плодів яблуні сорту Мавка/ Ю. Ю. Вінцковська // Тези Всеукр.наук.-практ. конференція молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва». – Оброшино, 2014. – С. 11–12.
23. Вінцковська Ю. Ю. Вплив біостимулятора Атонік Плюс на функціональний стан листового апарату яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Ю. Ю. Вінцковська, О. І. Китаєв, В. В. Груша// Садівництво. – 2016. –№ 71.– С. 152–159.
24. Вінцковська Ю. Ю. Вплив погодних умов періоду росту і розвитку плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) на їх лежкоздатність/ Ю. Ю. Вінцковська //Вісник Харківського національного аграрного університету. – 2016. – № 2. – С. 21–29.
25. Вінцковська Ю. Ю. Вплив умов вирощування на збереження показників якості плодів яблуні білоруської селекції/ Ю. Ю. Вінцковська// Тези Міжнародної наук.-практ. конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації», м. Київ, 1–3 червня 2015 р. – К., 2015. – С. 14–15.
26. Вінцковська Ю. Ю. Вплив фітостимулятора Атонік Плюс на вміст сухих розчинних речовин у плодах яблуні сорту Мавка/ Ю. Ю. Вінцковська // Тези VI

Всеукр. наук.-практ. конференції «Біологічні дослідження-2015». – Житомир, 2015. – С. 349–351.

27. Влияние микроэлементов (Mn, Zn, B), их комбинаций и способов внесения на продуктивность яблони в условиях западной части Республики Беларусь/ А. С. Бруйло, В. А. Самусь, О. И. Камзолова, С. Ю. Соколев// Плодоводство: Матер. междунар. науч. конференции «Современное плодоводство: состояние и перспективы развития», посвященной 80-летию основания Института плодоводства НАН Беларуси. – пос. Самохваловичи, 2005. – Т. 17, Ч. 1. – С. 159–165.

28. Влияние некорневой подкормки микроэлементами на функциональное состояние деревьев яблони, урожайность и лежкость плодов / [Л. М. Левчук, О. С. Горб, В. А. Скряга и др.]. // Матер. Междунар. науч. конференции, посвященной 85-летию Института плодоводства «Интенсификация плодоводства Беларуси: традиции, достижения, перспективы», пос. Самохваловичи, 1 сентября – 1 октября 2010 г. – 2010. – С. 195–199.

29. Войток Т. І. Вплив погодних умов на формування сировинних властивостей плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/ Т. І. Войток, Ю. Ю. Вінцковська// Садівництво. – 2015. – № 70.– С. 155–161.

30. Вплив позакореневої обробки макроелементами на ріст, врожайність та функціональний стан дерев яблуні / [О. С. Горб, О. І. Китаєв, В. А. Скряга, С. В. Карпова]// Садівництво. – 2010. – № 63. – С. 134–141.

31. Вплив температури зберігання та сортових особливостей яблуні на лежкоздатність її плодів / Г. С. Гайдай, І. В. Гайдай, Н. А. Луценко, Н. А. Бобко // Вісник Уманського національного університету садівництва. – 2012. – № 1. – С. 84–94.

32. Гнатюк В. Листкове живлення саджанців / В. Гнатюк // Садівництво по-українськи. – 2016.– № 1 (13) – С. 56–59.

33. Гончарук Ю. Д. Збалансованість фотосинтезу та репродуктивних процесів у різних за походженням імунних до парші сортів яблуні / Ю. Д. Гончарук // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 7. – С. 24–28.

34. Горб О. С. Вплив позакореневої обробки макро- і мікроелементами на ріст і функціональний стан саджанців яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) у розсаднику / О. С. Горб, В. А. Кривошапка, О. І. Китаєв // Садівництво. – 2015. – № 69. – С. 118–124.
35. Горб О. С. Листкове живлення яблуні / О. С. Горб, О. І. Китаєв // Садівництво по-українськи. – 2014. – Червень. – С. 16–18.
36. Горб О. С. Вплив позакореневої обробки мікроелементами на дерева яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) / О. С. Горб, О. І. Китаєв, В. А. Скрыга, С. В. Карпова // Садівництво. – 2009. – № 62. – С. 212–219.
37. Гриник І. В. Актуальні дослідження і розробки Інституту садівництва НААН та його мережі / І. В. Гриник, О. М. Бублик. – К.: КТ «Забеліна-Фільковська Т. С. і компанія Київська нотна фабрика», 2016. – 178 с.
38. Гудковский В. А. Система сокращения потерь и сохранения качества плодов и винограда при хранении : [методические рекомендации] / В. А. Гудковский. – Мичуринск, 1990. – 120 с.
39. Гудковский В. А. Меры повышения устойчивости плодов к грибной инфекции в период длительного хранения / В. А. Гудковский, Е. В. Скрыпникова // Прогрессивные методы хранения плодов, овощей, зерна: Матер. междунар. науч.-метод. конференции, г. Воронеж, 27–28 апреля 2004 г. – Воронеж: Кварта, 2004. – С. 38–44.
40. Гудковский В. А. Эффективность ингибиторов этилена в предотвращении поражения плодов физиологическим и грибными заболеваниями в период хранения и доведения до потребителя / В. А. Гудковский // Прогрессивные методы хранения плодов, овощей, зерна: Матер. междунар. науч.-метод. конференции, г. Воронеж, 27–28 апреля 2004 г. – Воронеж: Кварта, 2004. – С. 3–13.
41. Демиденко О. В. Колообіг органічного вуглецю в агроценозах різноротаційних сівозмін / О. В. Демиденко, І. С. Шаповал, В. А. Величко // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 3. – С. 56–62.
42. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2016 році.

43. Довідник по зберіганню плодів ягід і винограду / [В. І. Майдебур, І. Б. Кангіна, Є. В. Михайлова та ін.]. – К.: Урожай, 1987. – 264 с.
44. Дорошенко Т. Н. Оптимизация продукционного процесса плодовых растений при использовании макро- и микроэлементов в качестве некорневого питания [Электронный ресурс] / Т. Н. Дорошенко, С. С. Чумаков, Д. В. Максимцов // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – Режим доступа к ресурсу: <http://journal.kubansad.ru/pdf/13/01/10.pdf>.
45. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропроиздат, 1985. – 352 с.
46. Драгавцева И. А. Анализ тенденций наступления природных стресс-факторов среды и преодоление их негативного воздействия на плодовые культуры юга России / И. А. Драгавцева, А. А. Кузьмина, С. Н. Артюх. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – 48 с.
47. Дульнев П. Регулятори росту для саду / П. Дульнев // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 2. – С. 38.
48. Дышкант Д. Современные технологии в выращивании и хранении яблок / Д. Дышкант // Овощи и фрукты. – 2016. – № 9. – С. 66–68.
49. Екологічно безпечний метод зменшення загару яблук після зберігання / [П. В. Кондратенко, Л. М. Шевчук, Л. М. Левчук та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 10. – С. 53–55.
50. Заболотна А. В. Листкова поверхня та чиста продуктивність кукурудзи за обробки її насіння регуляторами росту рослин / А. В. Заболотна, О. І. Заболотний // Матеріали Всеукр. наук. конференції «Інноваційні технології виробництва рослинної продукції», м. Умань, 20 квітня 2016 р. – Умань, 2016. – С. 34–36.
51. Золотухіна Л. М. Біологічно активні речовини у плодах яблуні [Електронний ресурс] / Л. М. Золотухіна // Наукові доповіді НАУ. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.nbuu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08zlmntat.pdf> 7.
52. Ильинский А. А. Плодовый сад на юге / А. А. Ильинский, С. С. Рубин. – М.: Колос, 1968. – 367 с.

53. Исаева Е. В. Атлас болезней плодовых и ягодных культур / Е. В. Исаева. – К.: Урожай, 1977. – 160 с.
54. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції флуоресценції хлорофілу: Методичні вказівки для студентів біологічного факультету / [О. В. Брайон, Д. Ю. Корнеєв, О. О. Снегур, О. І. Китаєв]. – К: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2000. – 15 с.
55. Капичникова Н. Г. Влияние некорневого внесения удобрений на урожайность яблони / Н. Г. Капичникова // Плодоводство:РУП «Институт плодоводства». – 2009. –Т. 21.– С. 82–84.
56. Карапетян Н. В. Переменная флуоресценция хлорофилла как показатель физиологического состояния растений / Н. В. Карапетян, Н. Г. Бухов // Физиология растений.– 1986. –Т. 33, № 5. – С. 1013–1026.
57. Кирик М. М. Діагностика вірусної інфекції смородини чорної та малини методом індукції флуоресценції хлорофілу листків / М. М. Кирик, Ю. М. Таранухо, М. П. Таранухо та ін. // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 10. – С. 26–28.
58. Китаєв О. І. Діагностика функціонального стану плодових рослин методом індукції флуоресценції хлорофілу / О. І. Китаєв, В. А. Кривошопка // Садівництво. – 2012. – № 66. – С. 215–221.
59. Китаєв О. Портативний хронофлуориметр для експрес-діагностики фотосинтезу «Флоратест» / О. Китаєв, П. Клочан, В. Романов // Зб. доповідей конференції-звіту з комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України у галузі сенсорних систем та технологій, м. Київ, лютий 2005 р. – К., 2005. – С. 59.
60. Колісник Н. М. Біостимулятори-добрива виробництва ПП «Біоконверсія» – вагомий резерв підвищення врожайності / Н. М. Колісник, Б. В. Тимофійчук, В. М. Сендецький. // Матеріали Всеукр. наук.конференції «Інноваційні технології виробництва рослинної продукції», Умань, 20 квітня 2016. – Умань, 2016. – С. 48–51.
61. Колтунов В. А. Підвищення стійкості плодоовочевої продукції проти хвороб при зберіганні / В. А. Колтунов, В. В. Бородай. – К.: Колообіг, 2007. – 216 с.

62. Колупаєв Ю. Є. Роль сигнальних систем і фітогормонів у реалізації стресових реакцій рослин / Ю. Є. Колупаєв, І. В. Косаківська // Укр. ботанічний журнал. – 2008. – № 3. – С. 418–430.
63. Кондратенко П. В. Адаптація яблуні в Україні / П. В. Кондратенко. – К.: Світ, 2001. – 191 с.
64. Кондратенко П. В. Адаптивність яблуні в Україні : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.07 «Плодівництво»/ П. В. Кондратенко. – К., 2000. – 36 с.
65. Кондратенко П. В. Методика оцінки якості плодово-ягідної продукції / П. В. Кондратенко, Л. М. Шевчук, Л. М. Левчук. – К.: СПД Жителєв С. І., 2008. – 80 с.
66. Кондратенко П. В. Основи сортової агротехніки яблуні / П. В. Кондратенко, І. К. Омельченко, В. М. Жук // Садівництво. – 2007. – № 60. – С. 5–19.
67. Кондратенко П. В. Формування якості плодів зимових сортів / П. В. Кондратенко, І. Б. Кангіна // Садівництво. – 1998. – № 47. – С. 28–33.
68. Кондратенко П. В. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами/ П. В. Кондратенко, М. О. Бублик. – К.: Аграрна наука, 1996 р.–95 с.
69. Кондратенко П. В. Оцінка продовольчого забезпечення населення України плодами та ягодами/ П. В. Кондратенко, І. А. Сало // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 8. – С. 68–71.
70. Кондратенко П. В. Аскорбінова кислота у плодах яблуні/ П. В. Кондратенко, Л. М. Золотухіна// Садівництво. – 2007. – № 60. – С. 204–208.
71. Кондратенко П. В. Помологія. Яблуня/ За заг. ред. П. В. Кондратенка, Т. Є. Кондратенко. – Вінниця: ТОВ «Нілан – ЛТД», 2013. – 626 с.
72. Кондратенко Т. Є. Як впливає клімат/ Т. Є. Кондратенко // Садівництво по-українськи. – 2015. – № 2. – С. 24–26.
73. Кондратенко Т. Є. Ринок яблук в Україні / Т. Є. Кондратенко, Л. М. Барабаш // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 6. – С. 10–13.
74. Кондратенко Т. Є. Фізіологія цвітіння / Т. Є. Кондратенко // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 2. – С. 18–19.

75. Кондратенко Т. Є. Яблуня в Україні. Сорти / Т. Є. Кондратенко. – К.: Світ, 2001. – 304 с.
76. Кондратенко Т. Є. Біохімічний склад і смакові якості плодів районованих сортів яблуні залежно від зони вирощування/ Т. Є. Кондратенко// Садівництво. – 2002. – № 54. – С.34–41.
77. Кондратенко Т. Є. Сорти яблуні для промислових і аматорських садів України / Т. Є. Кондратенко. – К.: ТОВ «Манускрипт – АСВ», 2010. – 397 с.
78. Концепція державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012–2016 роки. – К., 2011. – 11 с.
79. Корнеев Д. Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла / Ю. Д. Корнеев. – К.: Альтерпресс, 2002. – 188 с.
80. Корсаков К. В. Гумат калия/натрия с микроэлементами / К. В. Корсаков, Д. В. Марахтанов. – Саратов, 2006. – 28 с.
81. Корсун С. Г. Індукція флуоресценції хлорофілу в листках кукурудзи за умов забруднення важкими металами / С. Г. Корсун, В. В. Груша, Н. І. Довбаш // Агроекологічний журнал. – 2015. – № 2. – С. 36–41.
82. Крамер И. Физиология древесных растений / И. Крамер, Т. Козловский. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 628 с.
83. Красноштан С. К. Пектинові речовини плодово-ягідної продукції та їх значення у профілактичних і лікувальних цілях / С. К. Красноштан // Садівництво. – 1998. – №47. – С. 229–235.
84. Криворот А. М. Технологии хранения плодов / А. М. Криворот. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – 262 с.
85. Кривошاپка В. А. Яким став наш клімат / В. А. Кривошاپка, О. І. Китаєв // Садівництво по-українськи. – 2016. – № 8. – С. 38–41.
86. Кудрявец Р. П. Продуктивность яблони / Р. П. Кудрявец. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
87. Кушниренко М. Д. Водный режим и засухоустойчивость плодовых растений / М. Д. Кушниренко. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1967. – 328с.

88. Кушниренко М. Д. Способы определения сроков полива и засухоустойчивости плодовых растений / М. Д. Кушниренко, Г. П. Курчатова. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 32 с.

89. Лежкоспособность плодов и факторы, снижающие их потери при длительном хранении / [Н. С. Бажуряу, И. С. Ппушой, Э. Д. Коган, В. А. Тодираш]. – Кишинев: Штиинца; Академия наук Республики Молдовы; Ин-т физиологии растений, 1993. – 96 с.

90. Леонович И. С. Влияние биологических и минеральных удобрений на рост и продуктивность деревьев яблони сорта Чаравница / И. С. Леонович, Т. В. Рябцева // Плодоводство. – 2002. – Т. 14. – С. 48–51.

91. Макаркина М. А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на некоторые показатели химического состава плодов яблони / М. А. Макаркина // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 1. – С. 4–5.

92. Макарова Д. Г. Адаптивність і продуктивність сорто-підщепних комбінацій яблуні в умовах Правобережної підзони Західного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.07 «Плодівництво»/ Д. Г. Макарова. – К., 2011. – 196 с.

93. Макарова Д. Г. Жаростійкість і водний режим сорто-підщепних комбінацій яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) / Д. Г. Макарова, О. І. Китаєв, В. М. Васюта // Садівництво. – № 63. – С. 164–178.

94. Макарова Д. Г. Потенційна продуктивність та сумісність сортів яблуні на клонових підщепах селекції ІС НААН/ Д. Г. Макарова, О. І. Китаєв // Вісник Львівського аграрного університету. – 2008. – № 12. – С. 97–101.

95. Мамедов Д. Ш. Влияние комплексных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста на урожай яблони / Д. Ш. Мамедов, Ф. Г. Алиев // Матер. междунар. науч. конференции, посвященной 85-летию Института плодоводства «Интенсификация плодоводства Беларуси: традиции, достижения, перспективы», пос. Самохваловичи, 1 сентября – 1 октября 2010 г. – пос. Самохваловичи, 2010. – С. 190–195.

96. Манзій В. В. Продуктивність яблуні залежно від рівнів удобрення в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.07 «Плодівництво» / В. В. Манзій – Умань, 2000. – 18 с.

97. Марцинкевич Д. И. Влияние метеорологических условий периода вегетации и факторов выращивания на биохимический состав плодов яблони сорта Антей / Д. И. Марцинкевич, А. М. Криворот // Плодоводство: РУП «Институт плодководства». – 2009. –Т. 21.– С. 119–125.

98. Марцинкевич Д. И. Влияние некорневого применения препарата Фитовал на формирование качества плодов яблони сорта Имант в предуборочный период и их сохранность при длительном хранении / Д. И. Марцинкевич, А. М. Криворот // Матер. Междунар.науч. конференции, посвященной 75-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук Р. Э. Лойко «Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях», пос. Самохваловичи, 9–11 октября 2012 г. – пос. Самохваловичи, 2012. – С. 42–46.

99. Марцинкевич Д. И. Предварительная оценка влияния хелатных форм удобрений на лежкость плодов яблони сорта Имант / Д. И. Марцинкевич, А. М. Криворот // Матер.Междунар.науч. конференции, посвященной 75-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук Р. Э. Лойко «Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях», пос. Самохваловичи, 9–11 октября 2012 г. – пос. Самохваловичи, 2012. – С. 47–50.

100. Мельник І. О. Осіннє удобрення азотом і бором/І. О. Мельник //Новини садівництва. – 2015.–№4.– С.18.

101. Метлицкий Л. В. Основы биохимии плодов и овощей / Л. В. Метлицкий. – М.: Экономика, 1976. – 349 с.

102. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві/ [П. В. Кондратенко, М. О. Бублик, О. М. Шестопаля та ін.]; за ред. О. М. Шестопаля. – [2-е вид., зі зм. та доп.] / Науковий центр «Плодівництво» УААН; Інститут садівництва УААН. – К: ННЦ ІАЕ, 2006. – 140 с.

103. Міка А. Якість яблук у Європі / А. Міка // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 4. – С. 12–13.
104. Мірошниченко М. М. Агрохімічні прийоми адаптації сільськогосподарських культур до екстремальних погодно-кліматичних умов/ М. М. Мірошниченко, Б. С. Носко, Є. Ю. Гладкіх, Є. В. Панасенко та ін.// Вісник аграрної науки. – 2016. – № 3. – С. 5–10.
105. Надеждіна Н. Є. Водний потенціал листя як показник дефіциту вологи в яблуні / Н. Є. Надеждіна, О. М. Рознополов, Л. К. Кабіянен, Т. А. Сазонова // Вісник сільськогосподарської науки. – 1988. – № 6. – С. 29–32.
106. Найченко В. М. Залежність деяких показників якості плодів сливи та чорної смородини від погодних умов / В. М. Найченко // Садівництво. – 1999. – № 49. – С. 147–153.
107. Найченко Є. Азбука зберігання яблук / Є. Найченко // Напої. Технології та інновації. – 2016. – № 8. – С. 18–20.
108. Найченко Є. Листковий гамбіт / Є. Найченко. – Садівництво по-українськи. – 2017. – № 2. – С. 34–37.
109. Некос А. Н. Екологічна безпека фруктової сировини та продуктів її переробки / А. Н. Некос, І. В. Бодак, М. Б. Магомедова // Збірник тез IV Міжвузівської наук.-практ. конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства», м. Умань, 16–17 жовтня 2014 р. – Умань, 2014. – С. 38–39.
110. Нестеров Я. С. Листовая поверхность и количество хлорофилла у сортов яблони типа спур / Я. С. Нестеров, С. Є. Шипота // Сб. научн. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1988. – Т. 121. – С. 5–28.
111. Овсянников А. С. Метод оценки активности фотосинтеза листвы плодовых культур/ А. С. Овсянников // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г. А. Лобанова. – Мичуринск: Изд-во ВНИИС им. И. В. Мичурина, 1973. – С. 332–339.
112. Овчаренко С. Вибір сорту яблуні / С. Овчаренко // Садівництво по-українськи. – 2016. – № 5. – С. 22–24.

113. Омельченко А. М. Вплив позакореневого підживлення дерев груші (*Pirus Communis L.*) мікроелементами на лежкість плодів/ А. М. Омельченко// Садівництво. – 2012.–№ 66. – С.194–199.
114. Омельченко І. К. Культура яблуні в Україні / І. К. Омельченко. – К: Урожай, 2006. – 2-ге вид. – 302с.
115. Остроухова С. А. Микроэлементы в плодоводстве/ С. А. Остроухова, А. А. Виноградов // Вопросы интенсификации плодоводства, виноградарства и овощеводства в Узбекистане: Науч. тр. – Ташкент, 1978. – Вып. 79. – С.36–38.
116. Павел А. Р. Биохимическая характеристика и товарные качества плодов новых иммунных к парше сортов яблони ВНИИСПК : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство» / А. Р. Павел. – Орел, 2007. – 23 с.
117. Плоди яблуні. Втрати при зберіганні: ДСТУ 8297:2015. – [Чинний від 2017-01-07]. – К.:Держспоживстандарт, 2015.– 15с.
118. Плодівництво і ягідництво / [М. Ю. Гущин, Є. Ф. Дем'янець, Р. П. Дрозденко та ін.]. – К.: Урожай, 1982. – 2-ге вид., доп. і перероб. – 320 с.
119. Подгорная М. Ф. Повышение агробиологических и качественных показателей яблони сорта Голден Делишес в результате применения регулятора роста Атоник Плюс [Электронный ресурс] / М. Ф. Подгорная // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – Режим доступа к ресурсу: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/04/11.pdf>.
120. Полевой В. В. Физиология растений: Учеб. для биол. специальностей вузов / В. В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
121. Поперечна О. В. Яблука. Прогноз врожаю в Європі/ О. В. Поперечна // Садівництво по-українськи. – 2015. – № 5. – С. 12–15.
122. Попова В. П. Качественные показатели продукции садовых культур и винограда при обработке растений регуляторами роста нового поколения [Электронный ресурс] / В. П. Попова, Е. А. Черников, Т. Г. Фоменко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – Режим доступа к ресурсу: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/05/10.pdf>.

123. Попова В. П. Эффективность использования удобрений и регуляторов роста нового поколения для повышения продуктивности яблони [Электронный ресурс] / В. П. Попова, Т. Г. Фоменко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015. – Режим доступа к ресурсу: <http://journal.kubansad.ru/pdf/13/01/09.pdf>.

124. Потапенко А. Ю. Разработка элементов технологии возделывания винограда для управления его качеством при хранении / А. Ю. Потапенко, Е. Н. Медютова // Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях: Матер. Междунар. науч. конференции, посвященной 75-летию со дня рождения докт .с-г. наук Р. Э. Лойко. – пос. Самохваловичи, 9–11 октября 2012 г. – пос. Самохваловичи, 2012. – С. 70–74.

125. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – С. 192–218.

126. Причко Т. Г. Влияние погодных условий на формирование качественных показателей плодов яблони / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая // Плодоводство: РУП «Институт плодоводства». – 2012. – Т. 24. – С. 234–242.

127. Причко Т. Г. Влияние стресс-факторов в период вегетации на химический состав плодов яблони / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая // Фундаментальные и прикладные разработки, формирующие современный облик садоводства и виноградарства : сб. – Краснодар : СКЗНИИСиВ, 2011. – С. 308–315.

128. Причко Т. Г. Формирование качественных показателей плодов яблони в зависимости от погодных условий периода вегетации [Электронный ресурс] / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – Режим доступа к ресурсу: <http://journal.kubansad.ru/pdf/12/01/10.pdf>.

129. Причко Т. Г. Эффективность действия препаратов нового поколения, снижающих эффект солнечного поражения, на товарные качества и лежкость яблок [Электронный ресурс] / Т. Г. Причко, Т. Л. Смелик // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2013. – Режим доступа к ресурсу: <http://journal.kubansad.ru/pdf/13/02/06.pdf>.

130. Причко Т. Г. Влияние стресс-факторов в период вегетации на химический состав плодов яблони / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая // Фундаментальные и

прикладные разработки, формирующие современный облик садоводства и виноградарства: сб.– Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011.– С. 308–315.

131. Причко Т. Г. Изменение качественных показателей плодов яблони в процессе выращивания и хранения / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая, М. В. Карпушина // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – № 7 (1). – Шифр Информрегистра: 0421100126/0002. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/11/01/02.pdf>.

132. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ Под ред. академика РАСХН Е. Н. Седова, д. с.-х. н. Т. П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского НИИ селекции плодовых культур, 1999. – С. 608.

133. Продукти переробки фруктів та овочів. Методи визначення цукрів: ДСТУ 4954:2008. – [Чинний від 2008-03-21]. – К.: Держспоживстандарт, 2009. – 21 с. (Національний стандарт України).

134. Проценко Д. Г. Фізіологія рослин/ Д. Г. Проценко. – К.: Вища школа, 1978. – 2-ге вид., доп. і перероб. – 352 с.

135. Рибак Г. М. Пектинові речовини у плодах яблуні під час зберігання / Г. М. Рибак, Н. І. Перегуда // Садівництво. – 1975. – № 23. – С. 89–90.

136. Рубин Б. А. Курс физиологии растений: Учебник для ун-тов / Б. А. Рубин. – М.: Высшая школа, 1976. – 4-е изд., пер. и доп. – 576 с.

137. Рупасова Ж. А. Оценка влияния некорневого внесения макро-микроэлементных хелатных удобрений «Комплетет» на биохимический состав плодов яблони / Ж. А. Рупасова, Т. В. Рябцева // Плодоводство: РУП «Институт плодоводства». – 2012. – Т. 24. – С. 36–52.

138. Рутковський К. Зберігання яблук / К. Рутковський // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 6. – С. 68–72.

139. Рябцева Т. В. Эффективность некорневого внесения различных водорастворимых микро- и макроудобрений и полифункционального биопрепарата Экосил в саду яблони / Т. В. Рябцева, Т. М. Костюченко, Н. Г. Капичникова // Плодоводство: РУП «Институт плодоводства». – 2009. – Т. 21. – С. 99–109.

140. Рябцева Т. В. Фотосинтез яблони в связи с плотностью размещения деревьев / Т. В. Рябцева // Садівництво. –2005. – № 57. – С. 264–269.
141. Сало І. А. Перспективи експорту плодів з України / І. А. Сало // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 11. – С. 62–65.
142. Санін Ю. Мікродобрива гарантують прибуток / Ю. Санін // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 2. – С. 34–35.
143. Сапожникова Е. В. Химические особенности пектиновых веществ и связанные с ними детоксические свойства / Е. В. Сапожникова, В. П. Тищенко // Собрание трудов III Всесоюзного семинара по биологически активным (лечебным) добавкам. – Свердловск, 1968. – С. 359–362.
144. Седов Е. Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / Е. Н. Седов, М. А. Макаркина, Н. С. Левгерова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2007.– С. 48.
145. Седов Е. Н. Яблоня/ Е. Н. Седов.– Харьков: Фолио, 2002. – 320 с.
146. Седова З. А. Яблоки – высшим сортом/ З. А. Седова. – Тула: Приокское книжное изд-во, 1985. – 103 с.
147. Селекция яблони в средней полосе РСФСР. – Орел: Орловское отделение Приокского книжного издательства, 1973. – 351с.
148. Сердюк М. Є. Вплив екзогенної обробки антиоксидантами на динаміку фенольних речовин при зберіганні яблук / М. Є. Сердюк, В. В. Калитка, С. С. Байберова // Технологии и оборудование пищевых производств. – 2014. – № 5. – С. 17–22.
149. Сердюк М. Є. Окисний стрес і антиоксидантна система захисту плодів яблуні / М. Є. Сердюк, С. С. Байберова // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2. – С. 79–85.
150. Сердюк М. Є.Прогнозування якісних технічних показників плодів яблуні залежно від стресових абіотичних факторів[Електронний ресурс] / М. Є. Сердюк, С. С. Байберова //Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. –2014. – № 1. – С. 261–272. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2014_1_33

151. Система сокращения потерь и сохранение качества плодов и винограда при хранении. – Мичуринск: ВНИИС, 1990.–13 с.
152. Скрыга В. А. Господарсько-біологічна оцінка сортів і підщеп вишні в Північному Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.07. «Плодівництво». – К., 2007 – 210 с.
153. Слейчер Р. Водный режим растений / Р. Слейчер. – М.: Мир, 1970. – 365 с.
154. Сметанська І. Післязбиральна фізіологія та технологія зберігання плодовоовочевої продукції / Університет Гамбольдта та НАУ. Спільний європейський проект Tempus Taus / І. Сметанська, С. Х'юскен-Кайл. – К.: НААУ, 2004. – 150 с.
155. Соболев В. А. Позакореневе підживлення саджанців яблуні макро- та мікроелементами в розсаднику / В. А. Соболев, О. С. Горб // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 6. – С. 25–27.
156. Соболев В. А. Застосування комплексного добрива «Нутривант плюс плодівий» у плодоносному насадженні яблуні (*Malus Domestica Borkh.*)/В. А. Соболев, О. С. Горб, Д. І. Гречковський // Садівництво. –2010. – № 63.– С. 117–123
157. Сологуб Ю. І. Сучасні європейські нанотехнології та німецький досвід на ринку України – високоефективні мікродобрива Козир і Фолік / Ю. І. Сологуб, О. А. Ласинський// Овощи и фрукты. – 2015.–№ 2. – С. 78.
158. Сухойван А. Г. Изменения качества яблок поздних сроков созревания в процессе хранения в зависимости от условий выращивания в центральной Лесостепи УССР : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 05.18.03 «Первичная обработка, хранение зерна и другой продукции растениеводства»/ А. Г. Сухойван. – К., 1990. – 21 с.
159. Титаренко Т. Є. Вплив затоплення ґрунту на CO_2 -газообмін, транспірацію, вміст пластидних пігментів і флуоресценцію хлорофілу у плодівих рослин / Т. Є. Титаренко, Д. А. Кірізій, О. І. Китаєв // Физиология и биохимия культурных растений.– 2001. – Т. 33, № 3. – С. 268–274.

160. Тома С. И. Влияние микро- и макроэлементов на содержание пигментов и аскорбиновой кислоты в листьях деревьев яблони / С. И. Тома, Д. Н. Гроздов, А. С. Чекан. – Питание и продуктивность растений. – Кишинев: Штиинца, 1984. – С. 46–52.
161. Тооминг Х. Н. Солнечная радиация и формирования урожая / Х. Н. Тооминг. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.
162. Требушенко Є. І. Тривале зберігання плодів / Є. І. Требушенко. – К.: Урожай, 1972. – 104с.
163. Трохимчук А. І. Посухо- і жаростійкість сортів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) / А. І. Трохимчук, Д. Г. Макарова // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2012. – С. 24–28.
164. Трунов И. А. Водный режим плодовых и ягодных культур/ И. А. Трунов, И. П. Хлустович // Садоводство и виноградарство. – 1998. – № 1. – С. 6–7.
165. Указания по проведению массовых аналитических и технологических исследований почвы плодов и ягод / Ответ. за выпуск Н. П. Грабовский. – К.: Главпродвинпром УССР; Украинский НИИ садоводства, 1982.
166. Физиология водообмена и засухоустойчивости плодовых растений / М. Д. Кушниренко; [под. ред. П. А. Генкеля]. – Кишинев: Штиинца, 1975. – 215 с.
167. Физиология плодовых растений /Пер. с нем. Л. К. Садовской, Л. В. Соловьевой, Л. В. Швергуновой; Под ред. и с предисл. Р. П. Кудрявца. – М.: Колос, 1983.– 416 с.
168. Формирование биохимического состава и лежкоспособных свойств плодов яблони в период выращивания / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая, М. В. Карпушина, Т. Л. Смелик // Матер. междунар.науч. конференции, посвященной 85-летию со дня рождения д-ра с-х. наук, профессора А. С. Девятова «Пути реализации потенциала высокоплотных плодовых насаждений», пос. Самохваловичи, 1 июля –15 августа 2008 г. – пос. Самохваловичи, 2008. – С. 71–76.
169. Франчук Е. П. Товарные качества плодов / Е. П. Франчук. – М.: Агропромиздат, 1986. – 269 с.

170. Франчук Е. П. Химический состав и витаминность новых сортов земляники// Труды II Всерос. семинара по БАР плодов и ягод. – Свердловск, 1964. – С. 101–105.
171. Фрукти і овочі свіжі. Відбирання проб (ISO 874:1980): ДСТУ ISO 874-2002. – [Чинний від 2003-10-01].– К.:Держспоживстандарт, 2002.– 15 с. (Національний стандарт України).
172. Фрукти, овочі та продукти їх переробки. Методи визначення вмісту поліфенолів: ДСТУ 4373:2005.– [Чинний від 2005-02-28]. – К.:Держспоживстандарт, 2006.– 6 с. (Національний стандарт України).
173. Фулга И. Г. Изучение фотосинтетической поверхности растений/ И. Г. Фулга. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1975. – 179 с.
174. Фура А. Можливості біостимуляторів / А. Фура // Садівництво по-українськи. – 2014.–№2.
175. Хаустович И. П. Адаптивность плодовых культур / И. П. Хаустович. – Мичуринск: Издательский дом «Мичуринск», 2008. – 183 с.
176. Хвостова И. В. Физиологические отклонения у вегетирующих растений яблони, поврежденных морозом / И. В. Хвостова, М. Р. Апкарова, Е. В. Ульяновская // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 2. – С. 44–46.
177. Хржановский В. Г. Практикум по курсу общей ботаники / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Агропроиздат, 1989. – Изд.2-е, перераб. и доп. –416 с.
178. Чумаченко И. Н. Применение микроудобрений/ И. Н. Чумаченко// Химизация сельского хозяйства.–1990. –№1. – С. 38–40.
179. Шевчук Л. М. Зміни щільності м'якоті плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) при зберіганні в охолоджуваному плодосховищі/ Л. М. Шевчук, С. М. Бабенко, О. Ф. Денисюк // Садівництво. – 2016. – №71. – С. 103–107.
180. Шевчук Л. М. Лежкість Голденів / Л. М. Шевчук // Садівництво по-українськи. – 2015. – №2. – С. 89–91.

181. Шевчук Л. М. Особливості формування якості плодів яблуні у південному Поліссі України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.07 «Плодівництво»/ Л. М. Шевчук. – К., 2003. – 20 с.
182. Шевчук Л. М. Пектини у плодах яблуні сортів, перспективних для умов Полісся України / Л. М. Шевчук // Садівництво. – 2000. – №51. – С. 198–203.
183. Шевчук Л. М. Природні втрати маси плодів яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) під час зберігання / Л. М. Шевчук, С. М. Бабенко // Садівництво. – 2016. – № 71. – С. 113–117.
184. Шевчук Л. М. Що стає з яблуком / Л. М. Шевчук // Садівництво по-українськи. – 2016. – №5. – С. 86–88.
185. Шевчук Л. М. Вплив позакореневої обробки дерев яблуні (*Malus Domestica Borkh.*) на накопичення аскорбінової кислоти плодами протягом їх росту і дозрівання / Л. М. Шевчук, Ю. Ю. Вінцковська // Садівництво – 2017.– №72. – С 100–106.
186. Шевчук Л. М. Залежність вмісту сухих розчинних речовин у плодах суниці від умов вирощування/ Л. М. Шевчук, О. Ф. Денисюк // Вісник аграрної науки. – 2013. – №2. – С. 20–22.
187. Шевчук Л. М. Зміни біохімічного складу плодів яблуні протягом періоду зберігання в залежності від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами/ Л. М. Шевчук, Ю. Ю. Вінцковська // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції «Наукові здобутки молоді – вирішення проблем АПК», м. Житомир, 19 травня 2017 р. – Житомир, 2017. – С. 73.
188. Шевчук Л. М. Регулюємо транспірацію / Л. М. Шевчук, Ю. Ю. Корнута // Садівництво по-українськи. – 2014. – № 3 (3). – С.75–76.
189. Шевчук Л. М. Якість плодово-ягідної продукції залежно від умов виробництва/ Л. М. Шевчук// Садівництво. – 2007.– №60. – С. 121–126.
190. Ширко Т. С. Аптека в саду и огороде / Т. С. Ширко. – Минск: Польша, 1994. – 672 с.
191. Ширко Т. С. Биохимия и качество плодов / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. – Минск: Наука і техника, 1991. – 294 с.

192. Шишкина Н. С. Хранение плодов и овощей в зонах производства / Н. С. Шишкина. – М. : Агропромиздат, 1991. – 126 с.
193. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений/ М. Я. Школьник. – Л.: Наука.– 1974. – 324 с.
194. Шуруба Г. А. Некорневое питание плодовых и ягодных культур микроэлементами / Г. А. Шуруба. – Львов: Изд-во при Львов. ун-те «Вища школа», 1985. – 176 с.
195. Юрченко В. Г. Питання зберігання плодів та шляхи їх вирішення / В. Г. Юрченко, Л. М. Левчук // Садівництво. – 2007. – №60. – С. 92–100.
196. Яблука. Постанови щодо постачання і контролю якості (ЄЕК ООН FFV-50:2003, IDT): ДСТУ ЄЕК ООН FFV – 50:2007. – [Чинний від 2008-10-01]. – К.:Держспоживстандарт, 2007.– 31 с.
197. Яблука свіжі ранніх термінів досягання. Технічні умови: ДСТУ 8323:2015. – [Чинний від 01.07.2015]. – К: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 9 с. – (Національний стандарт України).
198. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів досягання. Технічні умови: ДСТУ 8133:2015. – [Чинний від 01.01.2015]. – К: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 12 с. – (Національний стандарт України).
199. Яковенко Р. В. Водний режим листя яблуні залежно від удобрення за повторної культури / Р. В. Яковенко, П. Г. Копитко // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Агрономія, ч. 1. – 2012. – № 79. – С. 106–111.
200. Ямковський В. Продуктивність яблуні залежно від застосування мікродобрих «Росток» / В. Ямковський // Садівництво по-українськи. – 2016. – С. 16–17.
201. Baldwin E. A. Coating and Other Supplemental Treatments to Maintain Vegetable Quality / E. A. Baldwin // Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. – 2003. – №2. – P. 413–456.
202. Basak A. Influence of Promalin on the quality of Golden Delicious and Starkrimson apples [Електронний ресурс] / A. Basak, B. Niezborala // Prace Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach. Seria A, Prace Doświadczalne z Zakresu

Sadownictwa. – 1992. – Режим доступа до ресурсу: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PL9500314>.

203. Blažek J. Changes in quality characteristics of Golden Delicious apples under different storage conditions and correlations between them / J. Blažek, I. Hlušíčková, A. Varga // Horticultural Science (Prague). – 2003.–Vol. 30, № 3. –P. 81–89.

204. Böhm H. Flavonole, Flavone und Anthocyane als natürliche Antioxidantien der Nahrung und ihre mögliche Rolle bei der Prävention chronischer Erkrankungen/ H. Böhm, H. Boeing, J. Hempel, B. Raab, A. Kroke // Zeitschrift für Ernährungswissenschaft. – 1998. – Vol. 37, № 2. – P. 147–163.

205. Bray E. A. Molecular responses to water deficit/ E. A. Bray // Plant physiology. –1993. –Vol. 103, №4. –P. 1035–1040.

206. Bruilo A. S. Effect study of foliar application of microelements on apple growth and development in fruit-bearing orchard [Электронный ресурс] / A. S. Bruilo, V. A. Samus, O. I. Kamzolova // Plodovodstvo. – 1999. – Режим доступа до ресурсу: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BY2000000190>.

207. Burton W. G. Post-harvest physiology of food crops / W. G. Burton. – London and New York: Longman, 1982. – 359 p.

208. Climate change: the challenges for agriculture// European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development. –Luxembourg, 2009. – 105 p.

209. Drought and Its Consequences to Plants – From Individual to Ecosystem / Elizamar Ciríaco da Silva, Manoel Bandeira de Albuquerque, André Dias de Azevedo Neto, Carlos Dias da Silva Junior // Responses of Organisms to Water Stress / InTech. – 2013. – P. 17–47.

210. Drought stress and plant nutrition / E. C. Silva, R. M. Nogueira, M. A. Silva, M. B. Albuquerque // Plant Stress. – 2011. – № 5. – P. 32–41.

211. Dunstone R. L. Photosynthetic characteristics of modern and primitive wheat species in relation to ontogeny and adaptation to light / R. L. Dunstone, R. M. Gifford, L. T. Evans // Aust.J.Biol.Sci. – 1973. – Vol. 26, №2. – P. 295–307.

212. Effect of plant bio-regulators on physico-chemical characteristics of three apple varieties during ambient storage / [B. L. Attri, H. Krishna, B. Das, et al.]. // Journal of Applied Horticulture. – 2012. – P. 118–123.

213. Effects of plant growth regulators application on preharvest drop, fruit quality, and fruit firmness during storage in 'Jonathan', 'Starkrimson', and 'Tsugaru' apples [Электронный ресурс] / J. S. Choi, K. S. Shin, S. B. Kim, J. H. Kim // Nongsa siheom yeon-gu nonmunjib. Weon-ye. – 1986. – Режим доступа до ресурсу: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=KR8735518>.

214. Expression Profiling of Ascorbic Acid-Related Genes During Tomato Fruit Development and Ripening and in Response to Stress Conditions / [E. Ioannidi, M. S. Kalamaki, C. Engineer, et al.] // Journal of Experimental Botany. – 2009. – № 60. – P. 663–678.

215. Fekete A. Quality parameters of fruits and vegetables / A. Fekete // Acta Hort 368. – 1994. – P. 199–206.

216. Food, fibre and forest products/ Climate Change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change/ W. E. Easterling, P. K. Aggarwal, P. Batima et al. – 2007.

217. Hua G. Relationship between fruit quality of 'Pink Lady' apple and meteorological factors in Chinese Weibei Highland areas [Электронный ресурс] / G. Hua, F. Hongke, L. Yumiao // Xibei Nong-Lin Keji Daxue xuebao. Ziranke xueban. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CN2010000396>.

218. Influence of aminoethoxyvinylglycine and ethephon on objective and sensory quality of 'Delicious' apples and apple juice at harvest and after storage / [S. R. Drake, T. A. Eisele, M. A. Drake та ін.] // HortScience. – 2013. – P.54–63.

219. Jacek C. Wpływ opryskiwania preparatami wapniowymi na jakość i zdolność przechowalniczą jabłek 'Śampion' / C. Jacek, K. Tomala // Jakosc owocow w obliczu globalizacji produkcji sadowniczej. IV Spotkanie Pracowników Katedr Sadownictwa i ISiK Warszawa. 4–5 września 2001 roku. – 2001. – S. 25.

220. Kautsky H. Das Fluoreszenzverhalten grüner Pflanzen / H. Kautsky, A. Hirsch // *Biochem Z.* – Vol. 274. – 1934. – S. 422–434.
221. Kautsky H. Neue Versuche zur Kohlenstoffassimilation/ H. Kautsky, A. Hirsch/ *Naturwissenschaften.* – 1931.–№ 19.–S. 964.
222. Kruczenska D. Wpływ warunków pogodowych na jakość i zdolność przechowalniczą jabłek mutantów odmiany Gala (*Malus domestica* Borkh) / D. Kruczenska, K. Rutkovsky, A. Czynczyk // *Jakosc owocow w obliczu globalizacji produkcji sadowniczej. IV Spotkanie Pracowników Katedr Sadownictwa i ISiK Warszawa. 4–5 września 2001 roku.* – 2001. – S. 48.
223. Kruczynska D. Jablonie nowe odmiany / D. Kruczynska. – Warszawa: Hortpress, 2008. – 214 s.
224. Lazar D. Chlorophyll and fluorescence induction / D. Lazar // *Biochim. et Biophys. Acta.* – 1999. – Vol. 14, № 1. – P. 1–28.
225. Lichtenthaler H. K. The Kautsky effect: 60 years of chlorophyll fluorescence induction kinetics / H. K. Lichtenthaler // *Photosynthetica.* – 1992. – Vol. 27, № 1–2. – P. 45–55.
226. McCully M. How do real root work? /M. McCully// *Plant physiology.* – 1995. –Vol. 109, №1. –P. 1–6.
227. Noctor G. Ascorbate and Glutathione: Keeping Active Oxygen Under Control/ G. Noctor, C. H. Foyer // *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.* – 1998. – №49. – P. 249–279.
228. Oxidative stress: Importance for Postharvest Quality / D. M. Hodges, G. E. Lester, K. D. Munro, P. A. Toivonen // *HortScience.* – 2005. – №39. – P. 924–929.
229. Pignocchi C. Apoplastic Ascorbate Metabolism and Its Role in the Regulation of Cell Signalling / C. Pignocchi, C. H. Foyer // *Current Opinion in Plant Biology.* – 2003. – №6. – P. 379–389.
230. Postharvest of fruits, vegetables and ornamentals/R. Wiils, B. MCGlasson, D. Graham, D. Joyce. – Adelaide: Hyde Park Press, 1998. – №3. – P.154–159.
231. Pugnency level in fruit of the Padron pepper with diferent water supply / [B. Estada, F. Pomar, J. Diaz et al.] // *Science Horticulure.* – 1999. – №81. – P. 385–396.

232. Ramachandra-Reddy A. R. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants/ A. R. Ramachandra-Reddy, K. V. Chaitanya, M. Vivekanandan // *Plant physiology*. – 2004. – Vol.161, №9. – P. 1189–1202.
233. Sams C. E. Preharvest Nutritional Factors Affecting Postharvest Physiology / C. E. Sams, W. S. Conway // *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. – 2003. – №2. – P. 161–176.
234. Sarker B. C. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress / B. C. Sarker, M. Hara, M. Uemura // *Scientia Horticulturae*. – 2005. – №103. – P. 387–402.
235. Schachtman D. P. Chemical root to shoot signaling under drought/ D. P. Schachtman, J. Q. D. Goodger // *Trends Plant Sci*. – 2008. – Vol. 13, № 6. – P. 281–287.
236. Shewczuk L. Wpływ warunków atmosferycznych w okresie wzrostu i rozwoju owoców na ich zdolność przechowalniczą i jakość / L. Shewczuk // *Jakosc owocow w obliczu globalizacji produkcji sadowniczej. IV Spotkanie Pracownikow Katedr Sadownictwa i ISiK Warszawa. 4–5 wrzesnia 2001 roku*. – 2001. – S. 82.
237. Southgate D. A. T. The composition of food. Royal society of chemistry / [B. Holland, A. Welch, I. Udwin et al.]. – UK: Cambridge, 1991.– 254 p.
238. Strasser R. J. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples / R. J. Strasser, A. Srivastava, M. Tsimilli-Michael // *Probing Photosynthesis Mechanism, Regulation & Adaptation* / Mohanty, Yunus and Parthre (eds.). – London: Taylor & Francis, 1998. – P. 1–59.
239. Sugar-, acid- and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation / [K. Hecke, K. Herbinger, R. Veberic et al.].– *European Journal of Clinical Nutrition*. – 2006. – № 60. – P. 136–140.
240. Testoni A. Concimazione fogliare e qualita della pere William/ A. Testoni, G. Granelli // *Riv. Fructic. Ortofloric*. – 1986. – Vol.48. –№1. – P.44–46.
241. The effect of calcium foliar fertilizers on cv. Ligol apples / [J. Lanauskas, N. Kvikliene, N. Uselis et al.] // *Plant, Soil and Environment*. – 2012. – P. 85–93.

242. Toivonen P. M. Abiotic Stress in Harvested Fruits and Vegetables / P. M. Toivonen, D. M. Hodges // Biochemistry, Genetics and Molecular Biology.– Canada: InTech, 2011. – P. 39–59.

243. Toivonen P. M. Abiotic Stress in Harvested Fruits and Vegetables / P. M. Toivonen, D. M. Hodges // Biochemistry, Genetics and Molecular Biology. – Canada: InTech, 2011. – P. 39–59.

244. Water relations and organic solutes production in four umbu tree (*Spondias tuberosa*) genotypes under intermittent drought / [E. C. Silva, R. M. Nogueira, F. H. Vale et al.]. // Brazilian Journal of Plant Physiology. – 2009. – №21. – P. 43–53.

245. Whitmore J. S. The occurrence of drought conditions during production of fruit and vegetable crops is becoming more frequent with climate change patterns / J. S. Whitmore // Kluwer Academic Publishers. – 2000.– P.68–74.

246. Widmer A. Influence of planting density and tree form on yield and fruit quality of Golden Deliciyus and Royal Gala apples/ A. Widmer, C. Krebs // Acta Hort. – 2001. – №55. – P. 235–241.

247. Wojcik P. Effect of drip boron fertigation on yield and fruit quality in a high-density apple orchard [Электронный ресурс] / P. Wojcik, W. Treder // Journal of plant nutrition. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300755565>.

ДОДАТКИ

Вміст хлорофілів *a* і *b* в листках яблуні залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами

| Показники | Рік досл. | Сорти | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Шафран краснокутський | | | | | Мавка | | | | | Ямба | | | | |
| | | К з Н ₂ О (κ) | А I (κ ₁) | А II (В ₁) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) | К з Н ₂ О (κ) | А I (κ ₁) | А II (В ₁) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) | К з Н ₂ О (κ) | А I (κ ₁) | А II (В ₁) | ВГ I (В ₂) | ВГ II (В ₃) |
| С хл а, мг/г | 2013 | 1,8 | 1,2 | 1,7 | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,9 | 1,5 |
| | 2014 | 2,4 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 1,9 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,6 |
| | 2015 | 2,1 | 2,2 | 1,9 | 2,1 | 1,6 | 1,8 | 1,7 | 1,3 | 1,9 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,9 |
| | середнє | 2,1 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 |
| С хл в, мг/г | 2013 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,7 |
| | 2014 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| | 2015 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |
| | середнє | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,6 |

Показники індукції флуоресценції хлорофілу залежно від позакореневої обробки насаджень біопрепаратами

| Показники | | Сорти | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | Шафран краснокутський | | | | | | Мавка | | | | | |
| | | варіанти позакореневої обробки | | | | | | | | | | | |
| | | К (H ₂ O) | А I (κ ₁) | А II (B ₁) | ВГ I (B ₂) | ВГ II (B ₃) | ВГ III (κ ₂) | К (H ₂ O) | А I (κ ₁) | А II (B ₁) | ВГ I (B ₂) | ВГ II (B ₃) | ВГ III (κ ₂) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| F ₀ | 2013 | 12,5 | 11,1 | 12,5 | 13 | 12,8 | 15,7 | 11,4 | 12,0 | 13,3 | 13,5 | 10,9 | 10,9 |
| | 2014 | 18,7 | 17,8 | 16,1 | 15,8 | 16 | 12,6 | 17,2 | 15,9 | 12,4 | 16,7 | 14,4 | 15,1 |
| | 2015 | 17,8 | 20,2 | 18,7 | 17,4 | 17,2 | 17,2 | 15,2 | 11,4 | 17,8 | 14,6 | 12,8 | 13,9 |
| | середнє | 16,3 | 16,4 | 15,8 | 15,4 | 15,3 | 15,1 | 14,6 | 13,1 | 14,5 | 14,9 | 12,7 | 13,3 |
| F _{pl} | 2013 | 22,2 | 19,9 | 18,8 | 20,6 | 23,7 | 26,0 | 21,5 | 21,3 | 23,3 | 20,3 | 16,3 | 16,3 |
| | 2014 | 33,5 | 32,0 | 25,1 | 23,4 | 24,1 | 19,5 | 31,5 | 35,4 | 33,8 | 25,0 | 21,8 | 23,1 |
| | 2015 | 28,3 | 31,5 | 28,8 | 29,6 | 25,7 | 29,5 | 27,0 | 24,6 | 34,1 | 25,1 | 21,4 | 22,2 |
| | середнє | 28,0 | 27,8 | 24,2 | 24,5 | 24,5 | 25,0 | 26,7 | 27,1 | 30,4 | 23,5 | 19,8 | 20,5 |
| ΔF _{pl} | 2013 | 9,7 | 8,8 | 6,3 | 7,6 | 10,9 | 10,3 | 10,1 | 9,2 | 10,0 | 6,9 | 5,4 | 5,4 |
| | 2014 | 14,8 | 14,2 | 9,0 | 7,6 | 8,1 | 6,9 | 14,3 | 19,5 | 21,4 | 8,3 | 7,4 | 8,0 |
| | 2015 | 10,5 | 11,3 | 10,1 | 12,2 | 8,5 | 12,3 | 11,8 | 13,2 | 16,4 | 10,5 | 8,6 | 8,3 |
| | середнє | 11,7 | 11,4 | 8,5 | 9,1 | 9,2 | 9,9 | 12,1 | 14,0 | 15,9 | 8,6 | 7,1 | 7,2 |
| F _{max1} | 2013 | 43,4 | 48,4 | 38,7 | 49,1 | 55,6 | 54,9 | 47,0 | 44,3 | 43,6 | 54,5 | 46,1 | 49,3 |
| | 2014 | 62,4 | 64,3 | 51,8 | 55,6 | 47,8 | 47,4 | 54,6 | 53,1 | 53,3 | 54,6 | 46,1 | 53,3 |
| | 2015 | 50,0 | 49,7 | 47,6 | 54,8 | 51,6 | 45,0 | 51,6 | 38,9 | 57,1 | 49,2 | 40,7 | 41,0 |
| | середнє | 51,9 | 54,1 | 46,0 | 53,2 | 51,7 | 49,1 | 51,1 | 45,4 | 51,4 | 52,8 | 44,3 | 47,9 |
| F _v | 2013 | 30,9 | 37,3 | 26,2 | 36,1 | 42,8 | 32,6 | 35,6 | 32,3 | 30,3 | 41,0 | 35,2 | 38,4 |
| | 2014 | 43,7 | 46,4 | 35,8 | 39,9 | 31,8 | 29,5 | 37,4 | 37,2 | 40,9 | 37,9 | 31,8 | 38,2 |
| | 2015 | 32,2 | 29,6 | 28,9 | 37,4 | 34,4 | ²⁰⁴ 20,4 | 36,4 | 27,5 | 39,4 | 34,6 | 28,0 | 27,1 |
| | середнє | 35,6 | 37,8 | 30,3 | 37,8 | 36,3 | 27,5 | 36,5 | 32,3 | 36,9 | 37,8 | 31,6 | 34,6 |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| F _{max2} | 2013 | 39,3 | 45,0 | 33,7 | 46,8 | 52,2 | 52,0 | 37,5 | 35,3 | 34,1 | 54,1 | 42,0 | 46,6 |
| | 2014 | 58,6 | 55,5 | 46,3 | 46,3 | 39,6 | 42,6 | 51,5 | 53,1 | 51,5 | 51,5 | 42,0 | 49,5 |
| | 2015 | 44,7 | 40,7 | 36,0 | 42,3 | 37,6 | 38,1 | 43,7 | 29,8 | 55,2 | 35,5 | 35,5 | 39,4 |
| | середнє | 47,5 | 47,1 | 38,6 | 45,1 | 43,1 | 44,2 | 44,2 | 39,4 | 46,9 | 47,0 | 39,8 | 45,2 |
| F _t | 2013 | 19,0 | 17,6 | 15,6 | 17 | 19,2 | 20,6 | 17,4 | 17,6 | 17,0 | 22,2 | 19,7 | 19,2 |
| | 2014 | 25,1 | 22,1 | 18,7 | 21,2 | 19,2 | 20,0 | 20,4 | 22,3 | 21,8 | 27,7 | 17,2 | 18,7 |
| | 2015 | 21,4 | 18,0 | 19,6 | 18,8 | 17,2 | 16,6 | 20,4 | 17,9 | 27,8 | 20,4 | 18,5 | 19,3 |
| | середнє | 21,8 | 19,2 | 18,0 | 19,0 | 18,5 | 19,1 | 19,4 | 19,3 | 22,2 | 23,4 | 18,5 | 19,1 |
| F _{v2} | 2013 | 20,3 | 27,4 | 18,1 | 29,8 | 33 | 31,4 | 20,1 | 17,6 | 17,2 | 32,0 | 22,4 | 27,4 |
| | 2014 | 33,5 | 33,4 | 27,6 | 25,1 | 20,4 | 22,6 | 31,2 | 30,8 | 29,7 | 23,8 | 24,9 | 30,8 |
| | 2015 | 23,3 | 22,8 | 16,4 | 23,6 | 20,4 | 15,5 | 23,3 | 11,9 | 27,4 | 15,1 | 16,9 | 20,1 |
| | середнє | 25,7 | 27,8 | 20,7 | 26,2 | 24,6 | 23,2 | 24,8 | 20,1 | 24,8 | 23,6 | 21,4 | 26,1 |
| K _{pl} | 2013 | 0,31 | 0,24 | 0,24 | 0,21 | 0,25 | 0,32 | 0,28 | 0,29 | 0,33 | 0,03 | 0,02 | 0,02 |
| | 2014 | 0,34 | 0,30 | 0,25 | 0,19 | 0,25 | 0,23 | 0,38 | 0,52 | 0,52 | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| | 2015 | 0,33 | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,25 | 0,60 | 0,32 | 0,48 | 0,42 | 0,16 | 0,14 | 0,11 |
| | середнє | 0,33 | 0,31 | 0,28 | 0,24 | 0,25 | 0,36 | 0,33 | 0,43 | 0,42 | 0,08 | 0,07 | 0,06 |
| K _i | 2013 | 0,44 | 0,44 | 0,33 | 0,37 | 0,46 | 0,40 | 0,47 | 0,43 | 0,43 | 0,34 | 0,33 | 0,33 |
| | 2014 | 0,44 | 0,44 | 0,36 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,45 | 0,55 | 0,63 | 0,33 | 0,34 | 0,35 |
| | 2015 | 0,37 | 0,36 | 0,35 | 0,41 | 0,33 | 0,42 | 0,44 | 0,54 | 0,48 | 0,42 | 0,40 | 0,37 |
| | середнє | 0,42 | 0,41 | 0,35 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,45 | 0,51 | 0,51 | 0,36 | 0,36 | 0,35 |
| Rfd | 2013 | 1,07 | 1,55 | 1,16 | 2,12 | 2,23 | 1,58 | 1,16 | 1,00 | 1,01 | 1,44 | 1,14 | 1,42 |
| | 2014 | 1,34 | 1,51 | 1,48 | 1,88 | 1,66 | 1,47 | 1,53 | 1,38 | 1,36 | 0,86 | 1,45 | 1,64 |
| | 2015 | 1,09 | 1,26 | 0,84 | 1,99 | 2,00 | 1,23 | 1,14 | 0,67 | 0,99 | 0,74 | 0,91 | 1,04 |
| | середнє | 1,17 | 1,44 | 1,16 | 2,00 | 1,96 | 1,43 | 1,28 | 1,02 | 1,12 | 1,01 | 1,17 | 1,37 |

Зовнішній вигляд плодів яблуні сорту Мавка на час настання ними споживчої стиглості залежно від позакореневої обробки біопрепаратами

