



## RESEARCH OF CHANGES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS DURING STORAGE IN APPLES

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В ЯБЛУКАХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Комоні Є. Й./Komonyi E.

PhD, доцент кафедри Біології та хімії/

PhD, docent, Department of Biology and Chemistry

ORCID: 0000-0001-5928-5408

Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II,

площа Кошута, б., 90202 Берегово, Закарпаття, Україна/

Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education,

Kossuth square, б. 90202 Beregszász Transcarpathia, Ukraine

**Анотація.** У даній роботі наведено результати дослідження зміни біохімічних показників в резистентних (імуних): «Флоріна», «Райка», «Ребелла», «Реанда», «Фрідом» та нерезистентних (неімуних, звичайних): «Голден Делішес», «Джонаголд», «Чемпіон», «Айдаред», «Джонагоред» сортів яблук при зберіганні.

Результати показують, що резистентні сорти мали вищий вміст вільної (титрованої) кислоти, ніж неімунні сорти, як при збиранні, так і в кінці терміну зберігання за винятком неімуного сорту «Джонаголд». У резистентних сортів вміст кислоти на момент збирання становив від 0,54 до 0,68 г/100 г, тоді як у неімуних сортів він становив 0,32-0,67 г/100 г.

До кінця терміну зберігання резистентні сорти втратили 23-29,5% своєї кислоти в порівнянні з 38,5-51,4% втратою кислоти імуних сортів.

Найменший ступінь зниження вмісту вітаміну С (25%) зафіксовано у резистентного сорту «Ребелла», тоді як серед звичайних сортів: у «Флоріні» 31% та 34-34% у «Райки» та «Реанда». Найвищий ступінь зниження вітаміну С (38,8%) під час зберігання спостерігали у сорту «Фрідом». З звичайних сортів найкращим виявився «Джонаголд»: до кінця зберігання він втратив 30,7% вмісту вітаміну С, а найгіршим у цьому відношенні виявився сорт «Чемпіон» (46%).

**Ключові слова:** резистентні сорти яблук, зберігання яблук, біохімічні показники.

#### Вступ.

Біохімічний склад різних сортів яблук та його визначальні фактори давно вивчаються вітчизняними та зарубіжними дослідниками [1,2,3,4,5,11,12,15,17,18].

Авторами [3, 14] було помічено, що важливою характеристикою та показником якості сорту є вміст органічних кислот в яблуках. Кількість органічних кислот у яблуках залежить від сорту, її значення невисоке, але разом із кількістю загального цукру відіграє вирішальну роль у формуванні смаку сорту. Термін зберігання сортів яблук також в першу чергу є генетичною ознакою і залежить від кількості та пропорції хімічних інгредієнтів в яблуках. Найбільш інтенсивне розкладання проявляють кислоти, що приводить до зниження якості. Чим швидше відбувається розкладання кислоти, тим менший термін зберігання яблук [3, 14].

Одним із найважливіших джерел вітаміну С є яблука зимових сортів, оскільки вони можуть зберігатися протягом 5–10 місяців. Вміст аскорбінової кислоти (вітамін С) є природним антиоксидантом, і також зменшується під час зберігання яблук [1, 3].



Метою дослідження було виявлення вмісту і динаміки титрованих кислот та вітаміну С в різних сортах яблук в термін зберігання.

### **Матеріал і методи дослідження.**

Сортові особливості плодів яблук досліджувались в умовах Закарпаття у Закарпатському угорському інституті ім. Ференца Ракоці II.

Для дослідження біохімічних показників нами було обрано 10 сортів яблунь: 5 резистентних (імунних, стійких до хвороб) і 5 нерезистентних (неімунних, звичайних) сортів.

Резистентні сорти :«Флоріна», «Райка», «Ребелла», «Реанда», «Фрідом».

Нерезистентні сорти: «Голден Делішес», «Джонаголд», «Чемпіон», «Айдаред», «Джонагоред». Кожна з яблунь стоїть на підщепі М9 і повного плодоношення досягла 3-4 роки тому.

Яблука збирали у характерний для сорту час дозрівання [6,13]. Оптимальний час збору, тобто ступінь стиглості яблук для тривалого зберігання, визначали за допомогою йод-крохмальним тестом [9]. Яблука зберігали при  $+3\text{C}^0$  в холодильнику [10].

Для біохімічних тестів на вміст титрованих кислот та вітаміну С випадковим чином відібрали по 5-5 штук яблук з кожного сорту, які після очищення гомогенізували, готували необхідні екстракти та розчини.

Масову частку титрованих кислот визначали у перерахунку на яблучну кислоту. Для вимірювання вмісту вітаміну С у плодах використовували йодометричний метод [7,10,12,16]. Показники вмісту кислоти та вітаміну С вимірювались після збору врожаю та додатково ще 5 разів під час зберігання.

Результати, отримані під час дослідження резистентних і нерезистентних сортів яблуні, обговорюємо паралельно, порівнюючи їх між собою.

### **Результати дослідження.**

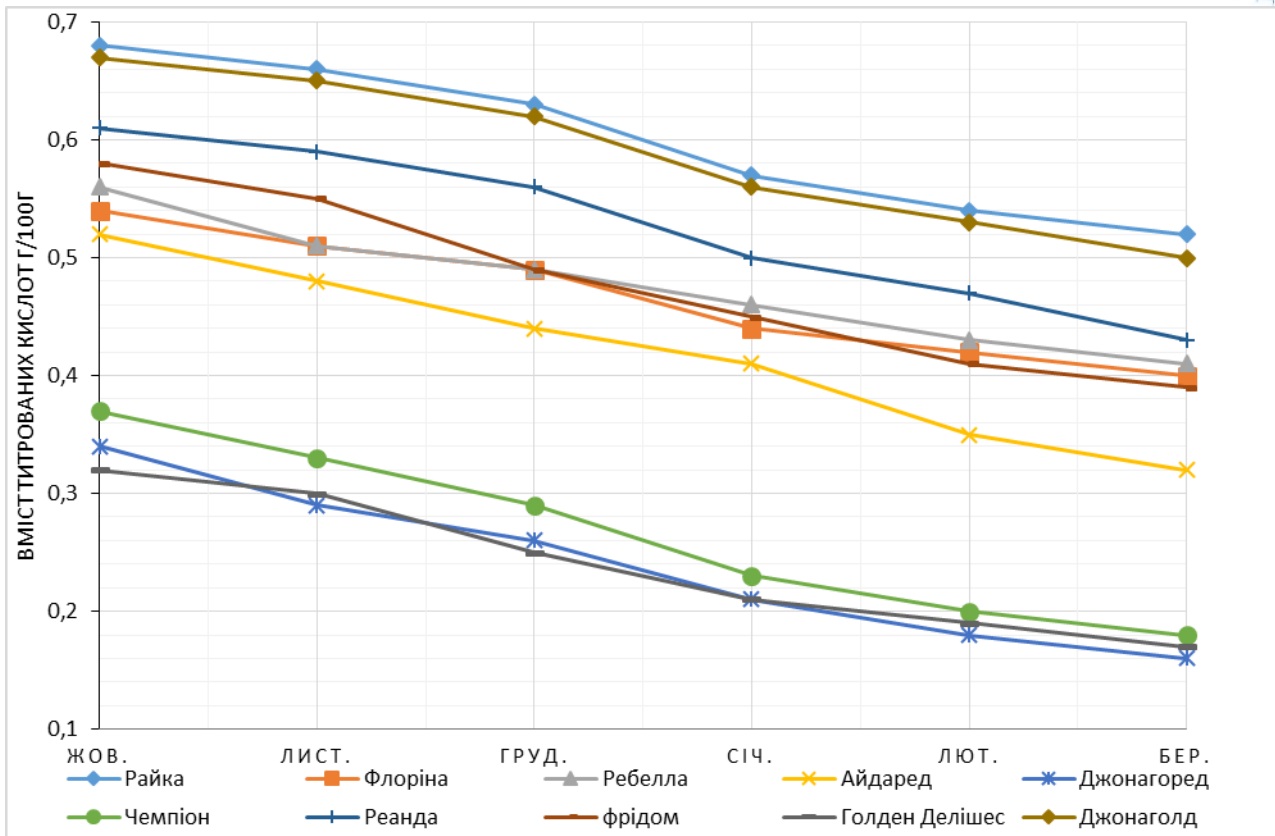
Дослідженнями встановлено сортові відмінності у динаміки вмісту титрованих кислот (рис.1).

Зниження кислотності найшвидше відбувалося у нерезистентних сортів яблук «Джонагоред» і «Чемпіон». Також ці сорти показали найвищий ступінь зниження кислотності серед нерезистентних сортів: «Джонагоред» (53%) і «Чемпіон» (51,4%). Наприкінці дослідження ми також виміряли значне зниження кислотності в сорті «Голден Делішес» (47%). «Айдаред» показав зниження кислотності на 38,5%, а «Джонаголд» на 25,4% за той же період зберігання (рис.2).

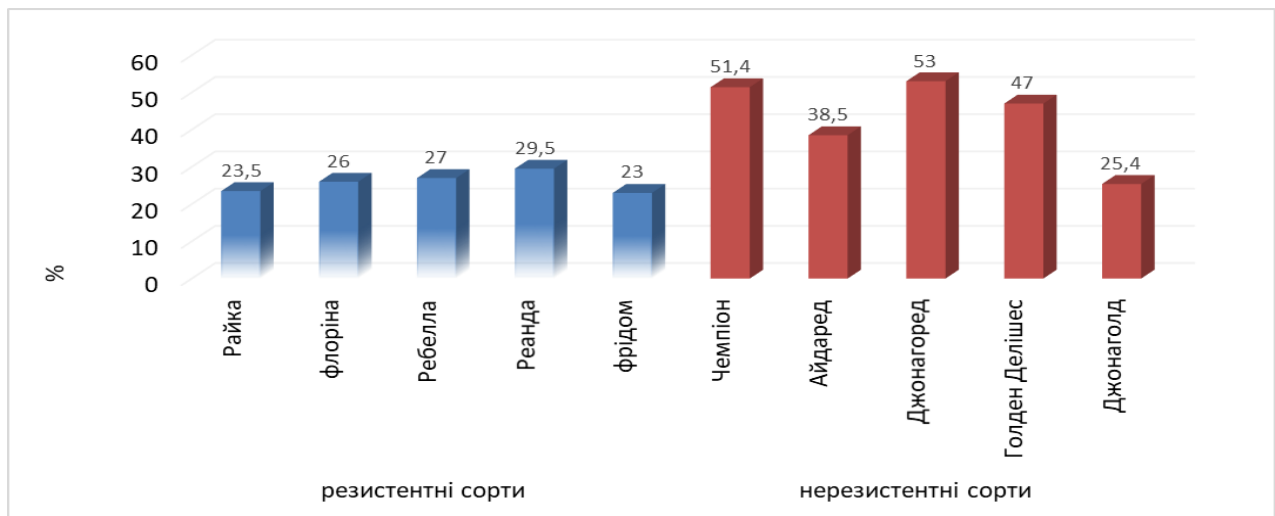
Серед резистентних сортів яблуні швидкість зниження кислотності сорту «Райка» була майже такою ж, як і у нерезистентного сорту «Джонаголд».

У резистентних сортів «Флоріна», «Ребелла», «Реанда» та «Фрідом» більшу кислотну деградацію спостерігали в першій половині зберігання. У другій половині зберігання процес сповільнився, і в березні ми зафіксували у резистентних сортів 23-29,5% втрати кислоти, порівняно з 38,5-51,4% втратою у нерезистентних сортів (рис.2).

Динаміку зменшення вмісту вітаміну С в яблуках можна відстежувати на рисунку 3.

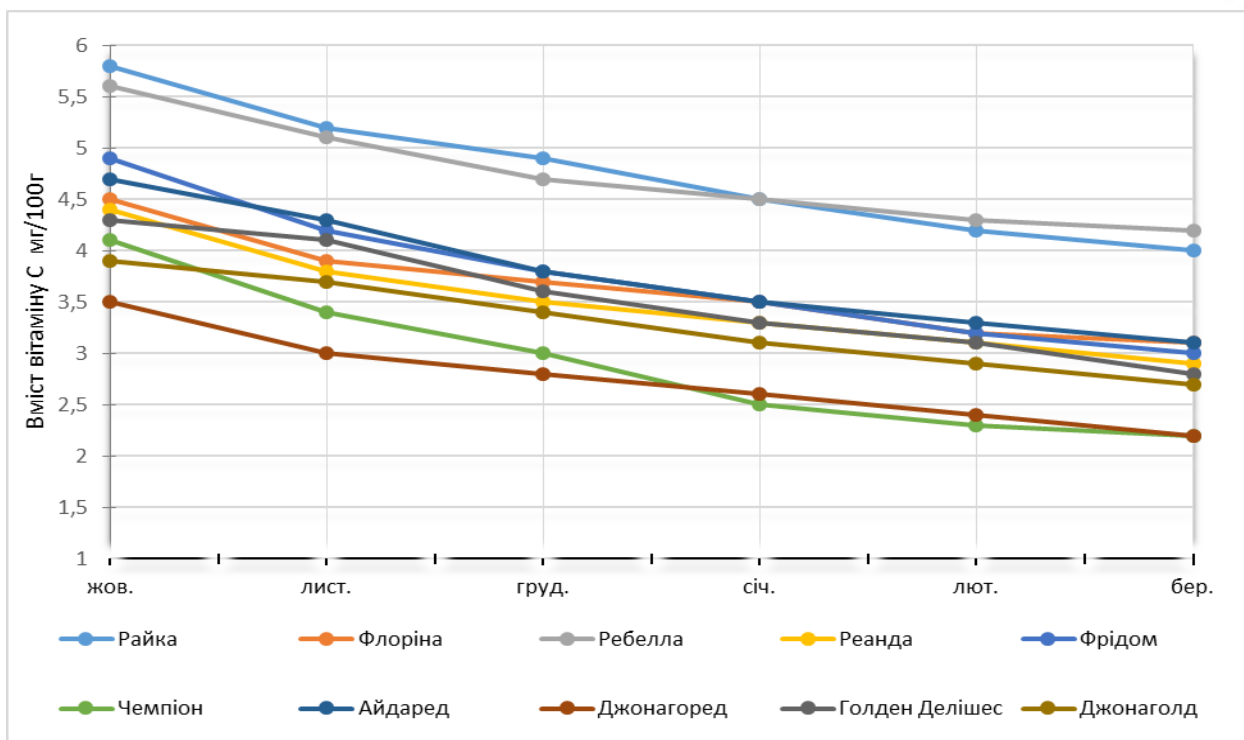


**Рис.1** Динаміка вмісту титрованих кислот під час зберігання досліджуваних сортів яблук (авторська розробка).



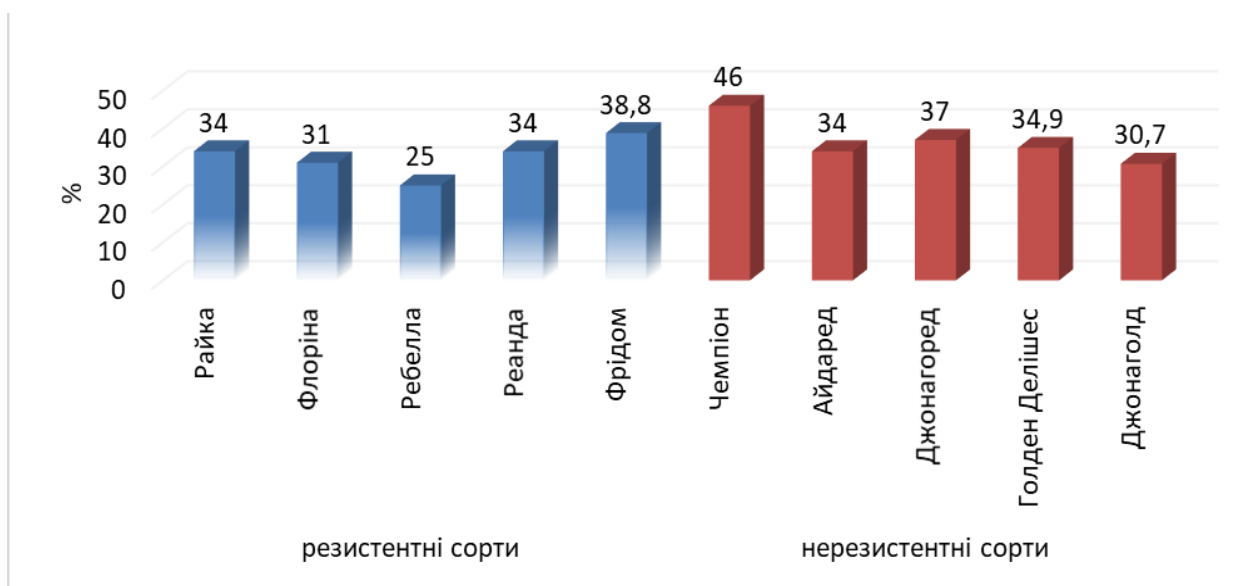
**Рис.2** Ступінь зниження вмісту кислоти за період зберігання яблук (авторська розробка).

Встановлено, що після збору врожаю значення вмісту вітаміну С в яблуках становило 3,5-5,8 мг/100 г. Найвищий вміст вітаміну С виявили у резистентного сорту «Райка» (5,8 мг / 100 г). Подібне значення (5,6 мг / 100 г) було виміряно для сорту «Ребелла» і дещо нижчі, але майже однакові значення для інших трьох резистентних сортів: «Флорина» (4,5 мг / 100 г), «Реанда» (4,4 мг / 100 г), «Фрідом» (4,9 мг / 100 г). З нерезистентних сортів найбільше вітаміну С (4,7 мг / 100 г) вмістив сорт «Айдаред», а «Джонагоред» найменше (3,5 мг / 100 г).



**Рис.3 Динаміка вмісту вітаміну С під час зберігання досліджуваних сортів яблук (авторська розробка).**

Також встановлено, що зниження вмісту вітаміну С в яблуках під час зберігання відбувалося повільніше, ніж вміст титрованих кислот. Ступінь зменшення вмісту вітаміну С в яблуках показано на рисунку 4.



**Рис.4 Ступінь зниження вмісту вітаміну С за період зберігання яблук (авторська розробка).**

Найменший ступінь зниження вмісту вітаміну С (25%) відмічена у сорту «Ребелла», на 31% у сорту «Флоріна» та на 34-34% у сорту «Райка» та «Реанда».



Найвищий рівень розпаду вітаміну С (38,8%) спостерігався під час зберігання у сорту «Фрідом». З нерезистентних сортів найкращим виявився сорт «Джонаголд»: він втратив до кінця зберігання 30,7% вмісту вітаміну С, а найгіршим виявився – сорт «Чемпіон» (46%).

### **Висновки.**

Різні сорти яблука під час дозрівання накопичують різну кількість органічної кислоти та вітаміну С.

Під час зберігання кількість титрованих органічних кислот і вітаміну С постійно зменшується, швидкість зменшення також залежить від сорту, що свідчить про різну придатність для зберігання сортів яблук.

Різне зниження кислотності, що свідчить про стан старіння яблук, відбулося в різний час для кожного сорту яблук.

Вміст вітаміну С знижується під час холодильного зберігання повільніше, ніж вміст титрованих кислот.

Біохімічні показники всіх резистентних сортів яблуні були подібними або в багатьох випадках вищими, ніж у нерезистентних сортів після збору врожаю та зберігання в холодильнику.

Тривале зберігання яблук у звичайних холодильних камерах не є економічним, оскільки спостерігається значне зниження якості. У таких камерах більшість сортів яблук без великих втрат можна зберігати лише до грудня-січня.

Обираючи сорт, слід враховувати не лише його продуктивність та технологічність, але й те, як сорт може зберігати характерні для нього біохімічний склад в певних умовах зберігання.

### **Список літератури:**

1. Алабердыев Ю. Изучение химического состава яблок в зависимости от сорта и подвоя. Интенсификация садоводства и виноградарства в средней Азии / Ю. Алабердыев // Материалы научно-методического совещания САО ВАСХНИЛ. Ташкент, 1977. 69 – 99 с.

2. Арасимвич В.В., Василенко Е.Г. Особенности обмена веществ плодов пальметной яблони / В.В. Арасимвич // Физиолого-биохимические особенности яблони с плоской формировкой кроны. - Кишинёв: Штиинца, 1975. - 77 - 84 с.

3. Bizjak J., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. Changes in quality and biochemical parameters in “Idared” apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment // Food Sci. Technol. 2012. – Vol. 18. – 6. p. 569–577p.

4. Горячова О. О., Кайнаш А.П. Дослідження хімічного складу яблук різних помологічних сортів. / О. О. Горячова. Харчова наука і технологія. 2009. 4: 33-34 с.

5. Груз М. И. Биохимические изменения в плодах яблони в зависимости от условий выращивания. Научные основы хранения плодов, овощей и картофеля в Лесостепи и Полесье УССР / М.И. Груз // Научные труды УСХА. Киев, Академия, 1975. 160: 21-25 с.

6. Danyar S. Determination of the best harvesting time for Braeburn, Gala and Fuji apple cultivars in Iran / S. Danyar, R. Dastjerdi, D. Hassani // 6th international



Postharvest symposium. (Antalya, 08-12 April 2009), 227 p.

7. Ермаков А.И., Арасимович В.В. Методы биохимического исследования растений/ А.И. Ермаков.,В.В Арасимович - Л.: Агропромиздат, 1972.- 456 с.

8. Криворот, А. М. Хранение плодов: опыт и перспективы / А. М. Криворот. - Минск : Полибиг, 2001. - 215 с.

9. Кожина, Л. В. Определение степени зрелости яблок по йодкрахмальной пробе / Л. В. Кожина, Д. В Акишин, Е. В. Кузина: Методическое пособие / Мичуринский государственный аграрный университет. – Мичуринск - Научкоград РФ, 2011. – 14 с.

10. Кривенцов В. І. (1989): Методичні рекомендації по аналізу плодів на біохімічний склад. Ялта: Кримсоюзпечать, 1989. 22 с.

11. Lakatos L., Szabó T., Sun Z., Soltész M., Szabó Z., Dussi M.C., Nyéki J. The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry. International Journal of Horticultural Science, 2010.16 (1):7–10 p.

12. Мельничук О.А. Біохімічний склад плодів яблуні – К.: Преса України, 2012. – 117 с.

13. Причко Т.Г. Определение съемной зрелости яблок. Садоводство и виноградарство, 1995.7: 12-13 с.

14. Причко Т.Г. Сорты яблок с высокой биологически обусловленной лежкостью. Научные основы устойчивого садоводства в России. Мичуринск, 1999. 219-221 с.

15. Павел А.Р. Биохимическая характеристика и товарные качества плодов новых иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК. Издательство ОрелГАУ, 2007. - 23 с.

16. Harker F.R., Marsh K.B., Young H., Murray S.H., Gunson F.A., Walker S.B. Sensory interpretation of instrumental measurements 2: Sweet acid taste of apple fruit. April 2002; Postharvest Biology and Technology 24(3):241-250 p.

17. Шабалина А.М. О связи некоторых показателей химического состава плодов яблони с погодными условиями. / Шабалина А.М. // Бюллетень Главного Ботанического сада. М.: Наука, 1979. 112.-60-66 с.

18. Шевчук Л.М. Особливості формування якості плодів яблуні у Південному Поліссі України. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.07 / ІСУААН. –Київ, 2003. -18 с.

**Abstract.** The aim of the study was to identify the content and dynamics of titrated acids and vitamin C in different varieties of apples during storage

This work presents the results of a research of changes in biochemical parameters in resistant (immune): "Florina", "Rayka", "Rebella", "Reanda", "Freedom" and non-resistant (non-immune, conventional): "Golden Delicious", "Jonagold", "Champion", "Idared", "Jonagored" apple varieties during storage. The researched apple varieties are of great economic importance in Transcarpathia.

The results show that resistant apple varieties had a higher content of free acid than non-resistant varieties, at harvest and at the end of the storage, except for the non-resistant variety "Jonagold". In resistant varieties, the acid content at the time of harvest was from 0.54 to 0.68 g / 100 g, while in non-resistant varieties it was 0.32-0.67 g / 100 g. By the end of storage, resistant



varieties have lost 23-29.5%, non-resistant varieties have lost 38.5-51.4% of their acid. This may indicate better storage of resistant apple varieties.

The lowest degree of reduction of vitamin C content (25%) we observed in the resistant variety "Rebella". Of the non-resistant varieties, "Florina" (31%), "Reanda"(34%) and "Rayka" (34%) showed the lowest values. The highest degree of reduction of vitamin C (38.8%) during storage we observed in the variety "Freedom". Of the non-resistant varieties, "Jonagold" was the best: by the end of storage, it had lost 30.7% of its vitamin C content, and the worst was Champion (46%).

After reaching the maximum quality, the content values of the stored fruits decreased, their quality has deteriorated.

These changes are related to the genetic characteristics of the variety, the conditions and length of storage.

**Key words:** resistant apple varieties, during storage, biochemical parameters.

Стаття відправлена: 19.01.2022 р.

© Комоні Є.Й.