

THE INFLUENCE OF PROCESSING CHERRY FRUITS WITH POLYSACCHARIDE COMPOSITIONS ON THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

O. Vasylyshyna

Uman National University of Horticulture

Key words:

Cherry fruits

Storage

Ascorbic acid

Ascorbateperoxidase

Superoxidedismutase

Article history:

Received 06.03.2023

Received in revised form
21.03.2023

Accepted 07.04.2023

Corresponding author:

O. Vasylyshyna

E-mail:

elenamila@i.ua

ABSTRACT

Due to the significant use of preservatives and food additives, the demand for quality food products with the use of environmentally friendly additives based on polysaccharides is increasing. An urgent problem that needs to be solved is the preservation of freshness and the extension of the shelf life of fruits due to the use of film-forming compositions. The development of new technologies for the storage of fruit and vegetable products is conditioned by the law on limiting the circulation of plastic bags on the territory of Ukraine from 2022 year.

The article covers the issue of preserving the quality of cherry fruits, in particular the content of biologically active substances with the use of pre-treatment before storage of carrageenan solution. To carry out research, cherry fruits of "Alfa" and "Pamyat Artemenko" varieties were pre-immersed in carrageenan solutions, taken out, dried, placed in boxes, stored in a refrigerator at a temperature of 1.0 ± 0.5 °C and a relative humidity of $95.0 \pm 1\%$.

According to the conducted studies, after storage, the treatment of cherry fruits with a 2% carrageenan solution was the most effective, which made it possible to preserve the content of phenolic substances at 2145—2138 mg/100g, ascorbic acid at the level of 12.2—12.7%. Ascorbateperoxidase activity of cherry fruits decreased by 42.1—58.6%, the lowest activity of superoxidedismutase was observed in cherry fruits treated with 2% carrageenan solution — 9.5—11.1%. A close correlation dependence was found between the activity of ascorbateperoxidase and superoxidedismutase of cherry fruits and the regression equation was derived. The prospect for further research will be study the technology of primary processing of fruit and vegetable products.

ВПЛИВ ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ НА ВМІСТ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ПЛОДІВ ВИШНІ

О. В. Василюшина

Уманський національний університет садівництва

Через значне використання консервантів і харчових добавок нині зростає попит на якісні харчові продукти з використанням екологічно чистих добавок на основі полісахаридів. Актуальною проблемою, яка потребує вирішення, є збереження свіжості і подовження терміну придатності плодів завдяки використанню плівкоутворюючих композицій. Розроблення нових технологій зберігання плодовоовочевої продукції обумовлено законом про обмеження обігу пластикових пакетів на території України з 2022 року.

У статті висвітлено питання збереження якості плодів вишні, зокрема вмісту біологічно активних речовин із застосуванням попередньої обробки перед зберіганням розчину карагенану. Вивчено вплив обробки на ферментативну активність плодів вишні. Для проведення досліджень плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка сортували,мили, закладали на зберігання: без обробки (контроль), оброблені сумішшю розчинів 0,6% гліцерину і карагенану 1% та 2% концентрації. Плоди вишні попередньо занурювали в розчини карагенану, виймали, обсушували, поміщали в ящики, зберігали в холодильнику за температури $1,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря $95,0 \pm 1,0\%$.

Після зберігання найефективнішою виявилась обробка плодів вишні 2% розчином карагенану, що дало змогу зберегти вміст фенольних речовин на 2145—2138 мг/100г, аскорбінової кислоти на рівні 12,2—12,7%. Активність аскорбатпероксидази плодів вишні знизилась на 42,1—58,6%, найменшу активність супероксиддисмутази спостерігали в плодах вишні, оброблених 2% розчином карагенану — 9,5—11,1%. Між активністю аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази плодів вишні знайдено тісну кореляційну залежність і виведено рівняння регресії. Перспективою подальших досліджень буде проведення досліджень з технології первинної обробки плодовоовочевої продукції.

Ключові слова: плоди вишні, зберігання, аскорбінова кислота, аскорбатпероксидаза, супероксиддисмутаза.

Постановка проблеми. Попит споживачів на якісні харчові продукти з мінімальним вмістом консервантів і тривалим терміном зберігання постійно зростає (Dominguez-Martinez та ін., 2017; Hassan, Chatha, Hussain, Zia, & Akhtar, 2018). Збереження свіжості і подовження терміну придатності плодів є актуальною проблемою харчової промисловості. За оцінками ВООЗ, кожна десята людина у світі приблизно раз на рік хворіє через споживання харчових продуктів, що не відповідають мікробіологічним нормам (Baldwin, Nisperos-Carriedo, & Baker, 1995). З метою подовження терміну зберігання плодовоовочевої продукції та захисту від мікробіологічних втрат необхідне удосконалення післязбиральних технологій обробки і зберігання. Одним із напрямків вирішення цієї проблеми є використання плівкоутворюючих композицій. Нині в Україні майже відсутні ефективні засоби

заміни існуючих упаковок на біорозкладальні матеріали. Розробка інноваційних технологій у галузі зберігання плодоовочевої продукції зумовлена директивою Європейського парламенту (94/62/ЄС від 2016 р.) про скорочення використання пакувальних матеріалів до 2025 р. та закону про обмеження обігу пластикових пакетів на території України з 2022 р. (законопроект № 2051-1 від 18.09.2019). Тому розробка матеріалозамінних, екологічних, недорогих засобів пакування у поєднанні з технологією зберігання плодів, зокрема вишні із застосуванням плівкоутворюючих композицій, є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Плоди вишні починають псуватися вже на етапі збирання та зберігання, що спричиняє значні втрати продукції. Разом з тим вони мають значний вміст біологічно активних речовин: фенольних, антоціанів, дубильних і барвних речовин, вітамінів.

Майже 25—45% плодів втрачається на шляху перевезення і зберігання в результаті перестигання, розм'якшення, втрат маси, розвитку хвороб і мікробіологічного псування (Baldwin, Nisperos-Carriedo, & Baker, 1995; Golding, 2017; Lakatos та ін., 2014). Важливим чинником, що запобігає мікробіологічному псуванню плодів, є їхнє правильне зберігання та пакування (Valero, 2017; Costa, 2019; Zhao, Liu, Zhang, Cao, & Jiang, 2019).

Існуючі засоби захисту рослин негативно впливають на навколишнє середовище, оскільки передбачають використання синтетичних пакувальних матеріалів, які не розкладаються (Maftoonazad, & Badii, 2009; Dominguez-Martinez та ін., 2017). Використання синтетичних плівок, через їх нерозчинність, спричиняє значне екологічне забруднення (Дубініна, Летута, Новікова, & Фролова, 2016; Василишина, 2020). Вирішенням цього питання є використання їстівних біорозкладальних плівок і покриттів з природних речовин, що біологічно розкладаються, наносяться тонким шаром на плоди та забезпечують захист від вологи й газовий бар'єр.

Згідно з Директивою ЄС №95/2/ЄС 1995 р. та Регламенту ЄС 1333/ 2008 р. їстівні покриття складаються з харчових інгредієнтів, харчових добавок, речовин, що знаходяться в прямому контакті з харчовими продуктами, або упаковками для харчових продуктів. Вони включені до їстівної частини продуктів і тому повинні відповідати всім регламентованим вимогам до компонентів, що містяться в їжі.

Нині існує низка поточних інновацій і розробок для збереження якості плодів. До них належать застосування природних сполук, їстівні покриття та плівки, активна упаковка, нанотехнології тощо (Yaman, & Bayindirli, 2001; Vargas та ін., 2009; Lopez-Rubio, Fabra, Martinez-Sanz, Mendoza, & Vuong, 2017; Romanazzi Feliziani, Bautista, & Sivakumar, 2017).

Серед різних типів біодеградабельної упаковки їстівні покриття і плівки є об'єктом нового напрямку досліджень. Нині основними плівкоутворювальними компонентами в складі їстівної упаковки є білки (колаген, желатин, зеїн, глютен, соєві ізоляти, казеїн), жири (ацетогліцериди, гліцериди, жирні кислоти) і вуглеводи (крохмаль, хітозан, альгінати, карагенан, пектин, полісахариди) (Avella та ін., 2005; Vargas, Pastor, Chiralt, Clements, & Gonzalez Martínez, 2009; Merino, Casalengué, & Ivarez, 2017).

За прогнозом американської консалтингової групи Innovative Research and Products (IRAP), обсяг світового ринку наноупаковок для харчових продуктів буде

збільшуватися. Використання таких упаковок обіцяє і збільшення строків зберігання харчових продуктів і зменшення відходів.

Перспективними є матеріали з додатковими функціями — «їстівні», бактерицидні упаковки (розчиняються у воді і розкладаються під впливом мікроорганізмів), ті, що швидко і безпечно розкладаються в природі, тощо (Conte, Scrocco, Lecce, Mastromatteo, & Nobile, 2009; Баль-Прилипко, Леонова, Толок, & Брона, 2016).

Використання біодеградабельних плівок не завдає шкоди навколишньому середовищу (Maftoonazad, & Badii, 2009; Dominguez-Martinez та ін., 2017). Однак виготовлені з одного компонента, вони мають недоліки механічних і бар'єрних властивостей, тому включення в рецептуру двох або більше сполук покращують функціональні властивості плівок і покриттів (Dominguez-Martinez та ін., 2017).

Розробка покриттів із харчових речовин — це найновіша технологія, призначена для збереження якості продукції. Нанесення їстівних покриттів на плоди може зберегти їхню якість і споживчу цінність (Ncama, Magwaza, Mditshwa, & Tesfay, 2018).

Їстівні покриття здатні зберегти якість харчових продуктів, продовжити строк зберігання та підвищити економічну ефективність пакувальних матеріалів. За даними літератури (Azeredo, 2012) воскові покриття використовували для затримки випаровування вологи цитрусових, зокрема лимонів, в Китаї ще в XII столітті. У 1930 р. були розроблені емульсії оливи й воску для поліпшення зовнішнього вигляду, контролю за досяганням і затримки втрат води. Розплавлені парафінові воски стають комерційно доступні як їстівні покриття для свіжих яблук і груш. Ще в XV ст. в Японії була виготовлена їстівна плівка із соєвого молока для консервування їжі.

Карагенан — природний полісахарид ірландського моху (*Chondrus Crisp*) і окремих видів червоних водоростей, які утворюють гелі при низьких концентраціях у воді (Wani, Singh, Gul, Wani, & Langowski, 2014; Гурський, Маренкова, Бідюк, & Перцевой, 2015; Бідюк, Душенюк, Перцевой, & Маренкова, 2018) та використовують для зберігання плодів (Meindrawan, Suyatma, Wardana, & Pamela, 2018).

Мета дослідження: встановлення впливу розчину карагенану на вміст біологічно активних речовин плодів вишні.

Матеріали і методи. Для експериментальних досліджень впродовж 2019—2020 рр. відбирали плоди вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка одного кольору, які сортували, мили та висушували.

Дослідні зразки покривали розчином, до складу якого входив карагенан (1—2 г/100 мл розчину), гліцерин (0,6 г/100 мл розчину) за варіантами: без обробки (контроль) та оброблені розчинами гліцерину 0,6% і карагенану 1% та 2% концентрації.

Для розчинення суміш розчину карагенану нагрівали при температурі 80 °C протягом 30 хв, охолоджували. В розчин занурювали плоди вишні, витримували 1—2 хв, виймали, давали стекти, обсушували. Дослідні та контрольні зразки плодів зберігали за температури $1,0 \pm 0,5$ °C і відносної вологості повітря $95,0 \pm 1,0$ %.

Визначення вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні проводили в трикратній повторюваності (ДСТУ 7803:2015). Вміст фенольних речовин визначали

за ДСТУ 4373:2005, активність ферментів аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази, поліфенолоксидази — за (Сердюк та ін., 2020). Математичну обробку даних проводили за В. Ф. Мойсейченком (1992) на персональному комп'ютері у програмі Excel 2000.

Результати і обговорення. Біологічно активні речовини — це сполуки, які внаслідок своїх фізико-хімічних властивостей мають певну специфічну активність і виконують або впливають, змінюють каталітичну (ферменти, вітаміни, коферменти), енергетичну, пластичну, регуляторну або іншу функцію в організмі.

Фенольні сполуки — один з найбільш розповсюджених і найчисленніших класів природних сполук, які володіють біологічною активністю (Сімахіна, Стеценко, & Науменко, 2016).

Біологічна цінність плодів вишні визначається вмістом фенольних речовин, антоціанів, вітамінів, аскорбінової кислоти. Вміст фенольних речовин у плодах вишні сорту Альфа та Пам'ять Артеменка знаходився на рівні 2272 і 2282 мг/г. Протягом зберігання у всіх варіантах він знизився на 6,0—6,3% та залишався стабільним у плодах, оброблених 2% розчином карагенану (2145—2138 мг/100г) (рис. 1).

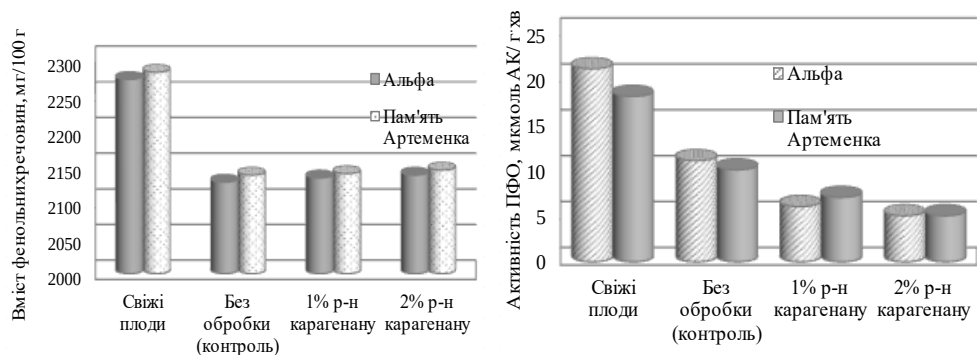


Рис. 1. Зміна вмісту фенольних речовин та активності поліфенолоксидази в плодах вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка на кінець зберігання, $HP_{05} = 8,2$

Фермент поліфенолоксидаза відіграє важливу роль у ферментативному окисненні та зміні кольору плодів і шляхом каталізу й утворення продуктів фенольного окиснення формує захисний щит від ураження хворобами плодів (Xianghong, Guo-Zheng, & Shiping, 2010). Разом із зниженням фенольних речовин відбулися зниження ферментативної активності поліфенолоксидази — на 44,0—47,6% у контрольних і на 61,0—76,2% в оброблених плодах вишні протягом зберігання. Одержані дані подібні до результатів досліджень (Xiao-yu, 2019), де зазначається, що активність поліфенолоксидази у плодах кісточкових, покритих розчином альгінату натрію, була нижчою, порівняно з необробленим контролем.

Вміст аскорбінової кислоти в плодах вишні складає 20 мг/100г (Costa, 2019) і залежить від сорту та способу зберігання плодів (рис. 2). За результатами досліджень протягом зберігання плодів вишні її вміст у контрольному варіанті через 15 днів знизився на 36,3—37,5%. В оброблених плодах втрати її вмісту за цей

період були менші — 24,7—30,5% (сорт Альфа) та 21,8—25,5% (сорт Пам'ять Артеменка).

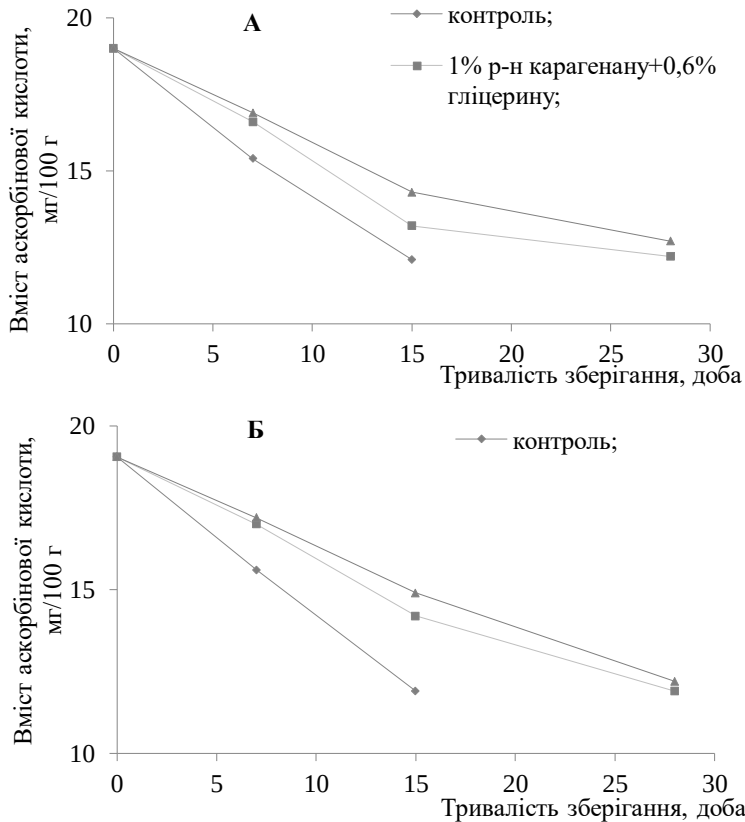


Рис. 2. Динаміка вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні сортів Альфа (А) і Пам'ять Артеменка (Б), оброблених карагенаном перед зберіганням, $\text{НІР}_{05} = 2,0$

Після 28 діб зберігання найбільш ефективною була обробка плодів 2% розчином карагенану (11,9—12,7 мг/100г) — 24,9—35,9%. Поряд зі змінами кількості аскорбінової кислоти відбулися зміни активності ферменту аскорбатпероксидази (рис. 3). Істотні зростання її активності спостерігали в плодах вишні, оброблених 1 і 2% розчином карагенану – на 31,4–44,3% і 18,4–26,3% відповідно через 15 діб, до кінця зберігання – на 42,1–58,6%.

Як видно з рис. 3, вміст аскорбінової кислоти протягом зберігання зменшився, тоді як активність аскорбатпероксидази (АПО) протягом усього періоду зберігання зростала. Варто зауважити, що активніше її накопичення проходило протягом семи-восьми діб зберігання і до кінця цього періоду було більш стабільним. На відміну до цього, в оброблених плодах вишні розчином карагенану, зростання АПО проходило протягом 10—15 діб для сорту Альфа, тоді як для сорту Пам'ять Артеменка було стабільним і до кінця зберігання інтенсивно збільшувалась.

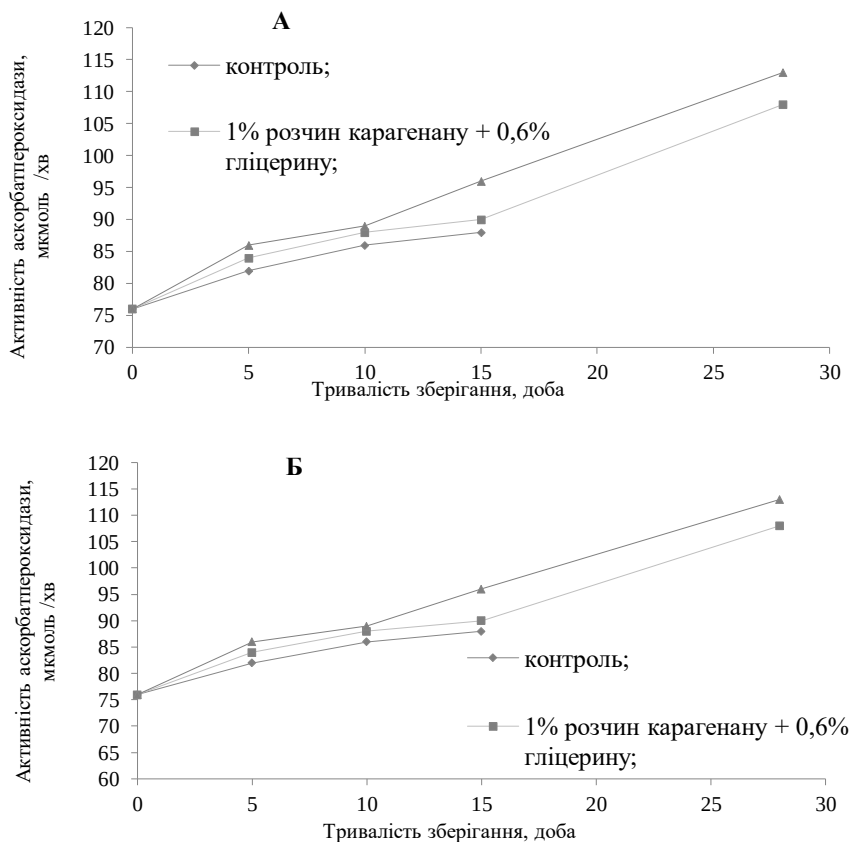


Рис. 3. Зміна активності ферменту аскорбатпероксидази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артеменка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням, $HP_{05} = 2,4$

У (Lin, Lasekan, Saari, & Khairunniza-Bejo, 2018) встановлено менші втрати фізико-хімічних компонентів, зокрема аскорбінової кислоти, протягом зберігання плодів, оброблених розчином карагенану, тому що на поверхні плодів утворюється напівпроникна плівка, яка є бар'єром для проходження кисню і діоксиду вуглецю в плодах.

Антиоксидантному стресу плодів протягом зберігання запобігає активність ферменту супероксиддисмутази (СОД), яка протягом зберігання плодів у контрольному варіанті знизилася на 16,7—20,0% (рис. 4).

Деякі менші зміни були в плодах вишні, оброблених 1 і 2% розчином карагенану — на 2,5—5,0% і 2,4—4,8% відповідно, до кінця зберігання — на 4,8—11,9%. Найменша активність (СОД) спостерігалася в плодах вишні, оброблених 2% розчином карагенану, — 9,5—11,1%. Подібні тенденції характерні для плодів суниці, оброблених алыгінатом натрію, що мали вищу антиоксидантну активність та активність супероксиддисмутази (Adiletta, Zampella, Mastrobuoni, Scortichini, & Petriccion, 2018).

Між активністю антиоксидантних ферментів встановлено сильні зв'язки та виведено рівняння регресії (рис. 5).

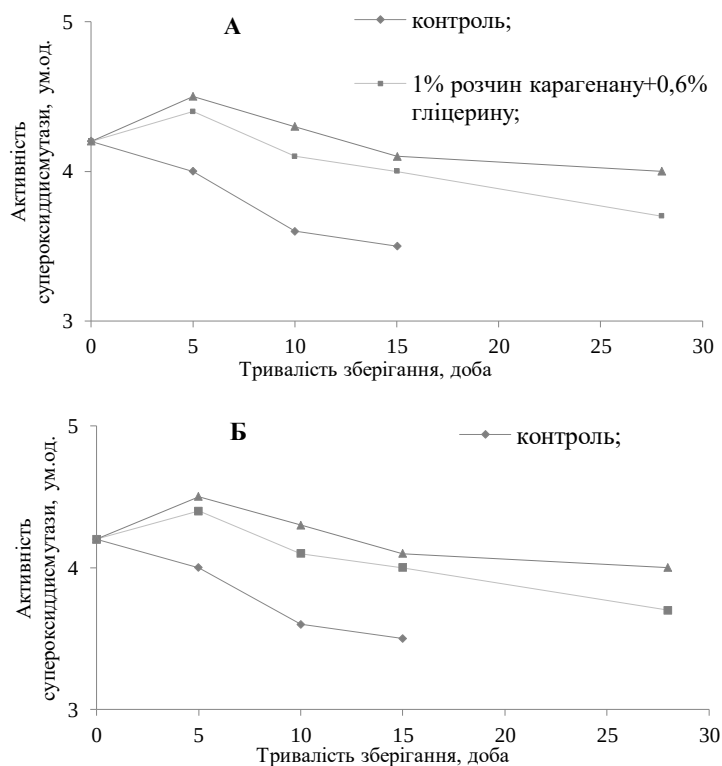


Рис. 4. Зміна ферменту супероксиддисмутази в плодах вишні сортів Альфа (А) та Пам'ять Артемьєнка (Б), оброблених розчином карагенану перед зберіганням, $HP_{05} = 0,2$

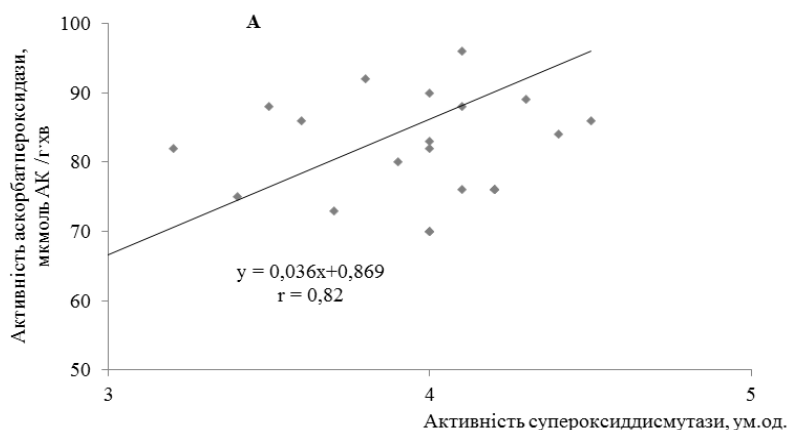


Рис. 5. Кореляційні залежності активності ферментів супероксиддисмутази від активності аскорбатпероксидази

Висновки

Отже, після зберігання найбільшу ефективність мала обробка плодів вишні 2% розчином карагану, де вміст фенольних речовин (2138—2145 мг/100г) та аскорбінової кислоти був найвищий і знизився на 6% і 24,9—35,9% відповідно. Активність ферменту аскорбатпероксидази на кінець зберігання найефективніша — 42,1—58,6%, а ферменту супероксиддисмутази в плодах вишні, оброблених 2% розчином карагану в цей період була найнижча — 9,5—11,1 %. Між активністю ферментів АПО і СОД встановлено сильні кореляційні зв'язки та виведено рівняння регресії.

Результати досліджень використовуватимуться для збереження якості плодів протягом зберігання та використання біорозкладального покриття безпечного для навколишнього середовища. Перспективою подальших досліджень буде поглиблення дослідження впливу попередньої обробки розчинами полісахаридів на якісні показники плодів вишні.

Література

Баль-Прилипко, Л., Леонова, Б., Толок, Г., Брона, А. (2016). Роль упаковки у збереженні якості харчових продуктів. *Продовольча індустрія АПК*, 32—37. Взято з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Piark_2016_5_10.

Бідюк, Д. О., Душенов, Д. К., Перцевой, Ф. В., Маренкова, Т. І. (2018). Обґрунтування технологічних параметрів отримання гелів на основі полісахаридів різного походження. *ВІСНИК НТУ «ХПІ»*, 9, 172—178. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.09.25>.

Василишина, О. В. (2020). Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 3, 13—20.

Василишина, О. В. (2020). *Перспективи використання харчових плівок і покриттів у технології зберігання плодово-ягідної продукції*. І Міжнародна науково-практична конференція «Перспективи еко-інноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва», Полтава. Взято з: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/bitstream/123456789/8130/1/Thesis%20PSAA_22.06.20.pdf.

Гурський, П. В., Маренкова, Т. І., Бідюк, Д. О., Перцевой, Ф. В. (2015). Дослідження впливу солей кальцію та калію різної природи на міцність гелів каппа-карагану. *Scientific Journal «Science Rise»*, 7/2(12), 14—19. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.45839>.

Дубініна, А. А., Летута, Т. М., Новікова, В. В., Фролова, Т. В. (2016). Сучасний стан розвитку технологій зберігання плодів і овочів. *Молодий вчений*, 11 (38), 23—29. Взято з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_11_8.

Мойсейченко, В. Ф. (1992). *Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодовоовочевої продукції*. Київ: НМК ВО.

Сердюк, М. Є., Прісс, О. П., Гапріндашвілі, Н. А., Здоровцева, Л. М., Сухаренко, О. І., Іванова, І. Є. (2020). *Дослідницький практикум. Методи дослідження плодовоовочевої та ягідної продукції*. Мелітополь: «Люкс».

Сімахіна, Г. О., Стеценко, Н. О., Науменко, Н. В. (2016). *Біологічно активні речовини в харчових технологіях*. Київ: НУХТ. Взято з: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/29179>.

Adiletta, G., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Mastrobuoni, F., Scortichini, M., Petriccion, M. (2018). Chitosan Coating: a postharvest treatment to delay oxidative stress in loquat fruits during cold storage. *Agronomy*, 8, 54. <https://doi.org/10.3390/agronomy8040054>.

Avella, M., Vlieger, J. J., Errico, M. E., Fischer, S., Vacca, P., Volpe, M. G. (2005). Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications. *Food Chemistry*, 93, 467—474. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.024>.

- Azeredo, H. M. C. (2012). Edible Coatings. *Advances in fruit processing technologies*. London-New York: Taylor & Francis Group, 345—356.
- Baldwin, E. A. Nisperos-Carriedo, M. O., Baker, R. A. (1995). Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *Horticulture Science*, 199, 30(1), 35—38. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.1.35>.
- Conte, A., Scrocco, C., Lecce, L., Mastromatteo, M., Nobile, M. A. D. (2009). Ready-to-eat sweet cherries: Study on different packaging systems. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10, 564—571. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.005>.
- Costa, G. (2019). Fruit quality: updated definition and modern methods of assessment. *Review. Italus Hortus*, 26(1), 41—49. <http://doi: 10.26353/j.itahort/2019.1.4149>.
- Dominguez-Martinez, B. M., Martı́nez-Flores, H. E., Berrios, J. J., Otoni, C. G., Wood, D. F., Velazquez, G. (2017). Physical characterization of biodegradable films based on chitosan, polyvinyl alcohol and opuntia mucilage. *Journal of Polymers and the Environment*, 25(3), 683—691. <https://doi.org/10.1007/s10924-016-0851-y>.
- Golding, J. (2017). Review of international best practice for postharvest management of sweet cherries, 92. Взято з: <https://www.cherrygrowers.org.au/assets/Review-of-international-best-practice-for-the-postharvest-management-of-sweet-cherries.pdf>.
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., Akhtar, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095—1107. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>.
- Lakatos, L., Szabó, T., Szabó, Z. & Soltész, M., Nyéki, J., Sun, Z., Dussi, M. (2014). The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta Horticulturae*, 1020, 287—292. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.41>.
- Lin, M. G., Lasekan, O., Saari, N., Khairunniza-Bejo, S. (2018). Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits CyTA. *Journal of Food*, 16(1), 490—497. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1414078>.
- Lopez-Rubio, A., Fabra, M. J., Martinez-Sanz, M., Mendoza, S., Vuong, Q. V. (2017). Biopolymer-based coatings and packaging structures for improved food quality. *Hindawi Journal of Food Quality*. <https://doi.org/10.1155/2017/2351832>.
- Maftoonazad, N., Badii, F. (2009). Useof edible films and coatings to extend the shelf life of food products. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*, 1, 162—170. <https://doi.org/10.2174/2212798410901020162>.
- Meindrawan, B., Suyatma, N. E., Wardana, A. A., Pamela, V. Y. (2018). Nanocomposite coating based on carrageenan and ZnO nanoparticles to maintain the storage quality of mango. *Food Packaging Shelf*, 18, 140—146. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.10.006>.
- Merino, D., Casalongué, C., & Ivarez, V. (2017). *Polysaccharides as Eco-Nanomaterials for Agricultural Applications*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68255-6_124.
- Ncama, K., Magwaza, L. S., Mditshwa, A., Tesfay, S. Z. (2018). Plant-based edible coatings for managing postharvest quality of fresh horticultural produce: A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 157—167. Взято з: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900229529>.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., Bautista, B. S., Sivakumar, D. (2017). Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57:3, 579—601. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.900474>.
- Valero, D. (2017). Maintenance of sweet cherry quality attributes as affected by innovative postharvest treatments. *Acta Horticulturae*, 1161, 475—482. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.76>.
- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., Clements, J., Gonzalez Martínez, C. (2009). Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 496—511. <https://doi.org/10.1080/10408390701537344>.
- Wani, A. A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H., Langowski, H. C. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food packaging and shelf life*, 1, 86—99. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.01.005>.

Xianghong, M., Guo-Zheng, Q., Shiping, T. (2010). Influences of preharvest spraying *Cryptococcus laurentii* combined with postharvest chitosan coating on postharvest diseases and quality of table grapes in storage. *Lwt — Food Science and Technology*, 43, 596—601. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.10.007>.

Xiao-yu, L., Xiao-long, D., Ying, L., Lin-jing, T., Qian, W., Jian-long, L. (2019). Rhubarb extract incorporated into an alginate-based edible coating for peach preservation. *Scientia Horticulturae*, 257, 108685. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108685>.

Yaman O., Bayindirli L. (2001). Effects of an edible coating, fungicide and cold storage on microbial spoilage of cherries. *European Food Research and Technology*, 213, 53—55. <https://doi.org/10.1007/s002170100334>.

Zhao, H., Liu, B., Zhang, W., Cao, J., Jiang, W. (2019). Enhancement of quality and antioxidant metabolism of sweet cherry fruit by near-freezing temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*, 147, 113—122. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.09.013>.