

## ОПТИМІЗАЦІЯ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ВИШНІ З ПОПЕРЕДНЬОЮ ОБРОБКОЮ РОЗЧИНОМ ХІТОЗАНУ

**О. В. Василичина**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

**ORCID ID:** 0000-0002-1066-4009

Уманський національний університет садівництва

*У результаті проведених досліджень виявлено позитивний вплив попередньої обробки плодів вишні 1% розчином хітозану. Після 21 доби зберігання вихід товарної продукції для вишні сорту Шпанка складав 85,5% та Лотівка – 84,4%, втрати маси зменшилися на 20% і склали 4,6 та 3,8%. При цьому втрати сухих розчинних речовин є найнижчими – 2,9 та 3,9%, втрати вмісту аскорбінової кислоти – 22,7 та 16,9%. На основі проведеного кореляційно-регресійного аналізу за тривалістю зберігання отримано математичну модель визначення товарної оцінки плодів вишні.*

**Ключові слова:** *плоди вишні, товарна якість, втрати маси, хітозан.*

**Постановка проблеми.** Важливим завданням сучасного товаровиробника є зберігання і доведення до споживача якісної продукції з найменшими втратами. Збереження якості плодів залежить від умов вирощування, особливостей сорту, технології зберігання.

Основною причиною псування плодоовочевої продукції є інфекційні хвороби. На сьогодні ведеться пошук способів зберігання, що гальмують розвиток збудників. Для подовження терміну зберігання використовують перед і післязбиральну обробку речовинами антимікробної дії, алое-вера покриття, 1-метилциклопропен, а останнім часом – хітозан. Тому вирішення проблеми підвищення якості плодів із застосуванням нових технологій є актуальним питанням.

**Аналіз актуальних досліджень.** Дослідження з розробки нових технологій зберігання із застосуванням післязбиральної обробки речовинами антимікробної дії проведені в Італії, Канаді, Іспанії, їм присвячено праці G. Romanazzi, Ahmed El Ghaouth, Daniel Valero.

Хітозан є природним, нетоксичним, високомолекулярним біополімером, отриманим з крабів та відомим своєю біосумісністю, біорозкладанням і біологічною активністю. Хітозан отримують шляхом деацетилювання хітину (з екзоскелету креветок). Складається він переважно із глюкозаміна або 2-аміно-2-дезоксид-глюкози, пов'язаної разом  $\beta$  (1-4) глікозидними зв'язками.

Фізико-хімічні характеристики хітину і хітозану впливають на їхні функціональні властивості, такі як розчинність, хімічна здатність і біологічна дія, така як біодеградація, що

відрізняється залежно від видів ракоподібних і способів отримання [1].

Хітозан використовується у біотехнології, сільському господарстві, харчовій промисловості [2]. У медицині хітозан застосовують як стабілізатор для активних інгредієнтів у таблетках. Він має низьку токсичність, тому став однією з перших речовин, схваленою Європейським союзом, як речовина для захисту рослин (рег. ЄС 2014/563) та використовується в рамках системи органічного сільського господарства, зокрема для комплексного застосування проти шкідників.

При застосуванні для захисту рослин хітозан проявляє потрійну активність: захист господаря; протимікробну активність; формує плівку на обробленій поверхні. Вчені досліджують активність хітозана з 1990-х років минулого сторіччя. Дослідження розпочалося з моніторингу активності ферментів, пов'язаних із захисними механізмами (наприклад, хітиназою,  $\beta$ -1,3 глюканазою, фенілаланіном) у різних плодах: суниці, цитрусових, столовому винограді, кісточкових. Антимікробна активність хітозану щодо широкого спектру збудників рослини підтверджена багатьма дослідженнями *in vitro*. Після нанесення на поверхню рослин (наприклад, занурення, розпилення) хітозан утворює стійке покриття, властивості якого (товщина, в'язкість, напівпроникність для газів і води) залежить від розчинників органічних кислот, в яких він розчиняється.

Зважаючи на опубліковані дані з точки зору ефективності хітозану у боротьбі з післязбиральним захистом свіжих плодів, він

проявляє від 30 до 40% активності, його антимікробна активність від 35 до 45%, а плівкоутворювальна дія від 20 до 30%. Крім застосування для захисту рослин, хітозан може застосовуватися разом з іншими альтернативними синтетичними фунгіцидами, підвищуючи протимікробні та плівкоутворюючі властивості та інколи проявляє їх синергічну взаємодію. Тому препарати на основі хітозану доступні як біопестициди, завдяки комплексній комбінації трьох механізмів взаємодії [1, 3].

У багатьох джерелах показано, що обробка плодів сливи хітозаном в умовах низькотемпературного зберігання ефективно зберігає якість і збільшує тривалість зберігання до 35 днів.

Хітозан як стійке покриття сприяє збереженню вологи у тканинах плодів і овочів та поліпшує їх якість протягом зберігання. Хітозанове покриття ефективно для продовження терміну зберігання та покращення якості столового винограду (*Vitis vinifera*) «Шахруді». Дослідження показують позитивний вплив хітозану (шляхом застосування спрею або обробки після збору врожаю) на якість та стійкість плодів. Збільшення концентрації хітозанового покриття позитивно впливає на якість плодів після збирання.

Післязбиральне застосування хітозану у пошкоджених плодах томатів знижує активність поліфенолоксидази і підвищує вміст загального білка і фенольних сполук. При обробленні розчином хітозану гарбузів знижується швидкість дихання і втрата ваги, підтримується стійкість і зовнішній вигляд, зберігається вміст аскорбінової кислоти і загальних фенолів. Комбінація розчинів хітозану й етанолу запобігає сірій гнилі столового винограду [4].

Отриманий з хітину, хітозан утворює на оброблених поверхнях плівку, завдяки чому покращує якість плодів та подовжує термін зберігання. За літературними даними G. Romanazzi, Ahmed El Ghaouth та ін. [5–7], хітозан використовують для передзбиральної обробки ягід суниці, черешні тощо. Зокрема, за даними Ahmed El Ghaouth [7], після 21 доби зберігання плодів суниці, оброблених 1% розчином хітозану, їхня товарна якість знижується на 10–13%, проти 52% в необроблених плодах. Хітозан разом з етанолом чи теплою водою, або кальцієм, використовується для післязбиральної обробки та сприяє зменшенню кількості ушкоджених хворобою плодів черешні. Так, дослідження G. Romanazzi та ін. [8] показали, що хітозан може замінити фунгіциди у боротьбі з післязбиральним псуванням винограду [8–10]. Застосування хітозану як покриття для полуниці покращило

якість плодів, а також продовжило термін їхнього зберігання.

Дослідження показали, що комбінація харчових покриттів з іншими методами консервування покращує якість свіжих плодів. Зокрема, використання низьких доз ультрафіолетового випромінювання (254 нм) здатне індукувати стійкість плодів і овочів до мікробіологічної гнилі, біосинтез декількох вторинних метаболітів і затримку процесу дозрівання, продовжити термін їх зберігання. Крім того, дослідженнями встановлено, що комбінація ультрафіолетового опромінення з іншими методами консервування дала змогу підтримати якість свіжих плодів. Було виявлено, що ультрафіолетове опромінення у поєднанні з хітозановим покриттям є ефективним методом і може застосовуватися для післязбиральної обробки та зберігання плодів [11].

Під час холодильного зберігання у процесі післязбиральної обробки швидкопсуючихся плодів у них зменшується швидкість основних обмінних процесів, підтримується якість і подовжується збереженість плодів вишні. Разом із пониженими температурами післязбиральна обробка плодів різними речовинами дає змогу підтримати їх якість і зберегти свіжість. Використання для післязбиральної обробки різних покриттів дає змогу встановити фізичні бар'єри на поверхні плодів, зменшуючи проникність до O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> і водяної пари, що призводить до зниження частоти дихання і транспірації та гальмування природного фізіологічного процесу дозрівання.

Хітозан, деацетильований похідний хітину, є високомолекулярною речовиною, вага катіонного лінійного полісахариду, складається з D-глюкозаміну і, меншою мірою, N-ацетил-D-глюкозаміну з β-1,4-зв'язком.

Покриття на основі хітозану вважаються кращим харчовим і біологічно безпечним консервантом для різних видів харчових продуктів через відсутність токсичності, біорозкладання, плівкоутворюючі властивості та антимікробну дію. Хітозанове покриття в поєднанні з холодильним зберіганням використовується для поліпшення зберігання і подовження терміну придатності фруктів.

За даними джерел, для збереження якості плодів кісточкових показано позитивний ефект з використанням харчового покриття на основі хітозану [8] і гелю *Aloe vera*, а також з покриттями, що складаються з ефірів сахарози, жирних кислот натрій карбоксиметил-целюлози та моногліцеридів жирних кислот.

Хітозан застосовують або під час періоду до збору врожаю, або після збору врожаю. Останні

дослідження протигрибкової активності хітозану (*in vitro*) та польові пробні дослідження дали змогу встановити, що його антимікробна активність прирівнюється до синтетичного фунгіциду. Хітозанове покриття затримує старіння плоду, яке пов'язане з ферментативним і неферментативними антиоксидантними системами [12, 13, 14].

Важливим показником збереженості продукту є природні втрати маси. Вони відбуваються в результаті випаровування вологи та дихання плодів, при цьому протікають процеси окислення органічних речовин з вивільненням тепла, води, яка надходить у повітря сховища. Тому при визначенні якості продукції необхідно ураховувати товарний стан та втрати маси плодів після зберігання [15].

На сьогодні моделювання, математичне прогнозування широко застосовується в проектуванні і розробленні ефективних технологій виробництва продукції. Особливий інтерес у прогнозуванні викликає післязбиральна обробка продукції [16]. Зокрема, у роботі О.П. Назарова та ін. [15] показано оптимізацію впливу втрат маси та тривалості зберігання на вихід товарної продукції. Тому дослідження свіжих плодів та овочів з використанням математичного моделювання має важливе значення для проектування [17, 18]. Так, у роботах Oluwafemi James Caleb та ін. [19] досліджено вплив температури на плоди гранату та розроблено математичну модель прогнозування, що враховує температуру зберігання.

Науковцями ведеться пошук нових технологій зберігання плодів із застосуванням речовин антимікробної дії. Водночас у літературних джерелах дослідження зі зберігання плодів вишні майже відсутні. Тому їх проведення та вивчення оптимальних умов зберігання плодів вишні є актуальним питанням.

**Метою дослідження** є встановлення оптимальних умов зберігання плодів вишні, попередньо оброблених розчином хітозану.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили протягом 2016-2017 рр. на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва. Об'єктом дослідження є вплив процесу передзбиральної обробки плодів вишні водним розчином хітозану на зміну їх якості протягом зберігання. Предмет дослідження: плоди вишні сортів Лотівка та Шпанка, вирощені

у ТОВ “Деметра”. Деревя садіння 2004 року, схема розміщення – 5х3м. Міжряддя утримується під чорним паром, пристовбурні смуги – під гербіцидним паром. За добу перед збиранням плоди обприскували 0,5 чи 1% розчином хітозану та висушували природним шляхом. Плоди вишні кожного сорту збирали у споживчій стадії стиглості протягом першої декади липня з різних місць крони та чотирьох дерев одного сорту та виду обробки. Завантажували в ящик №5 місткістю 5 кг та зберігали за температури  $5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  та відносної вологості повітря не нижче  $95\pm 1\%$ . За контроль служили необроблені плоди вишні. Повторність досліду трикратна.

Після зберігання визначали товарну якість продукції згідно з ДСТУ 8325:2015 [20]. Для цього відбирали плоди вишні першого товарного сорту, типові за зовнішнім виглядом та формою і кольором для даного помологічного сорту. Плоди однорідні за ступенем зрілості, не перезрілі і розміром не менше 16 мм.

Наприкінці зберігання проводили облік природних втрат маси шляхом зважування. Втрата ваги виражалася у відсотках до вихідної маси. Критерій закінчення зберігання плодів – втрати маси не більше 6%.

Для проведення хімічного аналізу формували вибірку масою не менше 2 кг та проводили визначення за стандартними методиками: вмісту сухих розчинних речовин – на рефрактометрі РПЛ-3М, аскорбінової кислоти – йодометричним методом, що оснований на окисленні аскорбінової кислоти розчином йоду та визначення надлишку йоду за допомогою тіосульфату натрію [21]. Математичну обробку даних, дисперсійний та кореляційний аналіз проводили на персональному комп'ютері за програмами «Excel 2000» та «Statistica 6» [22].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У середньому, за роками досліджень (табл. 1), при зберіганні плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка втрати маси складали 5,7 та 4,8%. Тоді як для плодів вишні, оброблених 0,5% розчином хітозану – 5,2 та 4,4%, що на 8,7 та 8,3% менше, ніж у контрольному варіанті. А для плодів вишні, попередньо оброблених 1% розчином хітозану, на 19,3 та 20,8% нижче. Очевидно, що зменшення втрат маси зумовлено попередньою обробкою плодів вишні перед зберіганням розчином хітозану, що також підтверджують результати досліджень Romanazzi G. та ін. [5, 6].

Втрати маси та вихід товарної продукції плодів вишні  
(середнє за 2016-2017 рр.)

Варіант досліджу	Термін зберігання, діб	Втрати маси,%	Вихід товарної продукції,%
Сорт Шпанка			
Контроль (без обробки)	15	5,7±1,6	79,6±2,3
0,5% розчин хітозану	21	5,2±1,5	81,6±3,1
1% розчин хітозану	21	4,6±1,3	85,5±2,2
Сорт Лотівка			
Контроль (без обробки)	15	4,8±1,4	78,8±2,1
0,5% розчин хітозану	21	4,4±1,3	81,1±2,2
1% розчин хітозану	21	3,8±1,2	84,4±2,0
НІР05		0,7	0,4

Важливий показник якості плодів після зберігання – товарна оцінка, яка зумовлює конкурентоспроможність продукції на ринку. Для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка вихід товарної продукції складав 79,6 та 78,8%. Тоді як у плодах вишні, оброблених 0,5% розчином хітозану, вихід товарної продукції становив 81,6 та 81,1%, що на 2% вище, ніж без обробки. У плодах, оброблених 1% розчином хітозану – 85,5 та 84,4%, що на 5,9 та 5,6% вище, що також підтверджують дані досліджень Ahmed El Ghaouth [7] та Romanazzi G. (2003) [5] про те, що товарна якість оброблених розчином хітозану плодів є вищою, для них вихід товарної продукції знижувався на 10–13%, тоді як в необроблених – на 50%.

Між виходом товарної продукції та тривалістю зберігання сила впливу висока – 84%. Вид попередньої обробки плодів вишні перед

зберіганням вплинув на товарну якість продукції (на 14%).

За рівнем сухих розчинних речовин можна визначити товарну якість продукції після зберігання. Як видно з рис. 1, вміст сухих розчинних речовин протягом всього періоду зберігання змінювався.

Тобто, у середньому в контрольному варіанті для плодів вишні він знизився на 6,6%. Обробка плодів вишні розчином хітозану значно вплинула на зміну вмісту сухих розчинних речовин та залежала від концентрації розчину. Зокрема для плодів вишні, оброблених 0,5% розчином хітозану, втрати вмісту сухих розчинних речовин для плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка склали 4,1 та 5,3% відповідно. Тоді як для оброблених 1% розчином хітозану плодів вишні – 2,9 та 3,9%.

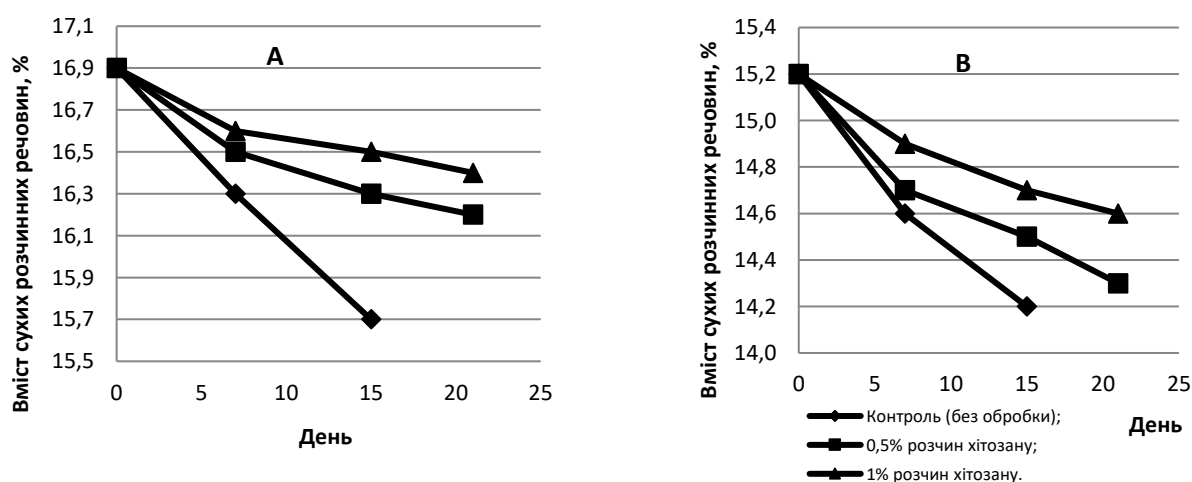


Рис. 1. Динаміка вмісту сухих розчинних речовин (А) у плодах вишні сортів Шпанка та (В) Лотівка (НІР<sub>05</sub> = 0,4) з обробкою розчином хітозану перед зберіганням (середнє за 2016-2017 рр.)

Результати досліджень узгоджуються з літературними даними Romanazzi G. [6] у тому, що хітозанове покриття утворює напівпроникну

плівку на поверхні плодів і овочів, покращує якість продукції та подовжує термін зберігання плодів.

Вміст аскорбінової кислоти визначає якість та вітамінну цінність продукції. Протягом всього періоду зберігання С-вітамінна цінність плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка знизилася у 1,8 та 1,7 рази. (рис. 2).

Причому, вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні з обробкою 0,5% розчином хітозану знизився на 32,3 та 25,6%, 1% розчином хітозану – на 22,7 та 16,9% відповідно. Наші результати узгоджуються з результатами досліджень М. Petriccione та ін. [23-25]..

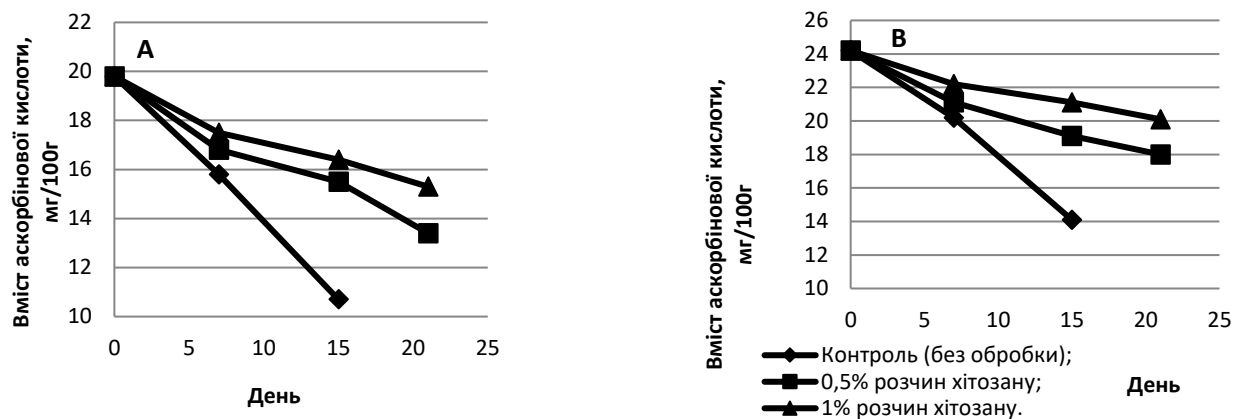


Рис. 2. Динаміка вмісту аскорбінової кислоти (А) у плодах вишні сортів Шпанка та (В) Лотівка (НІР05 = 0,4 ) з обробкою розчином хітозану перед зберіганням (середнє за 2016-2017 рр.)

За даними рис. 3, на вміст сухих розчинних речовин найбільше вплинув фактор – вид попередньої обробки плодів вишні перед

зберіганням – 28,4% між ним та тривалістю зберігання сила впливу також висока – 49,2%.

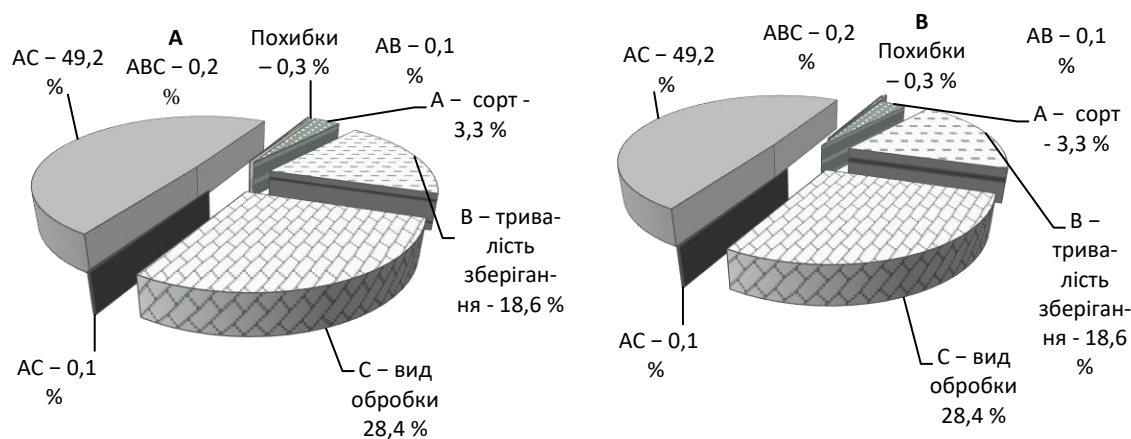


Рис. 3. Вплив факторів А (сорт) та В (тривалості зберігання), С (виду попередньої обробки) на вміст сухих розчинних речовин (А) та аскорбінову кислоту (В) плодів вишні протягом зберігання

Використання статистичних методів аналізу та коефіцієнт кореляції показує ступінь впливу якісних характеристик плодів вишні на тривалість зберігання. Як видно з даних таблиці 2, між тривалістю зберігання та втратами маси зв'язок середній та обернений ( $r = -0,589$ ), між періодом зберігання та виходом товарної продукції – сильний ( $r = 0,773$ ), а також між першим та вмістом аскорбінової кислоти – сильний ( $r = 0,658$ ). Між втратами маси та вмістом аскорбінової кислоти – сильний ( $r = -0,977$ ).

Тому, за результатами статистичного аналізу на тривалість зберігання плодів вишні сильніше впливає фактор – вихід товарної продукції, втрати маси та вміст аскорбінової кислоти. Тоді як втрати маси обернено залежать від тривалості зберігання, виходу товарної продукції та вмісту аскорбінової кислоти. У свою чергу, вміст аскорбінової кислоти залежить від тривалості зберігання, виходу товарної продукції та обернено відноситься до втрат маси.

Матриця парних кореляцій між тривалістю зберігання, втратами маси та виходом товарної продукції плодів вишні

Показник	Тривалість зберігання, доба $X_1$	Втрати маси, % $X_2$	Вихід товарної продукції, % $X_3$	Вміст сухих розчинних речовин, % $X_4$	Вміст аскорбінової кислоти, мг/100г, $X_5$
Тривалість зберігання, доба ( $X_1$ )	1,000	-0,589	0,773	0,211	0,658
Втрати маси, % ( $X_2$ )	-0,589	1,000	-0,589	0,511	-0,977
Вихід товарної продукції, % ( $X_3$ )	0,773	-0,589	1,000	0,381	0,556
Вміст сухих розчинних речовин, % ( $X_4$ )	0,211	0,511	0,381	1,000	-0,518
Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 ( $X_5$ )	0,658	-0,977	0,556	-0,518	1,000

Результати статистичного аналізу відображено на графіку (рис. 4). Де отримані рівняння дають змогу спрогнозувати кількість товарної продукції, втрат маси та вміст аскорбінової кислоти на будь-який період зберігання плодів вишні.

Дослідженнями встановлено переваги попередньої обробки: плоди вишні, оброблені 1% розчином хітозану, мають менші втрати маси на

19,3–20,8% та вищий вихід товарної продукції – 85,5%. Результати проведених досліджень підтвердили висновки, отримані дослідниками Ahmed El Ghaouth [7], G. Romanazzi [8], які довели, що обробка плодів перед зберіганням дозволяє підвищити вихід товарної продукції та її якість.

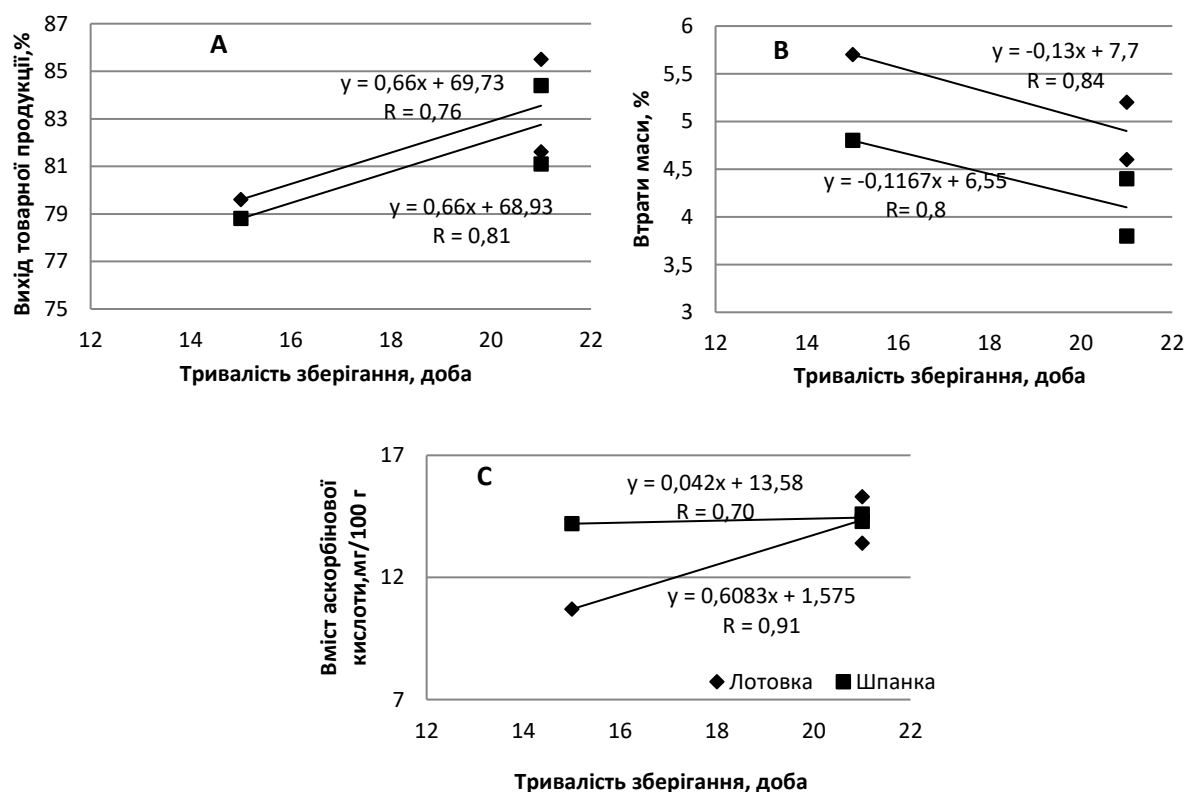


Рис. 4. Точкові графіки та теоретичні лінії залежності тривалості зберігання від: А) виходу товарної продукції, В) втрат маси та С) вмісту аскорбінової кислоти плодів вишні сортів Лотовка та Шпанка протягом зберігання

Таблиця 3

## Результати регресійного аналізу

N=8	Beta*	Std.Err. of Beta*	B*	Std.Err. of B*	t(3)*	p-level*
Intercept			882,66389	775,43429	11,09584	0,470909
Var 1	-1,17033	1,214261	--5,5234	55,73072	--0,96382	00,511726
Var 2	-1,9602	0,916193	--2,30169	11,07581	--2,1395	00,278348
Var 3	2,55275	0,859086	88,09501	22,72425	22,97147	00,206665
Var 4	1,92604	0,631812	11,78911	00,5869	33,04843	00,201794

Примітка\*.  $\beta$  – коефіцієнт рівняння показує на скільки одиниць стандартного відхилення зміниться залежна змінна при зміні на одне стандартне відхилення незалежної змінної;

B – коефіцієнт рівняння регресії; Std.Err of Beta – стандартні похибки коефіцієнтів рівняння регресії; T – t-критерій для коефіцієнтів рівняння регресії; p-level – ймовірність нульової гіпотези для коефіцієнтів рівняння регресії ( $p < 0,00119$ ).

Прогнозовані рівняння математичної залежності виходу товарної продукції та втрат маси від тривалості зберігання є важливими при розробленні нових технологій обробки плодів після збору врожаю. Розроблені математичні рівняння дадуть змогу встановити якість плодів вишні на даний період зберігання, що має практичне застосування протягом зберігання та реалізації продукції у торговельній мережі.

**Висновки і пропозиції.** За результатами проведених досліджень встановлено, що

попередня обробка плодів вишні 1% розчином хітозану сприяє збереженню товарної якості плодів вишні на рівні 85,5% та скорочує втрати маси на 20%. Отримані результати узгоджуються із хімічними змінами у плодах вишні впродовж зберігання, втрати вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Шпанка та Лотівка – 2,9 та 3,9%, зменшення вмісту аскорбінової кислоти складає 22,7 та 16,9% відповідно.

## Список використаних джерел:

- Zahoorullah S.M., Dakshayani L., Rani A.S. and Venkateswerlu G. Effect of chitosan coating on the physicochemical characteristics of brinjal quality during storage *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 2017. V. 13(3). P.1–9.
- Wu B.H., Quilot B., Genard M., Karvella J., Li S.H. Changes in sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches *P. davidiana* and hybrids as analyzed by principal component analysis. *Scientia Horticulturae*. 2005. V.103(4). P.429–439. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.08.003>.
- Gianfranco R., Feliziani E., Sivakumar D. Chitosan, a biopolymer with triple action on postharvest decay of fruit and vegetables: Eliciting, antimicrobial and film-forming properties. *Front Microbiology*. 2018. V.9. P.2745. doi: 10.3389/fmicb.2018.02745.
- Ardakani M. D., Mostofi Y. Postharvest application of chitosan and Thymus essential oil increase quality of the table grape cv. 'Shahroudi' *Journal of horticulture and postharvest research*. 2019. Vol. 2(1). P.31–42.
- Romanazzi G., Nigro F., Ippolito A. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology*. 2003. V.29. P. 73–80. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00239-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00239-9).
- Romanazzi G. Chitosan treatment for the control of postharvest decay of table grapes, strawberries and sweet cherries. *Fresh Produce*. 2010. V.4. P. 111–115.
- Ghaouth A., Arul J., Ponnampalam R., Boulet M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of food science*. 1991. V.56 (6). P.1618–1620. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb08655.x>
- Romanazzi G., Feliziani E., Santini M. Landi effectiveness of postharvest treatment with chitosan and other resistance inducers in the control of storage decay of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*. 2013.V.75. P. 24–27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.07.007>
- Hernandez-Munoz P., Almenar E., Valeria Del Valle, Dinoraz Velez, Gavara Rafael. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 2008. V.110. P.428–435. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.020>
- Chailoo M.J., Asghari M.R. Hot water and chitosan treatment for the control of postharvest decay in sweet cherry (*Prunus avium* L.) cv. Napoleon (Napoleon). *Journal of Stored Products and Postharvest Research*. 2011. V.2(7). P. 135–138.
- Bal E. Influence of Chitosan-Based Coatings with UV Irradiation on Quality of Strawberry Fruit During Cold Storage *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2019. V.7(2): P. 275–281. doi:<https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i2.275-281.2252>.
- Pasquariello M. S., Di Patre D., Mastrobiondi F., Luigi Z., Scortichini M., Petriccione M. Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2015. Vol. 109. P. 45–56.

13. Ahmed M.J., Singh Z., Khan A.S. Postharvest Aloe vera gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. *International journal of food science and technology*. 2009. № 44. P.1024–1033. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01873.x>.
14. Yen M.T., Yang J. H., Mau J. L. Antioxidant properties of chitosan from crab shells. *Carbohydrate Polymers*. 2008. V.74(4). P. 840–844. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.05.003>.
15. Назарова О.П., Андрущенко М.В. Моделювання впливу факторів на плоди черешні сорту Великоплідна під час зберігання. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету*. 2010. № 4(80). С. 66–69.
16. Caleb O.J., Opara U.L., Witthuhn C. R. Modified Atmosphere Packaging of Pomegranate Fruit and Arils: A Review. *Food Bioprocess Technology*. 2012. V.5 (1). P. 15–30.
17. Fonseca S.C., Oliveira F.A.R., Brecht J.K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages. *Journal of Food Engineering*. 2002. V.52(2). P. 99–119. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00106-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00106-6)
18. Mahajan P.V., Oliveira F.A.R., Montanez J.C., Frias J. Development of userfriendly software for design of modified atmosphere packaging for fresh and fresh-cut produce. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2007. V.8 (1). P. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.07.005>.
19. Caleb O.J., Mahajan P.V., Opara U.L., Corli R. Witthuhn. Modelling the respiration rates of pomegranate fruit and arils. *Postharvest Biology and Technology*. 2012. V.64(1). P. 49–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.09.013>.
20. Вишня свіжа. Технічні умови: ДСТУ 8325:2015. [Введ. в дію 1.07.2017]. 7 с.
21. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту аскорбінової кислоти: ДСТУ ISO 6557-2:2014. Київ: Держспоживстандарт, 2015. 10 с.
22. Мамчич Т.И., Оленко А.Я., Осипчук М.М., Шпортюк В.Г. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA. Дрогобич: Відродження, 2006. 203 с.
23. Petriccione M., Mastrobuoni F., Pasquariello M.S., Zampella L., Nobis E., Capriolo G., Scortichini M. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. *Foods*. 2015. V.4. P. 521–523. DOI: 10.3390/foods4040501
24. Vasylyshyna O. Influence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. *Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria*. 2016. №15(2). P. 145–150. DOI: 10.17306/J.AFS.2016.2.14
25. Спосіб застосування водного розчину хітозану для обробки плодів вишні перед зберіганням: патент Україна № 119156 МПК (2017) A01G 7/06; Заявл. 14.04.2017; Опубл. 11.09.2017. Бюл. № 17. 4 с.

### **Е. В. Васишлина. Оптимизация хранения плодов вишни с предварительной обработкой раствором хитозана**

*В результате проведенных исследований усвоено положительное влияние предварительной обработки плодов вишни 1% раствором хитозана. После 21 суток хранения выход товарной продукции плодов вишни сорта Шпанка составлял 85,5%, Лотовка – 84,4%, потери массы уменьшились на 20% и составляли 4,6 и 3,8% соответственно. При этом потери сухих растворимых веществ составили 2,9 и 3,9%, содержания аскорбиновой кислоты – 22,7 и 16,9%. На основе проведенного корреляционно-регрессионного анализа по продолжительности хранения получена математическая модель определения товарной оценки плодов вишни.*

**Ключевые слова:** плоды вишни, товарное качество, потери массы, хитозан.

### **O. Vasylyshyna. Optimization of storage fruit foods with preparing processing by hytosan solution**

*Positive effect of preliminary processing of cherry fruit with 1% solution of chitosan was revealed. After 21 days of storage, the yield of fruit products of the cherry variety of Shpanka was 85,5% and Lotovka – 84,4%; weight loss decreased by 20% and accounted for 4,6% and 3,8% respectively. At the same time, the losses of dry soluble substances are the lowest – 2,9 and 3,9%, losses of ascorbic acid content – 22,7% and 16,9%. On the basis of the correlation-regression analysis, a mathematical model for determining the commodity evaluation of cherry fruit was obtained based on storage duration and mass loss.*

**Keywords:** cherry, commodity quality, mass loss, chitosan.

