

DOI: 10.15587/2312-8372.2017.105630

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДІЮЧИХ РЕЧОВИН АНТИОКСИДАНТНОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ПЕРЕД ЗБЕРІГАННЯМ

Сердюк М. Є., Величко І. Г., Прісс О. П., Данченко О. О., Кюрчева Л. М., Байбєрова С. С.

1. Вступ

Плодова продукція завдяки високій біологічній цінності та функціональним властивостям повинна бути обов'язковою складовою раціону харчування людини протягом всього року. На думку деяких авторів, частка плодів у харчуванні вважається показником зростання добробуту населення [1, 2].

Відповідно до рекомендацій Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) для забезпечення продовольчої безпеки населення, загальна місткість сховищ-холодильників у країні повинна відповідати чисельності населення і балансовим умовам експортно-імпортного обороту. При цьому, частина плодоовочевої продукції, яка знаходиться на зберіганні, повинна становити 90...125 кг на 1 людину за рік. Нажаль, цей показник в Україні на сьогоднішній день становить в середньому 10,5...17,5 кг на 1 людину, і навіть у великих промислових центрах не досягає необхідного рівня [3].

До числа основних факторів, які обумовлюють таке становище галузі зберігання плодової продукції, відносять нестачу сучасних виробничих потужностей для її зберігання та використання занадто дорогих, а іноді дуже складних і нерациональних технологій зберігання [4–6].

У зв'язку з цим, дослідження, присвячені пошуку шляхів вдосконалення існуючих технологій зберігання, з метою забезпечення населення свіжою та високоякісною плодовою продукцією протягом цілого року, є актуальними.

2. Об'єкт дослідження та технологічний аудит

Об'єктом даного дослідження виступає технологічний процес холодильного зберігання плодової продукції. Найбільшою проблемою при зберіганні за цією технологією є високий рівень втрат (20–30 %) від мікробіологічних захворювань та фізіологічних розладів. Крім того, низькі позитивні температури тільки гальмують, але не зупиняють окисно-відновні процеси. Тому, при зберіганні плодів у звичайних холодильних камерах відзначається висока швидкість процесів післязбирального дозрівання. При цьому спостерігається швидке погіршення квалітативних показників та біологічної цінності.

Для пошуку шляхів усунення означених проблем був проведений технологічний аудит, який ставив за мету дослідження можливості застосування антиоксидантними композиціями для обробки плодів перед подальшим зберіганням.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розробка нової антиоксидантної композиції та оптимізація її композиційного складу. Застосування даної композиції для післязбиральної обробки плодів сприятиме подовженню терміну їх зберігання та скороченню рівня щодобових втрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

1. За результатами аналітичних досліджень запропонувати нову антиоксидантну композицію.
2. Встановити параметри оптимізації та прийняти для них початкові обмеження.
3. Провести дослідження впливу антиоксидантної композиції на рівень щодобових втрат плодової сировини протягом зберігання.
4. Провести оптимізацію композиційного складу розробленої антиоксидантної композиції.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Для підсилення позитивного ефекту низьких температур при зберіганні плодової сировини в багатьох країнах світу застосовують антиоксидантні сполуки. Вони інгібують окисно-відновні процеси, що відбуваються в плодах протягом зберігання, і тим самим гальмують процеси післязбирального метаболізму та сприяють збереженню біологічно-активних речовин, а також істотному скороченню втрат плодової сировини від фізіологічних розладів. Велика кількість антиоксидантних сполук володіють бактерицидними властивостями, і, відповідно, захищають сировину від ураження патогенною мікрофлорою [7, 8].

На сьогоднішній день у виробничих умовах активно використовують синтетичні, природні або комбіновані антиоксидантні сполуки. Синтетичні антиоксиданти є найбільш дешевими, доступними та технологічними, а отже знаходять все більшого застосування у харчовій промисловості. У групу цих речовин входять синтетичні аналоги природних антиоксидантів, а також велика група штучних антиокислювачів на основі фенольних та сірковмісних сполук [9].

Широкого застосування у харчовій промисловості знайшов синтетичний антиоксидант 2,6-ди-трет-бутил-4-метил-фенол (3,5-ди-третбутил-4-гідрокситолуол, бутилгідрокситолуол, іонол, агідол 1, БОТ, дибунол, ВНА). Дана речовина вважається харчовою добавкою Е321 та активно використовується для попередження перекисного окиснення у таких продуктах, як рослинні олії, крупи, хлібобулочні вироби, крекери, картопляні чипси та пюре, м'ясні вироби та консерви, пиво [10]. При зберіганні плодової продукції іонол використовувався для післязбиральної обробки плодів яблук, абрикосів, манго та цитрусових [11]. Позитивні результати отримані при зберіганні з післязбиральною обробкою іонолом плодів та гарбузових овочів [12].

У якості синергісту до іонолу деякими дослідниками рекомендують застосовувати диметилсульфоксид [13]. Диметилсульфоксид (ДМСО, димексид) вважається потужним антиоксидантом. Він запобігає перекисному окисненню ліпідів та стабілізує клітинні мембрани. Поряд з цим, димексид стимулює у клі-

тинах синтез СОД – основного ферменту антиоксидантної системи. Одночасно з антиоксидантними, ДМСО володіє і антисептичними властивостями. Розчини з концентрацією речовини 0,15...10 % мають бактеріостатичну дію, а у концентрації 25...50 % – бактерицидну. У комплексних препаратах, ДМСО може виступати у якості розчинника, а також забезпечувати швидке транспортування інших діючих речовин у середину клітин [14].

У попередніх дослідженнях для обробки плодів перед тривалим зберіганням ДМСО використовували у концентраціях від 10 до 25 % [15]. Але при цьому було встановлено, що за високих концентрацій ДМСО у плодовій сировині з'являється сторонній запах та присмак. Отже, при подальших дослідженнях впливу диметилсульфоксиду на збереженість плодової сировини доцільно використовувати значно нижчі концентрації, а підсилення антиоксидантних властивостей можна досягти використовуючи його синергізм з іонолом.

Поряд з цим, велика кількість антиоксидантних сполук має низьку розчинність та не здатна утворювати однорідні розчини та суспензії. Це ускладнює процес нанесення та рівномірного розподілення препаратів на поверхні плодової сировини, зменшує технологічний ефект та унеможлиблює їх використання у виробництві. З метою усунення даних недоліків до складу комплексних антиоксидантних препаратів вводять харчові захисні покриття різної природи.

Серед захисних покриттів біологічного походження найбільш поширеним є лецитин. Він вважається добрим емульгатором та потужним антиоксидантом. Він вважається природною харчовою добавкою (Е 322), яка активно використовується у харчовій промисловості при виготовленні маргарину, макаронних виробів, випіканні хлібу та інших хлібобулочних виробів, при виробництві шоколаду та шоколадної глазурі, жирових емульсій. Використання харчової добавки Е322 дозволено в Україні без обмежень [16].

Для післязбиральної обробки плодової продукції перед її подальшим зберіганням був розроблений ряд комплексних композицій на основі лецитину, застосування яких сприяло збереженню якості та біологічної цінності [17–19].

Єдиним недоліком, який може обмежувати використання лецитину при зберіганні плодової продукції, є схильність до мікробіологічного псування та окиснення киснем повітря [20]. Стабілізувати лецитин від окислення та підвищити його мікробіологічну толерантність можливо за рахунок введення до складу комплексних композицій речовин із високими бактерицидними та антиокислювальними властивостями. Такими речовинами можуть бути іонол та диметилсульфоксид.

Отже, за результатами аналітичних досліджень була створена антиоксидантна композиція ДЛ на основі дистинолу, який складається із суміші іонолу та диметилсульфоксиду, та лецитину. Але, композиційний склад її залишається не визначеним.

Отже, з метою подальшого використання комплексної антиоксидантної композиції ДЛ у виробничих умовах необхідно провести оптимізацію та визначити діючі концентрації її компонентів.

5. Методи досліджень

У якості модельних сортів для дослідження були обрані плоди яблуні сортів Айдаред, Голден Делішес, плоди груші сортів Вікторія, Ізюминка Криму та плодів сливи сортів Волошка, Стенлей. Плоди яблуні та груші збирали при досягненні знімального ступеня стиглості, плоди сливи – у технічній стиглості, типові за формою та забарвленням згідно з вимогами ГСТУ 01.1.-37-160:2004, ГСТУ 01.1-37-162:2004, ГСТУ 01.1.-37-163:2004. Перед закладенням на зберігання була проведена інспекція, сортування й калібрування плодів.

Обробку антиоксидантними композиціями (АОК) виконували у сховищах шляхом занурення їх у заздалегідь приготовлені робочі розчини. Експозиція – 10 секунд. Висушували плоди вентиляванням. Варіанти обробки: К – контроль, варіант 1 – ДЛ – суміш диметилсульфоскиду, іонолу та лецитину. Досліджували наступні концентрації діючих речовин: дистинол – 0...0,048 %, лецитин – 0...6 %. Ефективність впливу різних концентрацій діючих речовин визначали за середнім рівнем щодобових втрат плодів протягом зберігання, які складаються з суми втрат маси та втрат, спричинених мікробіологічними захворюваннями і функціональними розладами, віднесеними до кількості діб зберігання. Визначення рівня розвитку функціональних розладів та мікробіологічних захворювань при зберіганні плодів виконували оглядом, та виявленням екземплярів, що знизили товарну якість та угруповання їх за родом ураження. Втрату маси плодів визначали за методом фіксованих проб [21] Дослідження проводились у дворічній повторності.

Зберігання виконували у пластикових ящиках, по 15 кг плодів у кожному. Температура зберігання 0 ± 1 °С, відносна вологість повітря 95 %.

При аналізі та обробці експериментальних даних, побудові математичних моделей використовували комп'ютерні програми – систему комп'ютерної математики Maple.

6. Результати досліджень

Для встановлення діючих концентрацій дистинолу (Д) та лецитину (Л) у комплексній композиції ДЛ при зберіганні плодової продукції був закладений науковий експеримент та проведена оптимізація отриманих експериментальних даних. В результаті оптимізації була отримана математична модель та побудована поверхня відгуку, яка відображає залежність рівня середніх щодових втрат плодів яблуні g (%) від концентрацій дистинолу x (%) та лецитину y (%).

Критерієм оптимальності при побудові математичної моделі були мінімальні середні щодобові втрати плодів яблуні при зберіганні.

$$g \rightarrow \min.$$

На параметри оптимізації прийняти початкові обмеження (%):

$$0 \leq x \leq 0,048,$$

$$0 \leq y \leq 6.$$

Рівень середніх щодобових втрат при зберіганні плодів був визначений за сумою щодобових втрат від ураження мікробіологічними хворобами, фізіологічними розладами та втрат маси (табл. 1).

Таблиця 1

Середні щодобові втрати при зберіганні плодів яблуні з використанням композиції ДЛ

Вид плодів	Щоденні втрати (%), при відповідних концентраціях складових композиції				
	Д/Л	0	4	5	6
Плоди яблуні	0	0,0698	0,0758	0,0844	0,0942
	0,012	–	0,0591	0,0706	0,0826
	0,024	–	0,0365	0,0529	0,0610
	0,036	–	0,0195	0,0397	0,0514
	0,048	–	0,0197	0,0404	0,0534
<i>НІР₀₅</i>	–	–	0,003	0,003	0,002
Плоди груші	0	0,0771	0,0675	0,0817	0,0886
	0,012	–	0,0618	0,0773	0,0847
	0,024	–	0,0386	0,0627	0,0705
	0,036	–	0,0116	0,0431	0,0516
	0,048	–	0,0127	0,0433	0,0524
<i>НІР₀₅</i>	–	–	0,004	0,002	0,002
Плоди сливи	0	0,6534	0,2037	0,3159	0,3557
	0,012	–	0,1380	0,2709	0,3069
	0,024	–	0,0594	0,1779	0,2346
	0,036	–	0,0626	0,1835	0,2387
	0,048	–	0,0712	0,2009	0,2537
<i>НІР₀₅</i>	–	–	0,008	0,008	0,011

Дані наведені з урахуванням втрат маси. Значення на перетині концентрацій діючих речовин 0-0 відповідає кількості стандартної продукції контрольного варіанту.

Аналіз отриманих даних (табл. 1) свідчить, що мінімальний рівень щодобових втрат при зберіганні плодів яблуні та груші встановлений в околі точки (0,036;4), а плодів сливи – точки (0,024;4). Тому були обрані нові обмеження оптимізації для плодів зерняткових плодів у межах прямокутника [0,024;0,048]x[0;5], для якого ця точка є внутрішньою. Для плодів сливи обмеження оптимізації знаходились в межах прямокутника [0,012;0,048]x[0;5].

Для обраного діапазону даних виконували наближення функції поліномом другого ступеню:

$$f(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + a_5y^2.$$

Коефіцієнти визначали за умови мінімізації суми квадратів відхилень теоретичних та експериментальних значень у вузлах, які належать даному прямокутнику (на прикладі плодів яблуні):

$$F(a_0, \dots, a_5) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (f(x_i, y_j) - g(x_i, y_j))^2,$$

де $x_1 = 0,024, x_2 = 0,036, x_3 = 0,048, y_1 = 0, y_2 = 4, x_3 = 5, g(x, y)$ – експериментальні значення щодобових втрат плодів яблуні в процесі зберігання, %.

З лінійної системи, яка є наслідком необхідних умов екстремуму:

$$\left\{ \frac{\partial F}{\partial a_j} = 0, j = \overline{0,5}, \right.$$

отримані значення коефіцієнтів $a_j, j = \overline{1,5}$. В результаті обчислень отримана наступна математична залежність:

$$f(x, y) = 35,99537037x^2 - 0,1244047619xy + 0,006048333333y^2 - 2,625396825x - 0,03085642857y + 0,1142087302.$$

Зауважимо, що:

$$\Delta = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \right)^2 > 0, \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} > 0.$$

З цього випливає, що дана функція є опуклою, і має єдиний мінімум, що ілюструє побудована поверхня відгуку (рис. 1).

Точка мінімуму є розв'язком системи:

$$\left\{ \begin{array}{l} \partial f / \partial x = 0, \\ \partial f / \partial y = 0. \end{array} \right.$$

Після обчислень знаходимо оптимальні концентрації діючих речовин:

$$\{x=0,042, y=2,9\}.$$

При цьому, мінімальне значення щодобових втрат при зберіганні плодів яблуні в точці оптимуму становить 0,014 %.

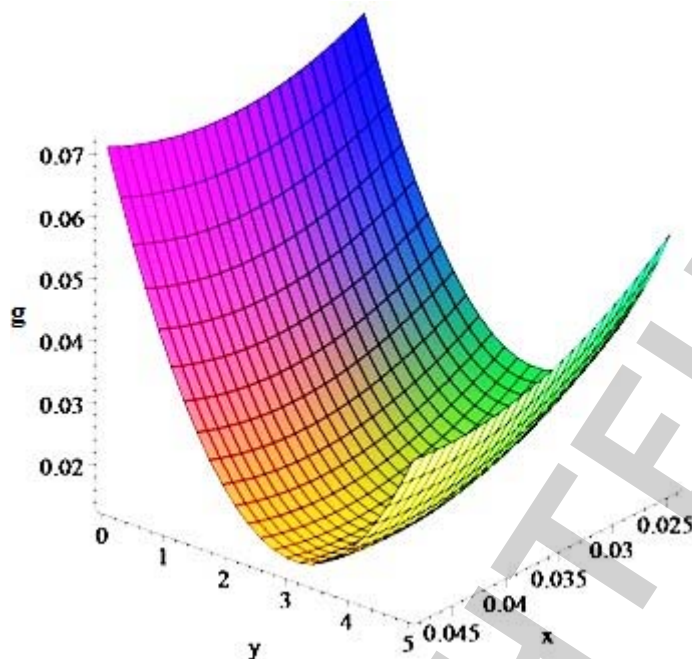


Рис. 1. Поверхня відгуку для моделі оптимізації концентрацій діючих речовин композиції ДЛ при зберіганні плодів яблуни

За наведеним алгоритмом були проведені оптимізації концентрацій діючих речовин композиції ДЛ при зберіганні плодів груші та сливи.

Математична залежність для встановлення оптимальних концентрацій композиції ДЛ при зберіганні плодів груші на відрізнялась від моделі для плодів яблуни. При цьому оптимальні концентрації діючих речовин знаходились у точці $\{x=0,041, y=2,9\}$ з мінімальним значенням у точці оптимуму – 0,002 %.

Для плодів сливи математична залежність має вигляд:

$$f(x,y)=19,90740741 x^2-0,1720238095xy+0,05405666667y^2-1,466071429x-0,3696695238 y+0,6784674603.$$

Оптимальні концентрації діючих речовин знаходились у точці $\{x=0,022, y=3,4\}$ з мінімальним значенням у точці оптимуму – 0,037 %.

Поверхні відгуку, які ілюструють процес оптимізації, наведені на рис. 2, 3.

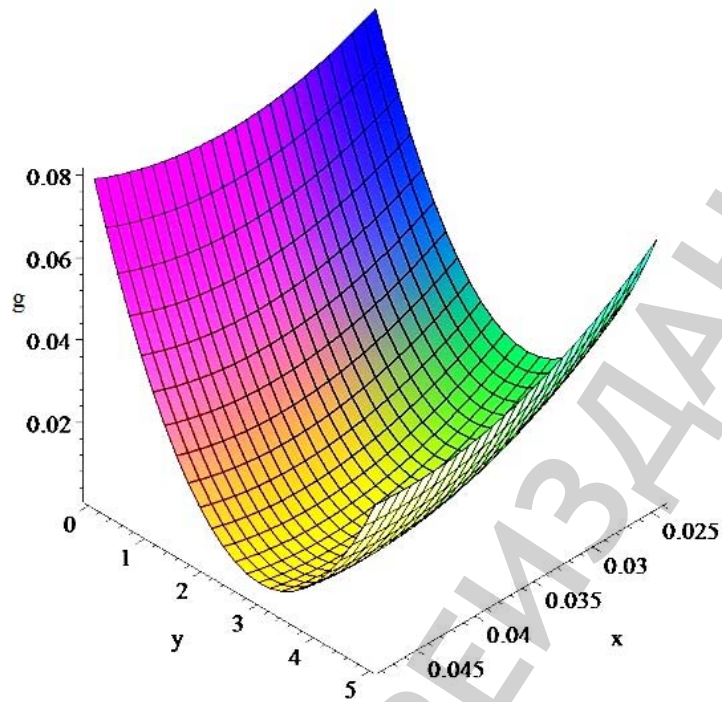


Рис. 2. Поверхні відгуку для моделі оптимізації концентрацій діючих речовин композиції ДЛ при зберіганні плодів груші

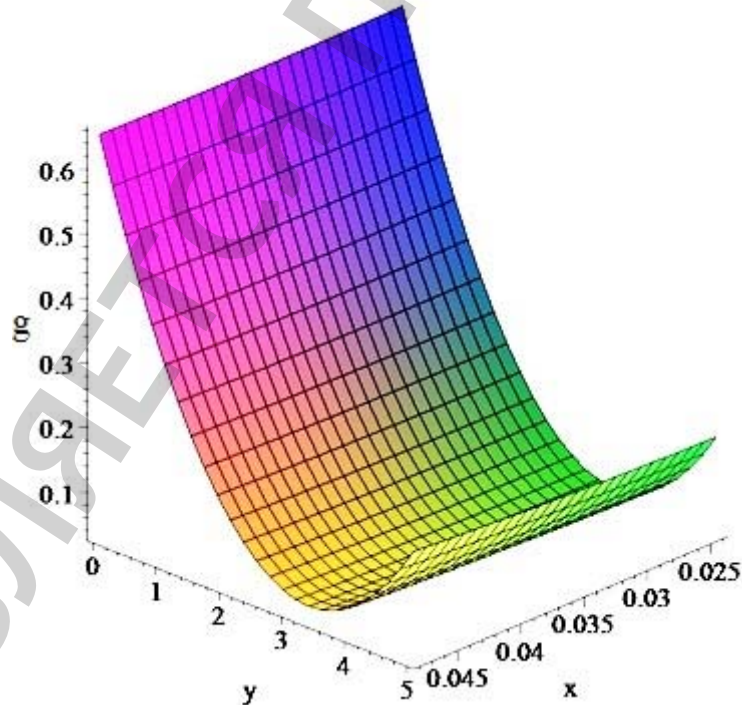


Рис. 3. Поверхні відгуку для моделі оптимізації концентрацій діючих речовин композиції ДЛ при зберіганні плодів сливи

Отже, проведеною оптимізацією встановлені наступні концентрації діючих речовин у антиоксидантній композиції ДЛ: при зберіганні плодів яблуни: Д – 0,042%, Л – 2,9%; при зберіганні плодів груші: Д – 0,041%, Л – 2,9 %; при зберіганні плодів сливи Д – 0,022%, Л – 3,4%.

7. SWOT-аналіз результатів дослідження

Strengths. Застосування розробленої під час дослідження антиоксидантної композиції з оптимізованим композиційним складом для обробки плодової продукції перед подальшим зберіганням забезпечує максимальне збереження її квалітативних показників та високої біологічної цінності. В сучасних ринкових умовах впровадження такої технології є вельми актуальним та може стати пріоритетним напрямком розвитку галузі зберігання України.

Основним соціальним ефектом результатів досліджень можна вважати подовження періоду споживання свіжої плодової продукції на фоні максимальної збереженості квалітативних показників та біологічної цінності. Реалізація такої продукції за прийнятними цінами в зимовий період буде мати позитивний вплив на стан здоров'я людини, забезпечуючи її організм необхідними вуглеводами, вітамінами, мінеральними та іншими біологічно-активними речовинами.

Weaknesses. Слабкі сторони даного дослідження пов'язані з відсутністю готової препаративної форми композиції ДЛ у торгівельній мережі. Дану композицію необхідно готувати за наступною технологією: суміш іонолу та диметилсульфоксиду в співвідношенні 1,4:1 за масою необхідно нагріти до 60 °С та витримати до повного розчинення іонолу. В результаті отримують комплексний препарат – дистинол (Д). Термін зберігання препаративної форми дистинолу становить 1 рік за температури 0...5 °С. Необхідну кількість лецитину розчиняють у невеликій кількості дистильованої води температурою 40...50 °С. Отриману суспензію нагрівають до температури 80...90 °С та змішують з потрібною кількістю дистинолу. До необхідної концентрації діючих речовин суміш доводять теплою дистильованою водою. Отриману емульсію піддають гомогенізації, завдяки чому вона може зберігатися без розшарування протягом 2–3 тижнів. Це є цілком достатнім терміном для проведення обробки плодів та закладання їх на подальше зберігання.

Opportunities. Застосування запропонованої технології зберігання плодів за обробки композицією ДЛ сприяло збільшенню виходу стандартної продукції 1 сорту, зменшенню витрат на нормані та актовані втрати. Це дало змогу отримати кращі економічні показники порівняно зі зберіганням за традиційною технологією, не дивлячись на додаткові грошові витрати на препарат. При цьому відзначалось зростання рівня рентабельності у 3...6 разів, а економічний ефект був на рівні 3691...12456 грн./т залежно від виду плодів.

Threats. Складності у впровадженні отриманих результатів пов'язані з відсутністю в Україні сучасних ліній підготовки плодів до зберігання. Існуюче закордонне обладнання відзначається високою вартістю, що негативно позначається на техніко-економічних показниках процесу зберігання. Тому подальші дослідження будуть присвячені розробці рекомендацій по підбору технологічного обладнання для ліній підготовки плодів до зберігання з використанням антиоксидантних композицій.

8. Висновки

1. За результатами аналітичних досліджень була розроблена антиоксидантна композиція ДЛ на основі дистинолу, який складається із суміші іонолу і диметилсульфоксиду, та лецитину.

2. Експериментальним шляхом був досліджений вплив розробленої антиоксидантної композиції на рівень щодобових втрат плодової продукції протягом зберігання у наступному діапазоні концентрацій діючих речовин: дистинол – 0...0,048 %, лецитин – 0...6 %.

3. Результатами досліджень встановлено, що мінімальний рівень щодобових втрат при зберіганні плодів виявлений при концентраціях дистинолу 0,024...0,036 %, лецитину – 2...4 %.

4. Проведеною оптимізацією встановлені наступні концентрації діючих речовин у антиоксидантній композиції ДЛ: при зберіганні плодів яблуни та груші концентрація дистинолу становить 0,041...0,042 %, концентрація лецитину – 2,9 %. При зберіганні плодів сливи відповідно: дистинолу – 0,022 %, лецитину – 3,4 %.

Література

1. Slavin, J. L. Health Benefits of Fruits and Vegetables [Text] / J. L. Slavin, B. Lloyd // *Advances in Nutrition: An International Review Journal*. – 2012. – Vol. 3, № 4. – P. 506–516. doi:[10.3945/an.112.002154](https://doi.org/10.3945/an.112.002154)

2. Liu, R. H. Nutrition: Antioxidant activity of fresh apples [Text] / R. H. Liu, M. V. Eberhardt, C. Y. Lee // *Nature*. – 2000. – Vol. 405, № 6789. – P. 903–904. doi:[10.1038/35016151](https://doi.org/10.1038/35016151)

3. Lipinski, B. Reducing Food Loss and Waste. Creating a Sustainable Food Future, Installment Two [Electronic resource] / B. Lipinski, C. Hanson, R. Waite, T. Searchinger, J. Lomax, L. Kitinoja // World Resources Institute. – June 2013. – Available at: \www/URL: <http://www.wri.org/publication/reducing-food-loss-and-waste>

4. Serdyuk, M. The study of mass loss intensity of plum fruits during storage [Text] / M. Serdyuk, D. Stepanenko, S. Kurchev // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – № 1/10 (79). – P. 42–48. doi:[10.15587/1729-4061.2016.59694](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.59694)

5. Serdyuk, M. Substantiation of selecting the method of pre-cooling of fruits [Text] / M. Serdyuk, D. Stepanenko, S. Baiberova, N. Gaprindashvili, A. Kulik // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – № 4/11 (82). – P. 62–68. doi:[10.15587/1729-4061.2016.76235](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.76235)

6. Miller, F. A. A Review on Ozone-Based Treatments for Fruit and Vegetables Preservation [Text] / F. A. Miller, C. L. M. Silva, T. R. S. Brandao // *Food Engineering Reviews*. – 2013. – Vol. 5, № 2. – P. 77–106. doi:[10.1007/s12393-013-9064-5](https://doi.org/10.1007/s12393-013-9064-5)

7. Priss, O. Chilling-injury reduction during the storage of tomato fruits by heat treatment with antioxidants [Text] / O. Priss // *Eastern-European Journal of*

Enterprise Technologies. – 2015. – № 1/6 (73). – P. 38–43. doi:[10.15587/1729-4061.2015.37171](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.37171)

8. Serdyuk, M. Oxidative stress and antioxidant systems of apple fruits protection [Text] / M. Serdyuk, S. Baiberova // Journal Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 9, № 2. – P. 79–85. doi:[10.15673/2073-8684.31/2015.44279](https://doi.org/10.15673/2073-8684.31/2015.44279)

9. Rasooli, I. Food Preservation – A Biopreservative Approach [Text] / I. Rasooli // Global Science Books. Food. – 2007. – Vol. 1, № 2. – P. 111–136.

10. Hodges, D. M. Postharvest oxidative stress in horticultural crops [Text] / D. M. Hodges. – CRC Press, 2003. – 266 p.

11. Blanpded, G. Effect of repeated postharvest applications of butylated hydroxytoluene (BHT) on storage scald of apples [Text] / G. Blanpded // Proceedings of the Sixth International Controlled Atmosphere Research Conference. – Ithaca, New York, 1993. – Vol. 2. – P. 466–469.

12. Priss, O. Effect of heat treatment with antioxidants on oxygen radical scavenging during storage of zucchini squash [Text] / O. Priss, V. Kalitka // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – № 6/10 (77). – P. 47–53. doi:[10.15587/1729-4061.2015.56188](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56188)

13. Kalitka, V. V. Vyvchennia antyoksydantovoi aktyvnosti preparatu dystynol za umov in vitro [Text] / V. V. Kalitka, G. V. Donchenko // The Ukrainian Biochemical Journal. – 1995. – Vol. 67, № 4. – P. 87–92.

14. Pegg, D. E. Principles of Cryopreservation [Text] / D. E. Pegg // Methods in Molecular Biology. – 2007. – P. 39–57. doi:[10.1007/978-1-59745-362-2_3](https://doi.org/10.1007/978-1-59745-362-2_3)

15. Kalitka, V. V. Primenenie antioksidantov dlia dlitel'nogo hraneniia plodov semechkovyh kul'tur [Text] / V. V. Kalitka, M. E. Kovtun, O. P. Priss // Tehnika v sel'skohoziastvennom proizvodstve. Trudy Tavricheskoi gosudarstvennoi agrotehnicheskoi akademii. – 1997. – Vol. 1, № 1. – P. 29–31.

16. Palacios, L. E. Egg-yolk lipid fractionation and lecithin characterization [Text] / L. E. Palacios, T. Wang // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2005. – Vol. 82, № 8. – P. 571–578. doi:[10.1007/s11746-005-1111-4](https://doi.org/10.1007/s11746-005-1111-4)

17. Method for processing fruits and vegetables on the base of lecithin [Electronic resource]: Patent US 20060228458 A1, A23J7/00, A01N31/16, A01N25/32, A23B7/154, A23L3/3481, A23B7/16, A01N25/30, A23D9/00, A23L3/3472 / Sardo A.; inventor & patent holder Alberto Sardo. – Appl. № 10/552,460; Filed 24.03.2004; Publ. 12.10.2006. – Available at: \www/URL: <http://www.google.ch/patents/US20060228458>

18. Method for the nematocidal treatment of plants using eugenol and/or lecithin(s) and/or derivatives thereof [Electronic resource]: Patent US 20100081636 A1, A01N65/00, A01N57/12, A01P5/00 / Sardo A.; inventor & patent holder Alberto Sardo. – Appl. № 12/450,511; Filed 14.02.2008; Publ. 01.04.2010. – Available at: \www/URL: <http://www.google.ch/patents/US20100081636>

19. Rodriguez, M. Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films [Text] / M. Rodriguez, J. Osés,

K. Ziani, J. I. Mate // Food Research International. – 2006. – Vol. 39, № 8. – P. 840–846. doi:[10.1016/j.foodres.2006.04.002](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.04.002)

20. Vardanian, R. L. Kineticheskie zakonomernosti okisleniia letsitina i ego stabilizatsiia [Text] / R. L. Vardanian, L. R. Vardanian, R. S. Aruturian et al. // Himiia rastitel'nogo syr'ia. – 2009. – № 1. – P. 125–130.

21. Naichenko, V. M. Tekhnolohiia zberihannia i pererobky plodiv ta ovochiv [Text] / V. M. Naichenko, I. L. Zamorska. – Uman: Sochinskyi, 2010. – 328 p.

НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРИЗДАТКОМ