

Шульга О.С.

Національний університет харчових технологій

Шульга С.І.

Національний університет харчових технологій

БІОДЕГРАДАБЕЛЬНА ЇСТІВНА ПЛІВКА ТА ПОКРИТТЯ ЯК СПОСІБ ВНЕСЕННЯ ВІТАМІНІВ У КОНДИТЕРСЬКІ ТА ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ

У статті представлено результати експериментальних досліджень щодо внесення нетермостабільних вітамінів С та F, а також фруктово-овочевих порошків за допомогою біодеградабельного їстівного покриття або плівки. Установлено, що додавання фруктово-овочевих порошків позитивно впливає на органолептичні показники виробів за рахунок надання їм природного кольору. Визначено, що використання вітаміну С зменшує показник паропроникності з 6,3 до 4,5 мг/м·год·кПа. Фруктово-овочеві порошки збільшують паропроникність із 4,7 до 7,4 мг/м·год·кПа. Крім того, зазначений спосіб унесення вітаміну С та F дозволяє зберегти їх у кількості 75-80% та 67% відповідно у готовому продукті.

Ключові слова: біодеградабельна їстівна плівка та покриття, вітамін С, F, фруктово-овочеві порошки, паропроникність, ІЧ-спектри, хроматограми.

Постановка проблеми. Кондитерські та хлібобулочні вироби в обмеженій кількості містять вітамін С, йод, пробіотичні культури, тобто речовини, які за температурного оброблення руйнуються. Тому збагачення виробів, які проходять температурне оброблення під час виготовлення зазначеними речовинами, можливе лише після їх виготовлення та охолодження. Їстівне покриття наноситься на поверхню виробів після охолодження; оскільки, біодеградабельне покриття є їстівним, то його можливо збагачувати нетермостійкими біологічно цінними у харчуванні людини речовинами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нове покоління їстівних плівок та покриттів спеціально розроблене для збільшення їх функціональності шляхом включення природних чи синтетичних протимікробних агентів, антиоксидантів, ферментів або функціональних інгредієнтів, таких як пробіотики, мінерали та вітаміни [1-4]. Варто зазначити, що більшість антимікробних сполук мають антиоксидантні властивості. Натуральні антиоксиданти (фенольні сполуки, вітаміни Е і С) замість синтетичних антиоксидантів, широко використовуються в їстівних плівках. Наприклад, лимонна та аскорбінова кислоти були включені в харчові покриття на основі метилце-

люлози для контролю проникності кисню і зменшення втрат вітаміну С у абрикосах під час зберігання [5]. Доцільно включати антиоксиданти до складу плівок, які використовуються для смажених продуктів із метою подовження їх терміна придатності [6]. Покриття з ксантанової камеді, змішані з вітаміном Е, підвищили споживні властивості та покращили поверхневий колір очищеної моркви [7]. Розвиток харчових зміцнених їстівних плівок та покриттів залежить від типу плівкоутворювальних матеріалів, а також концентрації харчових добавок, доданих до плівкоутворюючих розчинів [8]. Нутрицевтичні речовини (кальцій, цинк або вітамін Е) включені в матрицю з хітозаном, забезпечують альтернативні способи збереження свіжих фруктів та овочів [9].

Постановка завдання. Дослідити вплив вітаміну С, F та фруктово-овочевих порошків на властивості біодеградабельних їстівних плівок та покриттів, а також їх збереження.

Виклад основного матеріалу досліджень. Сьогодні існує значна кількість робіт, присвячених збагаченню різних груп харчових продуктів рослинною сировиною у вигляді порошків [10; 11].

Наші дослідження показали, що введення до складу рецептури кондитерських виробів фруктового порошку є доцільним [12; 13].

Проте використання порошків у складі кондитерського продукту під час технологічного процесу призводить до руйнування частини корисних речовин фруктово-овочевих порошків [14; 15], тому необхідним є інший спосіб введення порошків до складу продуктів.

У роботі було використано такі види фруктово-овочевих порошків: чорничний, лимонний, соку ананаса, персиковий, соку лайма, соку лимона, полуничний, шпинату, апельсина, томатний. Обраний перелік зумовлений їх новизною та розширенням асортименту як кондитерських, так і хлібобулочних виробів.

Зазначені порошки є джерелом вітаміну С, мінеральних речовин, харчових волокон. Сьогодні фруктово-овочеві порошки отримують шляхом низькотемпературного сушіння, тому вводити їх до складу продукту, який під час виготовлення зазнає дії високих температур є недоцільним [16].

Вплив фруктово-овочевих порошків на органолептичні показники їстівного покриття або плівки, які виготовлені з крохмалю, желатину, карбаміду, лляної олії та води, такий: за умови додавання порошку більше 10% їстівне покриття або плівка набуває інтенсивного забарвлення залежно від доданого виду порошку. Для деяких видів порошку (чорничний, шпинатний та томатний) доцільним є зменшення концентрації порошку в складі їстівного покриття або плівки через надто інтенсивне забарвлення, що не завжди буде доречним. Крім того, порошки, що мають кислий смак, (лимонний, соку лайма та лимону) за такої концентрації в їстівному покритті надають занадто кислого смаку виробам, на які нанесено їстівне покриття.

Крім визначення впливу на органолептичні показники, необхідним є визначення впливу порошку на показник паропроникності. Резуль-

тати дослідження наведено на рис. 1.

Відповідно до отриманих результатів (див. рис. 1), додавання порошку збільшує показник паропроникності. Збільшення показника не залежить від виду доданого порошку, оскільки різниця у $\pm 0,5$ мг/м·год·кПа лежить у межах похибки експерименту. Збільшення паропроникності можна пояснити тим, що порошки у своєму складі містять водонерозчинні складники (клітковина, пектин), які порушують цілісність матриці їстівної плівки на основі крохмалю та желатину.

Отже, додавання фруктового або овочевого порошку дозволить розширити асортимент їстівних покриттів та плівок, а також збагатити вироби біологічно цінними складовими частинами порошку. Проте кількість порошку необхідно обмежити до 3-5%, щоб уникнути збільшення показника паропроникності.

Доцільним також є введення до складу плівки вітаміну С, який, як відомо [17], під час теплового оброблення руйнується на 25-60% [18]. Джерелом вітаміну С є свіжі овочі та фрукти, особливо цитрусові, квашена капуста [19] та картопля за умови правильного її приготування. Необхідність споживання вітаміну С, особливо в зимовий період, не вимагає доказу. Отже, необхідний спосіб введення до складу харчових продуктів, особливо продуктів щоденного споживання, вітаміну С, який би дозволяв не інактивувати вітамін С у процесі виробництва.

Доцільним є нанесення формувального розчину їстівного покриття або плівки за температури не більше 40°C. Такий температурний режим дозволяє зберегти вітамін С на рівні 75-80%, що за умови введення вітаміну С у кількості 0,5%, забезпечує добову потребу на 45% у разі споживання 100 г помадних цукерок, 100% – для мармеладних виробів, 100% – пряникових виробів

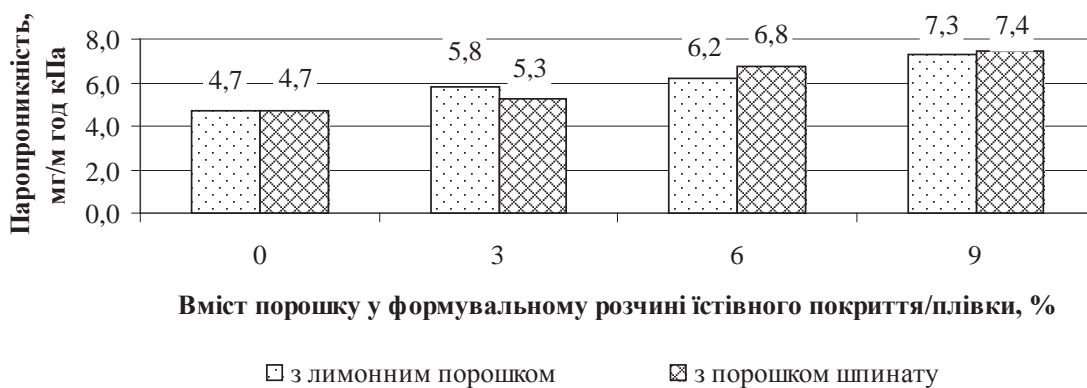


Рис. 1. Вплив фруктового або овочевого порошку на показник паропроникності їстівної плівки

та 70% – хлібних виробів, враховуючи добову потребу у вітаміні С 70 мг/добу для жінок та 80 мг/добу для чоловіків згідно з Наказом № 1073 МОЗ України від 03.09.2017 р. «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії».

Отже, біодеградабельна істівна плівка або покриття є дієвим способом внесення вітаміну С до складу харчового продукту.

Оскільки домінуючим фактором використання істівного покриття є збереження свіжості виробів, то необхідно визначити вплив вітаміну С на зміну показника паропроникності, що наведено на рис. 2.

Результати дослідження (див. рис. 2) показують, що вплив вітаміну С залежить від його концентрації. За концентрації вітаміну С 0,1% показник паропроникності збільшується з 4,7 до

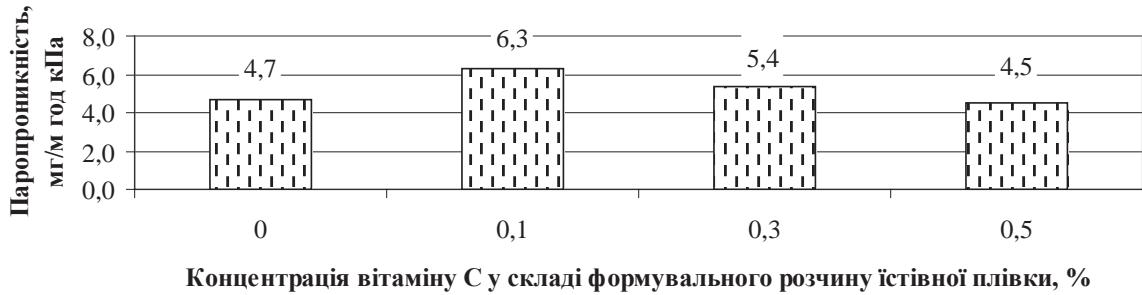


Рис. 2. Вплив концентрації вітаміну С на показник паропроникності

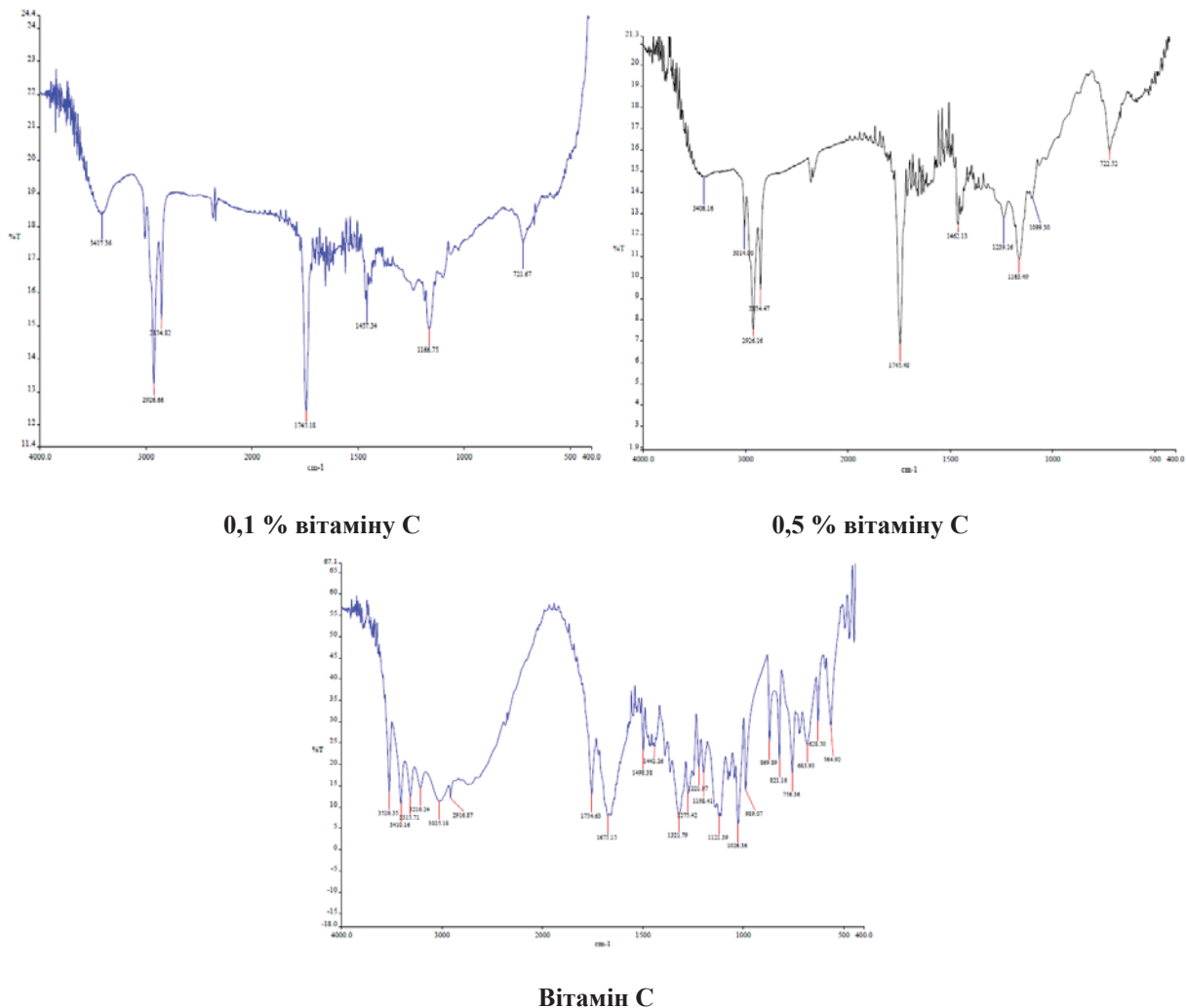


Рис. 3. ІЧ-спектри істівних плівок з різним вмістом вітаміну С та вітаміну С

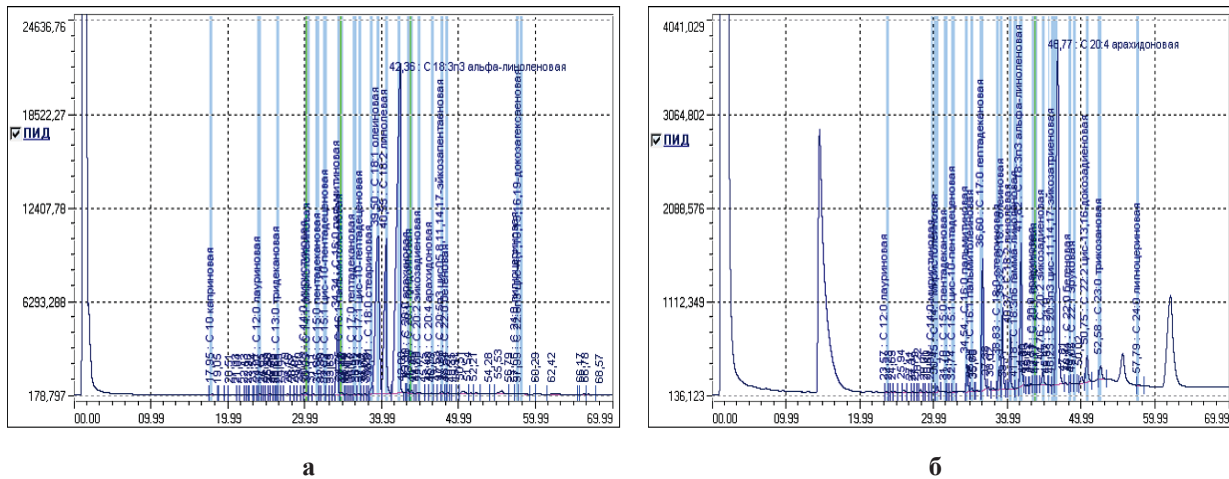


Рис. 4. Хроматограми лляної олії та екстракту з істівної плівки:
а – лляна олія; б – екстракт лляної олії з істівної плівки

6,3 мг/м·год·кПа, тоді як за концентрації вітаміну С 0,5% показник зменшується до 4,5 мг/м·год·кПа. Наведену закономірність можна пояснити здатністю вітаміну С утворювати водневі зв'язки, оскільки до його складу входить чотири гідроксильні групи. Достовірність припущення можна підтвердити за допомогою функціонального аналізу – ІЧ-спектроскопії.

Результати ІЧ-спектроскопії плівок із різним вмістом вітаміну С наведено на рис. 3.

В ІЧ-спектрі плівки з 0,5% (див. рис. 3) смуга ν_{OH} дуже широка, малоінтенсивна і лежить при 3406,16 cm^{-1} , а в спектрі плівки з вмістом вітаміну С 0,1% смуга валентних коливань є більш вузькою та більш інтенсивною і лежить при 3417,36 cm^{-1} . Отже, зі збільшенням кількості вітаміну С кількість водневих зв'язків збільшується, що і змінює характер смуги валентних коливань ν_{OH} і призводить до зміцнення матриці плівки та, як наслідок, сприяє зниженню показника паропроникності.

Наведена кількість вітаміну С не впливає на смакові властивості істівного покриття або плівки, що є важливим, оскільки не змінюватиме звичний смак традиційних продуктів.

Поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова та арахідонова) складають вітамін F, інша назва цього вітаміну – антихолестериновий – назва, яка сама за себе говорить. На жаль, добова норма споживання цього вітаміну не закріплена в Наказі № 272 МОЗ України від 18.11.1999 р. «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії», проте існують різні рекомендації щодо добового його споживання, наприклад, 1 мг на добу [20].

Із точки зору фортифікації виробів вітаміном F кількість лляної олії повинна бути якнайбіль-

шою, проте додавання олії більше 5% ускладнює її емульгування під час приготування формувального розчину істівного покриття або плівки, утворене істівне покриття/плівка стає «жирним» на дотик. Крім того, збільшення концентрації лляної олії більше 5% не сприяє активному зменшенню показника паропроникності, що також узгоджується з літературними даними [21].

Важливим також є ступінь збереження поліненасичених жирних кислот лляної олії (вітаміну F), яку можна перевірити за допомогою хроматографічного методу або за йодним числом, яке характеризує ступінь ненасиченості жиру, і в разі руйнування лінолевої, ліноленової та арахідонової кислот (вітаміну F) йодне число буде зменшуватися. Отримані результати підтверджують значну частку (67%) збереження поліненасичених жирних кислот у складі істівного покриття/плівки, $\gamma_{I_2/100\text{ г}}$: 180 у лляній олії, що додається в плівку, 165 – у плівці після виготовлення і 120 – на кінець зберігання.

Хроматограми лляної олії та лляної олії екстрагованої з істівної плівки наведено на рис. 4. Повний жирнокислотний склад лляної олії та олії екстрагованої з істівного покриття/плівки визначений за допомогою хроматографічного аналізу.

Аналіз наведених хроматограм (див. рис. 4) показав, що лляна олія містить 90,60% ненасичених жирних кислот. До складу екстракту входить 77,56% ненасичених жирних кислот. Отже, втрати становлять 13,04%, що дозволяє рекомендувати істівне покриття або плівку дієвим засобом для фортифікації продуктів вітаміном F.

Висновки. Установлено, що додавання фруктових порошків позитивно впливає на органолептичні показники виробів за раху-

нок надання їм природного кольору. Дозування порошку повинно становити 3-5% для того, щоб уникнути збільшення показника паропроникності.

Установлено, що вітамін С зменшує показник паропроникності з 6,3 до 4,5 мг/м·год·кПа. Фрук-

тово-овочеві порошки збільшують паропроникність із 4,7 до 7,4 мг/м·год·кПа. Крім того, зазначений спосіб внесення вітаміну С та F дозволяє зберегти їх у кількості 75-80% та 67% відповідно у готовому продукті.

Список літератури:

1. Effect of murta (*Ugni molinae* Turcz) extract on gas and water vapor permeability of carboxymethylcellulose-based edible films [Text]. *LWT-Food Science and Technology*. 2007. Vol. 40. P. 1473-1481.
2. Lin D. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables [Text]. *Comp. Rev. Food Sci. Food Safety*. 2007. Vol. 6. P. 60-75.
3. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits [Text] / M. Vargas [et al.]. *Rev. Food Sci.* 2008. Vol. 48. P. 496-511.
4. Janjarasskul T. Edible packaging materials [Text]. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2010. Vol. 1. P. 415-448.
5. Ayranci E. Cellulose-based edible films and their effects on fresh beans and strawberries [Text]. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A*. 1997. Vol. 205. P. 470-473.
6. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use [Text] / V. Falguera [et al.]. *Trends in Food Science & Technology*. 2011. Vol. 22(6). P. 292-303.
7. Using edible coating to enhance nutritional and sensory qualities of baby carrots [Text] / Y. Mei [et al.]. *Journal of Food Science*. 2002. Vol. 67. P. 1964-1968.
8. Park S. I. Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into-chitosan-based films [Text]. *Agr. Food Chem.* 2004. Vol. 52. P. 1933-1939.
9. Weaver C.M., Heane R.P. In *Modern Nutrition in Health and Disease* [Text]. Philadelphia Lippincott Williams & Wilkins. 1998. P. 141-155.
10. Использование и получение фруктовых и овощных добавок в производстве мучных, кондитерских и хлебобулочных изделий [Текст] / И.В. Иванова [и др.]. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. 2016. № 1(9). С. 43-47.
11. Перфилова О.В., Митрохин М.А. Использование порошков из плодоовощных выжимок с целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий [Текст]. *Достижения науки и техники АПК*. 2008. № 8. С. 48-50.
12. Шульга О.С., Каменчук Т.В. Яблучний порошок як добавка для підвищення харчової цінності карамелі [Текст]. *Ukrainian food journal*. 2012. №2. С. 59-61.
13. Шульга О.С., Каменчук Т.В. Цукрове печиво з яблучним порошком [Текст]. 78 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 2-3 квітня 2012. Київ: НУХТ, 2012. Ч. 1. С. 107-108.
14. Sablani S. S. Drying of fruits and vegetables: retention of nutritional/functional quality [Text]. *Drying technology*. 2006. Vol. 24. № 2. P. 123-135.
15. Devahastin S. Invited review: modelling quality changes of fruits and vegetables during drying: a review [Text]. *International Journal of Food Science & Technology*. 2010. Vol. 45. № 9. P. 1755-1767.
16. Jiang H. Fruit and vegetable powders [Text]. *Handbook of Food Powders: Processes and Properties*. 2013. P. 532-552.
17. *Пищевая химия* [Текст] / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочетова и др.; под ред. А. П. Нечаева. [2-е изд.]. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. 632 с.
18. Leong S.Y., Oey I. Effect of endogenous ascorbic acid oxidase activity and stability on vitamin C in carrots (*Daucus carota* subsp. *sativus*) during thermal treatment [Text]. *Food chemistry*. 2012. Vol. 134. № 4. P. 2075-2085.
19. Где много витамина С? URL: <http://blogozdorovie.ru/gde-mnogo-vitamina-c/>. Назва з екрану.
20. Какие жирные кислоты включает в себя витамин F/ URL: <http://okvitamin.org/vitaminy-i-mineraly/kakie-zhirnye-kisloty-vklyuchaet-v-sebya-vitamin-f.html>. Назва з екрану.
21. Garcia M.A., Martino M.N., Zaritzky N.E. Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings [Text]. *Journal of food science*. 2000. Vol. 65. № 6. P. 941-944.

БИОДЕГРАДАБЕЛЬНЫЕ СЪЕДОБНЫЕ ПЛЕНКИ И ПОКРЫТИЯ КАК СПОСОБ ВНЕСЕНИЯ ВИТАМИНОВ В КОНДИТЕРСКИЕ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по внесению нетермостабильных витаминов С и F, а также фруктово-овощных порошков с помощью биоразлагаемого съедобного покрытия или пленки. Установлено, что добавление фруктово-овощных порошков положительно влияет на органолептические показатели изделий за счет придания им естественного цвета. Определено, что использование витамина С уменьшает показатель паропроницаемости с 6,3 до 4,5 мг/м·ч·кПа. Фруктово-овощные порошки увеличивают паропроницаемость с 4,7 до 7,4 мг/м·ч·кПа. Кроме того, указанный способ внесения витаминов С и F позволяет сохранить их в количестве 75-80% и 67% соответственно в готовом продукте.

Ключевые слова: биоразлагаемые съедобная пленка и покрытия, витамин С, F, фруктово-овощные порошки, паропроницаемость, ИК-спектры, хроматограммы.

BIODEGRADABLE EDIBLE FILMS AND COATINGS AS A METHOD OF INTRODUCING VITAMINS IN CONFECTIONERY AND BAKERY PRODUCTS

The article presents the experimental results studies on the introduction of non-thermostable vitamins C and F, as well as fruit and vegetable powders with the help of biodegradable edible coatings or films. It was established that the fruit and vegetable powders addition positively affects the organoleptic characteristics of products by giving them a natural color. It has been determined that the vitamin C use reduces the vapor permeability index from 6.3 to 4.5 mg/m·h·kPa. Fruit and vegetable powders increase vapor permeability from 4.7 to 7.4 mg/m·h·kPa. In addition, the indicated method of adding vitamins C and F allows them to be saved in quantities of 75-80% and 67% respectively in the finished product.

Key words: biodegradable edible film and coating, vitamin C, F, fruit and vegetable powders, vapor permeability, infrared spectra, chromatogram.