

Movenko Sergiy, student, Department of information technology in physical and energy systems, Kharkiv National University named by V.N. Karasin. Address: Svobody square, 4, Kharkiv, Ukraine, 61000. Tel.: (057)707-52-70.

Борисова Аліна Олексіївна, канд. психол. наук, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

Борисова Алина Алексеевна, канд. психол. наук, доц., кафедра иностранных языков, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

Borysova Alina, PhD, Associate Professor, Department of foreign languages, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-69.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.В. Євлаш
Отримано 15.04.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 664.29:621.798.18:664.6

МОДИФІКАЦІЯ ПЕКТИНУ ЯК ПЛІВКОУТВОРЮВАЧА ДЛЯ ЇСТІВНИХ ПЛІВОК ХЛІБОБУЛОЧНИХ І КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

О.С. Шульга, А.І. Чорна, С.М. Кобилінський, С.І. Шульга

Подано результати модифікації цитрусового пектину амоніаком, сечовиною, цетиловим спиртом, пальмітиновим ангідридом. Проведено аналіз ІЧ-спектрів вихідних та модифікованих сполук, що дозволило підтвердити проведення модифікації цитрусового пектину. Досліджено вплив отриманих нових речовин на фізико-механічні властивості (міцність, подовження) плівки, а також паропроникність.

***Ключові слова:** пектин, амоніак, сечовина, пальмітиновий ангідрид, цетиловий спирт, їстівна плівка.*

МОДИФИКАЦИЯ ПЕКТИНА КАК ПЛЕНКООБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ СЪЕДОБНЫХ ПЛЕНОК ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

О.С. Шульга, А.И. Черная, С.Н. Кобылинский, С.И. Шульга

Представлены результаты модификации цитрусового пектина аммиаком, мочевиной, цетиловым спиртом, пальмитиновым ангидридом. Проведен анализ ИК-спектров исходных и модифицированных веществ, что позволило подтвердить проведение модификации цитрусового пектина. Исследовано влияние полученных новых веществ на физико-механические свойства (прочность, удлинение) пленки, а также паропроницаемость.

Ключевые слова: пектин, аммиак, мочевина, пальмитиновый ангидрид, цетиловый спирт, съедобная пленка.

MODIFICATION OF PECTIN AS THE BASIS FOR EDIBLE FILM OF BAKERY AND CONFECTIONERY PRODUCTS

O. Shulga, A. Chorna, S. Kobylinskii, S. Shulga

The results of citrus and apple pectin with ammonia, urea, cetyl alcohol, palmitic anhydride are presented in the article. There is no information on the modification of citrus and apple pectins represented by modifiers. One of the main requirements for the products obtained is the ability to obtain them from film packaging materials that are not inferior barrier materials based on synthetic polymers. Techniques for modification are described in detail. In addition, this list of modifiers is due to their availability and relatively low cost. Modification of urea is of particular interest, because urea is used in the production of films as a plasticizer, which reacts chemically with the membrane former. Therefore, the modification of the film former with urea will avoid the technological stage – the addition of a plasticizer. In order to prove the modification, IR spectra of starting materials and obtained modified compounds with detailed interpretation and interpretation of the data are presented. The effect of the new substances on the physical and mechanical properties (strength, elongation) and vapor permeability of films made by using polyvinyl alcohol as a membranes former, glycerin-plasticizer, and oleic acid as a hydrophobic component was studied. The use of polyvinyl alcohol increases the viscosity of the membranes-forming solution, which facilitates its application to the surface of products and allows reducing the cost of pectin as a more expensive raw material. Based on the obtained results, the applicability of pectin modification as a membranes former of edible membranes of confectionery and bakery products was confirmed. The modification of the natural polymer makes it possible to improve the physical and mechanical properties of the initial polymer (pectin): the most durable membranes are formed by using pectin modified palmitic anhydride, the least durable – modified cetyl alcohol. The films with pectin modified

with ammonia have the highest elongation index, the least – with modified pectin palmitic anhydride. In addition, the modification also has a positive effect on the barrier properties of membranes made on its basis: the vapor permeability of the membranes improves with an increase in the content of the modified pectin membrane with palmitic anhydride and cetyl alcohol.

Keywords: *pectin, ammonia, urea, palmitic anhydride, cetyl alcohol, edible membranes.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Для створення їстівних плівок [1] необхідні такі основні складові: плівкоутворювач (полімер), пластифікатор, розчинник (вода або спирт). Найбільш доцільно для їстівних плівок використовувати природні полімери: крохмаль, пектин, клітковину, клейковину тощо. Існуючі природні полімери утворюють плівки, які є менш міцними та еластичними порівняно з плівками на основі синтетичних полімерів; мають більш низькі бар'єрні властивості тощо. Комбінування складу плівки за рахунок уведення функціональних складових, наприклад гідрофобної складової (рослинний, тваринний жир, віск, парафін тощо), для підвищення бар'єрних властивостей лише частково вирішує питання недосконалості порівняно з плівками на основі синтетичних полімерів. Тому одним із способів вирішення цього питання є модифікація природного полімеру з метою надання йому необхідних властивостей як пакувального матеріалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Недоліком натуральних волокон є полярність, що робить їх несумісними з гідрофобною матрицею. Ця несумісність призводить до поганого міжфазного зчеплення між волокнами і матрицею що, в свою чергу, призводить до порушення механічних властивостей композиційних матеріалів. Цей дефект може бути усунений шляхом хімічної модифікації волокон таким чином, щоб зробити їх менш гідрофільними [2; 3].

На сьогодні науковці продовжують роботу над модифікацією пектину, так автори [4] пропонують хімічно модифікувати пектинові речовини, що виділені з амаранту діетиламіном, триетиламіном, піридином, піперидином, діетиланіліном, ізопропіламіном, третбутіламіном, триетаноламіном, діетаноламіном, ізопропіланіліном. Інша група науковців [5] запропонувала модифікувати катіонні похідні пектину, що були отримані шляхом взаємодії пектину з хлоридом 3-хлор-2-гідроксипропілтриметиламонієм у присутності гідроксиду натрію. Модифікація також відбувається природним шляхом протягом дозрівання овочів і фруктів [6] або під час сушіння [7]. Модифікацію також можливо здійснювати біохімічним шляхом [8].

Модифікація пектину також є актуальною для отримання лікарських засобів [9].

Мета статті – висвітлені параметри модифікації пектину як одного з основних плівкоутворювачів для їстівних плівок та дослідити вплив на основні показники якості плівок.

Виклад основного матеріалу дослідження. У якості модифікаторів пектину були обрані такі речовини: амоніак, сечовина, цетиловий спирт (ЦС) та пальмітиновий ангідрид (ПА). Наведений перелік обумовлений доступністю зазначених речовин, відносно невисокою вартістю та безпечністю.

Для виготовлення плівок були використані два плівкоутворювача: полівініловий спирт (ПВС) та модифікований пектин. Використання ПВС збільшує в'язкість плівкоутворювальною розчину, що полегшує його нанесення на поверхню виробів та дозволяє зменшити витрати пектину як більш дорогої сировини. До складу плівкоутворювального розчину також введена гідрофобна складова – олеїнова кислота – з метою поліпшення бар'єрних властивостей плівки. У якості пластифікатора використаний гліцерин.

Реакції пектину з амоніаком, сечовиною проводили у водному середовищі, що є більш прийнятним, ніж проведення в MeOH [10–12] з погляду використання їх у харчовій промисловості. Крім того, на основі проведених раніше досліджень [13; 14] встановлено, що взаємодія пектину з поліетиленіном у H₂O призводила до утворення амідних груп шляхом омилення естерних груп.

Однією з головних вимог до отриманих продуктів є можливість одержаних з них плівкових пакувальних матеріалів, які б за бар'єрними властивостями не поступалися матеріалам на основі синтетичних полімерів. Крім того, природні полімери залежно від товщини плівки, як правило, утворюють відносно міцні матеріали. У табл. 1–4 наведені результати дослідження плівок на основі модифікованих матеріалів за фізико-механічними властивостями та розраховано значення паропроникності.

Модифікація пектину амоніаком

Реакцію з вищевказаними реагентами проводили за співвідношення модифікатор:пектин 6:1, додаючи його до 20 см³ розчину пектину (1 г) в H₂O. Суміш перемішували за кімнатної температури упродовж 24 год. Одержаний розчин випаровували та отримували продукт у вигляді плівки, яку подрібнювали та відмивали від надлишку модифікатора (крім амоніаку) етиловим спиртом. Продукт сушили в сушильній шафі за температури 50 °С. Реакцію в MeOH проводили за кімнатної температури, перемішуючи продукт на магнітній мішалці

упродовж 72 годин. Потім відфільтрували, промивали EtOH та сушили за температури 50 °С.

Якісну зміну пектину можна підтвердити ІЧ-спектроскопією. На рис. 1 наведено ІЧ-спектри вихідного пектину та модифікованого – пектинаміду.

Смуги вихідного пектину [12, 15] можна інтерпретувати таким чином: 3387 cm^{-1} $\nu(\text{OH})$, 2938 cm^{-1} $\nu(\text{C-H})$, 1747 cm^{-1} $\nu(\text{C=O})$, 1434 cm^{-1} $\delta(\text{CH}_3)$, смуги в діапазоні 1000–1200 cm^{-1} відносяться до валентних коливань $\nu(\text{C-C})$ та $\nu(\text{C-O})$ піранозного кільця, глікозидного зв'язку та спиртових груп. Зокрема, смуга при 1070 cm^{-1} відноситься до $\nu(\text{C}_3\text{-OH}$ перв.), 1052 cm^{-1} – C-O-C піранозного кільця, смуга при 1130 cm^{-1} – до $\nu(\text{C-O-C})$ глікозидного зв'язку, смуги при 1237, 1279 cm^{-1} – $\nu_{\text{ас}}(\text{C-O})$ карбоксильної та естерної груп відповідно. У продукті реакції пектину з амоніаком з'являються інтенсивні смуги 1600 та 1417 cm^{-1} , які відносяться до асиметричних та симетричних валентних коливань іонізованої карбоксильної групи COO^- [16] та перекривають смуги C=O та NH амідної групи.

Про утворення аміду пектину свідчить смуга $\nu(\text{C-N})$ (Амід III) при 1333 cm^{-1} . На проходження реакції омилення естерних груп пектину вказує зникнення смуг при 1279 cm^{-1} та 911 cm^{-1} , яка відноситься до маятникових коливань $\rho(\text{CH}_3)$ COOCH_3 групи.

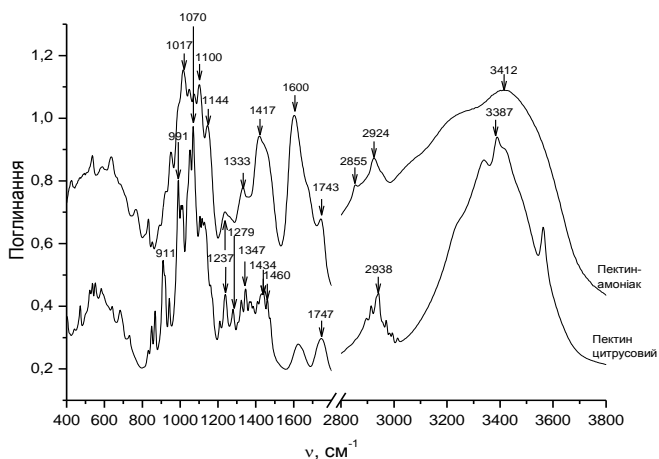


Рис. 1. ІЧ-спектри цитрусового пектину та продукту його взаємодії з амоніаком

У табл. 1 наведено зміни властивостей плівки з використанням модифікованого амоніаком пектину.

Дані табл. 1 показують, що міцність плівки зменшується з 32,4 МПа до 20,0 МПа за збільшення вмісту модифікованого пектину амоніаком у складі плівки з 36% до 24%. Тоді як показник подовження плівки зростає при збільшенні модифікованого пектину у складі плівки: зразок № 5 – 442% за вмісту модифікованого пектину 36% проти 252% за вмісту модифікованого пектину 24%. Зазначена закономірність є логічною, оскільки модифікація амоніаком призводить до утворення солі, що перешкоджає утворенню водневих зв'язків між складовими плівки.

Таблиця 1

Зразки плівки з пектином, модифікованим амоніаком

№ з/п	Вміст компонентів, %				Міцність, МПа	Подовження, %	Паропроникність (вода), г/м ² ·год
	ПВС	Пектин модиф.	Гліцерин	Олеїнова кислота			
1	46	24	20	10	32,4	252	15,47
2	43	27	20	10	29,8	293	14,15
3	40	30	20	10	26,3	341	12,83
4	37	33	20	10	23,8	384	10,22
5	34	36	20	10	20,0	442	8,48

Показник паропроникності плівки поліпшується зі збільшенням вмісту модифікованого пектину у складі плівки з 15,47 г/м²·год (зразок № 1) до 8,48 г/м²·год (зразок № 5).

Модифікація пектину сечовиною

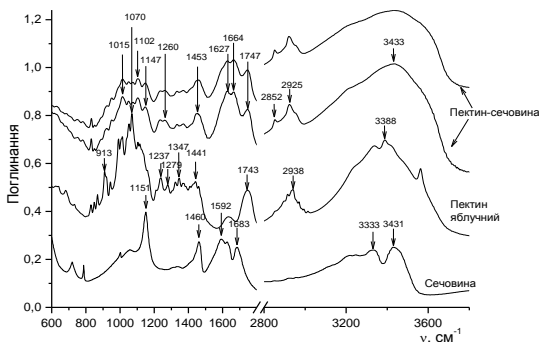


Рис. 2. ІЧ-спектри яблучного пектину, сечовини та продуктів взаємодії двох різних пектинів із сечовиною

На відміну від продукту реакції з амоніаком, з сечовиною утворення сольових груп чітко не простежується. Смуги при 1453, 1627, 1664 см^{-1} можна віднести до $\nu(\text{C-N})$, $\nu(\text{C=O})$, $\delta(\text{NH})$, $\delta(\text{NH}_2)$ сечовинного фрагмента (рис. 2) [17, 18].

Зникнення смуги деформаційних ножичних коливань NH_2 -групи при 1592 см^{-1} , а також зсув смуги валентних коливань C=O та C-N сечовини може свідчити про утворення ковалентного зв'язку між сечовиною та пектином. Аналогічно ІЧ-спектру попереднього продукту зникає смуга при 913 та 1279 см^{-1} , що обумовлено омиленням естерних груп. Смуга при 1747 см^{-1} свідчить, що не всі карбоксильні групи беруть участь в утворенні сольових зв'язків.

Модифікація сечовиною становить особливий інтерес, оскільки сечовина використовується у виробництві плівок у якості пластифікатора, який вступає у хімічну взаємодію з плівкоутворювачем. Тому модифікація плівкоутворювача сечовиною дозволить уникнути технологічної стадії – додавання пластифікатора.

У табл. 2 наведено результати зміни властивостей плівки з використанням модифікованого сечовиною пектину.

Таблиця 2

Зразки плівки з пектином, модифікованим сечовиною

№ з/п	Вміст компонентів, %				Міцність, МПа	Подовження, %	Паропроникність (вода), $\text{г/м}^2\cdot\text{год}$
	ПВС	Пектин модиф.	Гліцерин	Олеїнова кислота			
6	46	24	20	10	35,9	244	16,00
7	43	27	20	10	33,4	260	13,02
8	40	30	20	10	31,0	344	14,56
9	37	33	20	10	26,7	388	11,12
10	34	36	20	10	21,8	416	8,14

Згідно з отриманими експериментальними даними, наведеними у табл. 2, пектин, модифікований сечовиною, здійснює на властивості плівки вплив, як і пектин, модифікований амоніаком. Проте, утворена плівка більш міцна (зразок № 6 35,9%, проти зразок №1 32,4%), що пояснюється ймовірним утворенням водневих зв'язків між вільною аміногрупою сечовини та ОН-групами пектину (галактоуронової кислоти). Зазначена властивість також призводить до зменшення показника подовження порівняно з плівкою, що містить пектин, модифікований амоніаком. Значення показників паропроникності знаходиться на тому ж рівні, що і для плівки з пектин-амідом.

Модифікація пектину ЦС

Проведена реакція переестерефікації пектину ЦС без розчинника за температури 130°C та в ДМСО за 100°C. Виходячи з ІЧ-спектрів одержаних продуктів (рис. 3), більш ефективно реакція проходила в іншому випадку. Для другого продукту спостерігали інтенсивні смуги валентних коливань С-Н метиленових груп ЦС 2919 та 2850 см^{-1} . Також є досить інтенсивною смуга 1748 см^{-1} естерних груп. Смуга при 1444 та 1369 см^{-1} відноситься до $\delta_{\text{ас}}$ та $\delta_{\text{сим}}$ CH_3 -груп ЦС. 1263 см^{-1} – С-О-С естерних груп ЦС.

Під час взаємодії пектину з ЦС в ДМСО, виходячи з інтенсивності відповідних смуг, одержано більш заміщений продукт.

У табл. 3 наведено зміни властивостей плівки з використанням модифікованого пектину ЦС.

Таблиця 3

Плівки з пектином, модифікованим ЦС

№ з/п	Вміст компонентів, %				Міцність, МПа	Подовження, %	Паро-проникність (вода), $\text{г/м}^2\cdot\text{год}$
	ПВС	Пектин модиф.	Гліцерин	Олеїнова кислота			
11	46	24	20	10	20,8	204	9,90
12	43	27	20	10	21,0	197	9,10
13	40	30	20	10	20,6	210	8,03
14	37	33	20	10	20,7	199	7,23
15	34	36	20	10	21,5	213	6,11

Результати, наведені в табл. 3, вказують на те, що модифікатор ЦС сприяє утворенню речовини, яка є менш розчинною, що не дозволяє утворити повноцінну матрицю з полімеру. Це обумовлено тим, що ЦС зв'язує карбоксильну групу пектину і, як наслідок, міцність такої плівки знаходиться в межах 20,6–21,5 МПа, тоді як плівки з іншими модифікаторами мають міцність 35,9 МПа (зразок № 6, табл. 2) або 37,0 МПа (зразок № 16, табл. 4). Подовження плівки з пектином, модифікованим ЦС, має дещо менші значення порівняно зі зразками 1–10 (табл. 1 та 2). Показник паропроникності має менші значення внаслідок того, що ЦС є гідрофобною речовиною, яка передає свої властивості плівці, до складу якої входить пектин, модифікований цією речовиною.

Модифікація пектину ПА

ПА синтезували з пальмітинової кислоти та оцтового ангідриду за такою методикою. У круглодонну колбу поміщали 1 ммоль

пальмітинової кислоти та 4 ммоль оцтового ангідриду, перемішували без розчинника за температури 100°C 2 год. Після чого надлишок оцтового ангідриду та оцтової кислоти, що утворилась, відганяли під вакуумом.

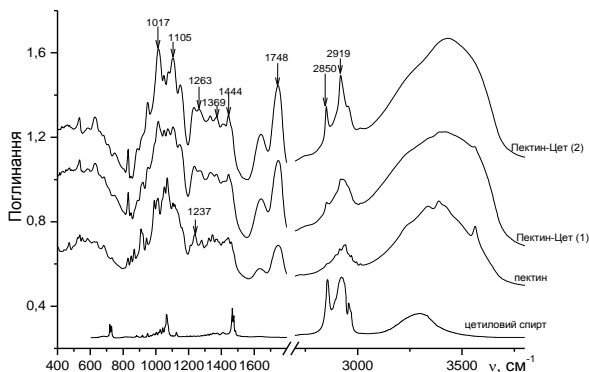


Рис. 3. ІЧ-спектри ЦС, пектину яблучного, Пектин-ЦС (1), Пектин-ЦС (2)

До утвореного продукту добавляли ДМСО, пектин та диметиламінопіридин. Суміш перемішували за 50°C 2 год. Одержаний продукт промивали етиловим спиртом та сушили за температури 50 С. Продукт є водонерозчинним.

У ІЧ-спектрі продукту (рис. 4), порівняно зі спектром вихідного пектину, збільшується інтенсивність смуг при 1747 та 1240 см⁻¹, що відповідає коливанням естерних груп прищепленої пальмітинової кислоти. Прищеплення фрагментів пальмітинової кислоти також підтверджується наявністю смуг 1371 та 1440 (δ_{ас} та δ_{сим}) та 2922, 2853 см⁻¹ (ν_{ас} та ν_{сим}) СН₃ груп пальмітинової кислоти.

ПА також як і ЦС є гідрофобною речовиною, проте взаємодіють вони з пектином по-різному: ПА зв'яже спиртові групи, а ЦС – карбоксильну групу, що буде визначати розчинність утвореної речовини. Розчинність у свою чергу впливатиме на повноту утворення матриці плівкоутворювача, що і визначає властивості плівки.

У табл. 4 наведено зміни властивостей плівки з використанням модифікованого пектину ПА.

Унаслідок вільної карбоксильної групи пектину розчинність такої речовини буде краща, тому матриця плівкоутворювача в цій плівці утворюється більш повно, що впливає на її міцність.

Плівки з пектином, модифікованим ПА

№ з/п	Вміст компонентів, %				Міцність, МПа	Подовження, %	Паропроникність (вода), г/м ² ·год
	ПВ С	Пектин модиф.	Гліцерин	Олеїнова кислота			
16	46	24	20	10	37,0	32	10,30
17	43	27	20	10	34,4	47	9,67
18	40	30	20	10	30,5	55	8,47
19	37	33	20	10	26,3	63	7,50
20	34	36	20	10	22,8	84	6,37

Експериментальні дані підтверджують зазначене припущення (зразки 16–20, табл. 4).

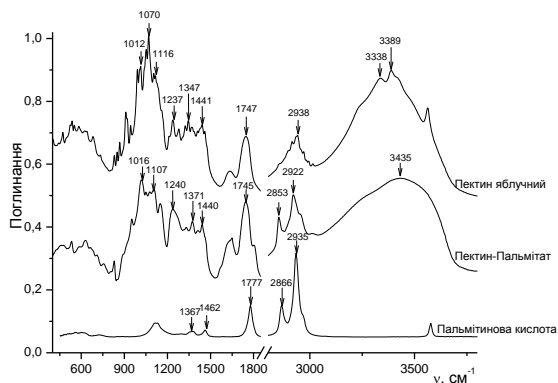


Рис. 4. ІЧ-спектри пальмітинової кислоти, пектинпальмітату та яблучного пектину

Проте подовження зазначеної плівки найменше серед досліджених зразків і не перевищує 84%. У той же час плівка з пектином, модифікованим ПА, має паропроникність, близьку за значенням до паропроникності плівки з пектином, модифікованим ЦС. Отримані результати також підтверджують дані, що введення гідрофобної складової дозволяє зменшити паропроникність плівки, тому чисельні значення паропроникності найменші за найбільшого вмісту пектину, модифікованого ЦС або ПА у складі плівки (6,11 та 6,37 г/м²·год відповідно, табл. 3 та 4).

Висновки. 1. Здійснено модифікацію природних полімерів, зокрема пектину яблучного та цитрусового, з метою отримання матеріалів, які за фізико-механічними та бар'єрними властивостями не поступаються синтетичним пакувальним матеріалам.

2. Використані модифікатори амоніак, сечовина, цетиловий спирт, пальмітиновий ангідрид є безпечними та доступними. Здійснення модифікації підтверджено якісним аналізом за допомогою ІЧ-спектроскопії.

3. Встановлено вплив модифікації на фізико-механічні властивості: найбільш міцні плівки утворюються за використання пектину, модифікованим ПА (37 МПа), найменш міцні – модифікованим ЦС (20,6 МПа). Найбільший показник подовження мають плівки з пектином, модифікованим амоніаком (442%), найменший – модифікованим пектином ПА (32%).

4. Підтверджено, що здійснення модифікації гідрофобною речовиною (ПА, ЦС) дозволяє зменшити показник паропроникності матеріалу до $6,11 \text{ г/м}^2\text{-год}$.

Список джерел інформації / References

1. Віннікова Л. Г. Їстівні плівки і покриття, їх роль в якості упаковки / Л. Г. Віннікова, А. В. Кишеня // Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. – 2016. – Т. 18, № 1 (65), ч. 4. – С. 32–39.

Vinnikova, L.H., Kyshenya, A.V. (2016), “Edible films and coatings, their role as packaging” [“Yistivni plivky i pokryttya, yikh rol' v yakosti upakovky”], *Scientific Journal LNUVMBT S.Z. Gzhyts'koho*. Vol. 18, № 1 (65), Ch. 4, pp. 32-39.

2. John, M.J., Anandjiwala, R.D. (2008), “Recent developments in chemical modification and characterization of natural fiber-reinforced composites”, *Polymer composites*, Vol. 29, № 2, pp. 187-207.

3. Cumpste, I. (2013), “Chemical modification of polysaccharides”, *ISRN organic chemistry*, pp. 1-27.

4. Химическая модификация пектиновых веществ из *Amaranthus cruentus* / В. Костин [и др.] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 1 (21). – С. 49–54.

Kostyn, V. [et al.] (2013) “Chemical modification of pectin substances from *Amaranthus cruentus*”, *Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, № 1 (21), pp. 49-54.

5. Fan, L. [et al.] (2012), “Preparation and characterization of a quaternary ammonium derivative of pectin”, *Carbohydrate polymers*, Vol. 88, № 2, pp. 707-712.

6. Duan, X. [et al.] (2008) “Modification of pectin polysaccharides during ripening of postharvest banana fruit”, *Food Chemistry*, Vol. 111, № 1, pp. 144-149.

7. Asgar, M.A., Yamauchi, R., Kato, K. (2003), "Modification of pectin in Japanese persimmon fruit during the sun-drying process", *Food chemistry*, Vol. 81, № 4, pp. 555-560.

8. Wicker, L., Ackerley, J. L., Hunter, J. L. (2003), "Modification of pectin by pectinmethylesterase and the role in stability of juice beverages", *Food Hydrocolloids*, Vol. 17, № 6, pp. 809-814.

9. Bhatia, M.S. et al. (2008) "Chemical modification of pectins, characterization and evaluation for drug delivery", *Scientia Pharmaceutica*, Vol. 76, №. 4, pp. 775-784.

10. Synytsya, A. [et al.] (2003), "Fourier transform Raman and infrared spectroscopy of pectins", *Carbohydrate Polymers*, Vol. 54, № 1, pp. 97-106.

11. Skoblya, S., Havlatova, H., Matejka, P., Maryska, M., Machovic, V. (2004), "N-octadecylpectinamide, a hydrophobic sorbent based on modification of highly methoxylated citrus pectin", *Carbohydrate Polymers*, Vol. 56, pp. 169-179.

12. Mishra, R.K., Anis, A., Mondal, S., Dutt, M., Banthia, A.K. (2009), "Preparation and characterization of amidated pectin based polymer electrolyte membranes", *Chinese J. Polym. Sci.*, Vol. 27, p. 639.

13. Структура і сорбційні властивості полімерних систем на основі пектину та поліетиленіміну / С. М. Кобилінський, С. В. Рябов, В. І. Штомпель, Ю. Ю. Керча // Український Хімічний Журнал. – 2010. – Т. 77, № 11/12. – С. 64–70.

Kobylins'kyu, S.M., Ryabov, S.V., Shtompel', V.I., Kercha, Yu.Yu. (2008), "The structure and sorption properties of polymeric systems based on pectin and polyethyleneimine", *Ukrainian Chemistry Journal*, Vol. 77, № 11/12, pp. 64-70.

14. Кобилінський С. М. Синтез сорбентів на основі пектину та поліетиленіміну / С. М. Кобилінський, С. В. Рябов, Ю. Ю. Керча // Полімерний журнал. – 2008. – № 4. – С. 276–281.

Kobylins'kyu, S.M., Ryabov, S.V., Kercha, Yu.Yu. (2008), "Synthesis of sorbents based on pectin and polyethyleneimine", *Polymer journal*, № 4, pp. 276-281.

15. Филиппов М. П. ИК-спектры пленок пектина / М. П. Филиппов // Журнал прикладной спектроскопии. – 1972. – Т. 17, № 2. – С. 296–299.

Fyluprov, M.P. (1972), "IR spectra of pectin films", *Journal of Applied Spectroscopy*, Vol. 17, № 2, pp. 296-299.

16. Инфракрасные спектры и строение органических соединений Наканиси К под ред. А. А. Мальцева. – М.: Мир, 1965. – 219 с.

Mal'tsev, A.A. (1965), *Infrared spectra and the structure of organic compounds Nakanishi K*, Moscow, 219 p.

17. Fischer, P.H.N., McDowell, C.A. (1960), "The infrared absorption spectra of urea-hydrocarbon adducts", *Can. J. Chem.*, Vol. 38, pp. 187-193.

18. Веремжанов В. А. Инфракрасные спектры соединений мочевины с кислотами / В. А. Веремжанов // Вестник АН Казахской ССР. – 1968. – Т. 24, № 6. – С. 50–53.

Veremzhanov, V.A. (1968), "Infrared spectra of urea compounds with acids", *Bulletin of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR*, Vol. 24, № 6, pp. 50-53.

Шульга Оксана Сергіївна, канд. техн. наук, доц., кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. Тел.: 0673698606; e-mail: shulga83@voliacable.com.

Шульга Оксана Сергеевна, канд. техн. наук, доц., кафедра експертизы пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. Тел.: 0673698606; e-mail: shulga83@voliacable.com.

Shulga Oksana, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, PhD), Associate Professor, Department of Foodstuff Expertise, National University of food technologies. Address: str. Volodymyrska, 68, Kyiv, Ukraine, 01601. Tel.: 0673698606; e-mail: shulga83@voliacable.com.

Чорна Анастасія Іванівна, асист., кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. E-mail: anastasia_chernaya@ukr.net.

Черная Анастасия Ивановна, ассист., кафедра експертизы пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. E-mail: anastasia_chernaya@ukr.net.

Chorna Anastasia, Department of Foodstuff Expertise, National University of food technologies. Address: Volodymyrska str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601. E-mail: anastasia_chernaya@ukr.net.

Кобилінський Сергій Миколайович, канд. хім. наук, ст. наук. співроб., відділ модифікації полімерів, Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України. Адреса: Харківське шосе, 48, м. Київ, Україна, 02000. E-mail: sergiy.kobylnskiy@gmail.com.

Кобылинский Сергей Николаевич, канд. хим. наук, ст. науч. сотр., отдел модификации полимеров, Институт химии высокомолекулярных соединений НАН Украины. Адрес: Харьковское шоссе, 48, г. Киев, Украина, 02000. E-mail: sergiy.kobylnskiy@gmail.com.

Kobylnskiy Serhii, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, PhD), Associate Professor, Department of polymer modification, Institute of Macromolecular Chemistry The National Academy of Science of Ukraine. Address: Kharkiv highway, 48, Kyiv, Ukraine, 02000. E-mail: sergiy.kobylnskiy@gmail.com.

Шульга Сергій Іванович, канд. хім. наук, проф., кафедра органічної хімії, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. E-mail: shulgasi2015@gmail.com.

Шульга Сергей Иванович, канд. хим. наук, проф., кафедра органической химии, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. E-mail: shulgasi2015@gmail.com.

Shulga Serhiy, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, PhD), Professor, The Department of Organic Chemistry,

National University of food technologies. Address: Volodymyrska str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601. E-mail: shulgasi2015@gmail.com.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. С.П. Пивоваровим.
Отримано 15.04.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 641.528:663.8

ТЕХНОЛОГІЯ ФРУКТОВОГО ШЕРБЕТУ З ПОКРАЩЕНИМ НУТРИЄНТНИМ СКЛАДОМ

В.Н. Корзун, І.Ю. Антонюк

Розглянуто можливість використання обліпихи, шроту з плодів розторопші плямистої та порошку ламінарії для збагачення десерту східної кухні мінеральними речовинами, вітамінами, поліненасиченими жирними кислотами, антиоксидантами, каротиноїдами. На основі результатів органолептичних та фізико-хімічних досліджень розроблено технологічну схему фруктового шербету підвищеної біологічної цінності. Доведено доцільність використання розробленого десерту в харчуванні дорослих та дітей для профілактики дефіциту есенціальних мікронутрієнтів.

***Ключові слова:** шербет, обліпиха, шрот розторопші плямистої, порошок ламінарії, мікронутрієнти.*

ТЕХНОЛОГИЯ ФРУКТОВОГО ШЕРБЕТА С УЛУЧШЕННЫМ НУТРИЕНТНЫМ СОСТАВОМ

В.Н. Корзун, І.Ю. Антонюк

Рассмотрена возможность использования облепихи, шрота из плодов расторопши пятнистой и порошка ламинарии для обогащения десерта восточной кухни минеральными веществами, витаминами, полиненасыщенными жирными кислотами, антиоксидантами, каротиноидами. На основе результатов органолептических и физико-химических исследований разработана технологическая схема фруктового шербета повышенной биологической ценности. Доказана целесообразность использования разработанного десерта в питании взрослых и детей для профилактики дефицита эссенциальных микронутриентов.

***Ключевые слова:** шербет, облепиха, шрот расторопши пятнистой, порошок ламинарии, микронутриенты.*