

УДК 664

## ОТРИМАННЯ ПЕКТИНУ З ВИЧАВКІВ СМОРОДИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗЕФІРУ НА ОСНОВІ АГРУСОВОГО ПЮРЕ

**В.М. Челябієва, О.І. Сиза, О.М. Савченко**

*Досліджено зразки пектину, отримані з вичавків смородини чорної гідролізно-екстрактним способом у розчині амонію оксалату з наступним осадженням спиртом. Установлено, що ступінь естерифікації пектину з вичавків смородини чорної становить  $(70\pm 2)\%$ , він належить до високо-естерифікованих пектинів типу А, які здатні утворювати стійкі драгли. Дослідні зразки пектину використали для виготовлення зефіру на основі агрусового пюре. Вміст пектину в 100 г отриманого зефіру склав  $(1,8\pm 0,1)\%$ , заліза –  $(5,6\pm 0,1)$  мг, вітаміну С –  $(0,05\pm 0,01)$  мг, що дозволяє розглядати отриманий зефір як продукт, збагачений цінними нутрієнтами.*

**Ключові слова:** вичавки, смородина, пюре, агрус, пектин, зефір, вітаміни, мінерали.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПЕКТИНА ИЗ ВЫЖИМОК СМОРОДИНЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕФИРА НА ОСНОВЕ ПЮРЕ КРЫЖОВНИКА

**В.Н. Челябиева, О.И. Сизая, О.Н. Савченко**

*Исследованы образцы пектина, полученные из выжимок смородины черной гидролизно-экстрактным способом в растворе аммония оксалата с последующим осаждением спиртом. Степень этерификации образцов*

пектина составила  $(70\pm 2)\%$ , что позволяет отнести пектин из выжимок смородины черной к высокоэтерифицированным пектинам типа А, способным образовывать устойчивые студни. Опытные образцы пектина использовали для получения партии зефира на основе пюре крыжовника. Содержание пектина в 100 г полученного зефира составляет  $(1,8\pm 0,1)\%$ , железа –  $(5,6\pm 0,1)$  мг, витамина С –  $(0,05\pm 0,01)$  мг, что позволяет рассматривать полученный зефир как продукт, обогащенный ценными нутриентами.

**Ключевые слова:** выжимки, смородина, пюре, крыжовник, пектин, зефир, витамины, минералы.

## GETTING PECTIN FROM SQUASH CURRANT TO MAKE MARSHMALLOWS ON THE BASIS OF GOOSEBERRIES

V. Cheliabiieva, O. Sizaya, O. Savchenko

*Actual is the search for new types of raw materials for the production of pectin. The idea of healthy food promotes popular food products rich in valuable nutrients. Also in the works of researchers, attentions paying the search for alternative raw materials for the marshmallow.*

*The purpose of the article to obtain pectin from the skin of black currant berries and to investigate its properties. To make marshmallow from puree of berries of gooseberry. To study the mineral-vitamin composition of marshmallow samples. To use in the recipe of marshmallows the pectin from the skin of currant berries.*

*Pectin samples was obtain by the hydrolysis-extraction method. The skin of berries was flooded 0.5% ammonium oxalate solution and extracted for 14 hours at 35...37 °C. Pectin precipitating with 90% alcohol. The experimental sample of pectin is fine powder, has no foreign impurities, it has a pleasant berry smell. Pink color.*

*Have found that currant skin to can to use to produce pectin. The degree of methyl esterification of pectin  $(70\pm 2)\%$ . The pectin high the degree of methyl esterification forms stable gel. The content of galacturonic acid is  $(71.5\pm 0.2)\%$ . This indicates a high degree of purity of pectin samples.*

*Marshmallow was prepare from berries of gooseberry, used pectin from the skin of currant for gelation. Per for organoleptic and physicochemical parameters, the samples meet the requirements that imposed on the marshmallow.*

*Have explored the content of elements of calcium, iron, iodine, vitamin C and pectin into samples of marshmallows. The content of pectin in 100 g of sample is  $(1.8\pm 0.1)\%$ , the content of iron is  $(5.6\pm 0.1)$  mg, content of vitamin C is  $(0.05\pm 0.01)$  mg. This allows us to characterize marshmallows as a product with valuable nutrients.*

*Recommended using of puree from berries of gooseberry in marshmallow recipe in order to obtain a safe, tasty and useful confectionery product.*

**Keywords:** skins currants, mashed, gooseberries, pectin, marshmallow, vitamins, mineral.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Пектин – речовина, яка складається з частково або повністю метоксильованих залишків полігалактуронової кислоти. Традиційно пектин застосовувався як драглеутворювальний компонент у складі джемів і желе, але з розвитком харчової промисловості застосування пектину стало набагато різноманітнішим. Він використовується в кондитерських виробках (пастила, зефір, мармелад), у різноманітних напоях, наприклад на основі ферментованого молока або в соєвих напоях, у хлібобулочних виробках тощо [1].

Сировиною для отримання пектину є цедра цитрусів (грейпфрут, апельсин, лимон), з якої отримують майже 60% пектину, представленого на світовому ринку, та яблучні вичавки – на них припадає близько 30% виробництва пектину. Невелику кількість пектину отримують із цукрового буряку. Технологія отримання пектину передбачає використання сульфатної, хлоридної, нітратної кислот, що несе певне екологічне навантаження на навколишнє середовище і висуває підвищені вимоги до матеріалу, з якого виготовлене обладнання.

Сьогодні значну зацікавленість у споживачів викликають «здорові» продукти харчування. Зростає попит на продукти з натуральними інгредієнтами та функціональними властивостями.

Серед широкого асортименту кондитерських виробів зефір розглядається як найбільш корисний продукт. Він збагачений вуглеводами, які забезпечують організм людини енергією, необхідною для активного життя і тренування, і майже не містить жирів [2]. Піноутворювачем для зефірних мас найчастіше є яєчний білок, драглеутворювачем – агар, пектин, фурцеларан, а фруктовую сировиную – яблучне поре.

Найбільш привабливим драглеутворювачем для зефірних мас із точки зору здорового харчування є пектин. Крім цінних для харчової промисловості технологічних властивостей, пектин демонструє корисні для організму людини функціональні властивості: знижує рівень холестерину в крові, посилює перистальтику кишечника, посилює всмоктування йонів Кальцію та Магнію, має антидіарейний ефект, виводить іони важких металів з організму, утворюючи з ними нерозчинні комплекси, які не всмоктуються [1; 2].

Сьогодні, зі зростанням попиту на якісні продукти харчування з функціональними властивостями, підвищується попит і на пектин із високими технологічними властивостями. Тому актуальним є пошук нових видів сировини для отримання пектину та інновацій у технології його отримання.

Фруктовою сировиною для зефірної маси переважно залишається яблучне поре. У кондитерській галузі виробництво і реалізація продукції знаходяться в постійній і дедалі зростаючій конкуренції. У зв'язку з поширенням ідеї здорового харчування та попитом на продукти харчування, збагачені цінними нутрієнтами, останнім часом велика увага приділяється пошуку альтернативної сировини для фруктової основи зефірної маси.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У працях сучасних дослідників пропонується отримання пектину із плодової оболонки соєвих бобів шляхом екстракції хлоридною кислотою з наступним осадженням спиртом [3]. Вміст галактуронової кислоти в отриманому пектині та ступінь естерифікації склали 68–72% і 56–60% відповідно. Отримано дослідні зразки пектину з вичавків горобини чорноплідної (*Aronia melanocarpa*) [2]. Вміст галактуронової кислоти в цих зразках складає близько 36%, а ступінь естерифікації – близько 70%.

Пропонуються інновації у способах отримання пектину. Авторами [4] розроблено спосіб, що дозволяє збільшити вихід якісного пектину за рахунок комбінованого використання в різних співвідношеннях плодоовочевих відходів і підбору технологічних режимів. Технічний результат – підвищення виходу пектину і поліпшення його якості. Високоестерифікований пектин запропонованим способом отримували з плодів баклажана і його плодоніжок шляхом проведення одного ступеня екстракції протягом 3–5 годин за температури 63...65 °С, а при використанні буряково-баклажанної суміші – протягом 12–14 годин за температури 35...37 °С. Для отримання високоестерифікованого пектину використовували 0,5% розчин амонію оксалату.

Розроблено технологію отримання пектину з вичавків червоної смородини для виробництва желевого мармеладу [5]. Аналіз процесу гідролізу-екстрагування пектинових речовин із вичавків червоної смородини показав, що при оптимальних значеннях технологічних параметрів (концентрація лимонної кислоти – 0,1%, температура – 85 °С, тривалість – 120 хв) забезпечено вихід спиртоосаджуваних пектинових речовин близько 10%.

Автори [6] для екстракції вуглеводів та полісахаридів із рослинної сировини використовували методи мікрохвильової та ультразвукової екстракції. Виявлено, що вихід пектину із грейпфрута, вміст галактуронової кислоти і ступінь естерифікації залежать від потужності надвисокочастотного випромінювання і часу нагрівання. Крім того, було встановлено, що ультразвукове нагрівання розчину грейпфрута як попередня обробка для мікрохвильової екстракції

забезпечує більший вихід пектину. Переривчаста ультразвукова обробка дала кращі результати порівняно з безперервним ультразвуком.

У дослідженні [7] розглянуто спосіб вилучення пектину з гарбузових вичавків із використанням ферментного препарату з *Aspergillus awamori*. Основною дією ферментного комплексу *Aspergillus awamori* є деградація клітковини та інших нерозчинних компонентів рослинної тканини. *Aspergillus awamori* володіє деякою активністю пектинестерази, яка дозволяє впливати на ступінь естерифікації шляхом регулювання тривалості дії ферментативного комплексу. Так, за впливу комплексу протягом трьох годин отримували пектин із ступенем естерифікації 53%.

Авторами [8] розроблено технологію зефіру на агарі з повною заміною яблучного пюре на протерті плоди фейхоа. Зефір із протертими ягодами фейхоа має кращі показники якості порівняно з зефіром на яблучному пюре. Завдяки великому вмісту йоду зефір із протертими ягодами фейхоа можна рекомендувати для профілактики дефіциту йоду.

Особливістю технології приготування зефіру, запропонованої авторами [9], є додавання в збиту зефірну масу на основі яблучного пюре цілих ягід чорниці або подрібнених плодів манго. Далі отриману суміш збивали ще кілька хвилин, щоб сік ягід, який виступав як барвник, дав рівномірний колір.

Для підвищення харчової та біологічної цінності зефіру було запропоновано [10] додавання до традиційної рецептури зефіру бджолиного маточного молочка, яке являє собою багатокомпонентну поживну суміш. Для створення нового зефірного виробу з використанням бджолиного маточного молочка як фруктової сировини використовували яблучне пюре, як драглеутворювач – пектин. Розроблений вид зефіру має функціональні властивості [10], завдяки яким його можна віднести до «корисних ласощів» і вживати з лікувально-профілактичними цілями.

В опублікованих дослідженнях обмежена інформація стосовно використання ягідної сировини, зокрема ягідних вичавків смородини чорної, для отримання пектину. Відсутня також інформація стосовно використання ягідного пюре як фруктової сировини в технології зефіру.

**Мета статті** – дослідити можливість отримання пектину з вичавків ягід смородини чорної та доцільність застосування цього пектину як драглеутворювача в технології виготовлення зефіру з пюре ягід агрусу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Чорна смородина – недорога культура, крім того, це одна з небагатьох культур, яку можна вирощувати без поливу. В Україні сільгоспдприємства відводять під вирощування цієї культури близько 2500 га, близько 3000 га зайнято у домашніх господарств ах. Ягоди смородини чорної – відмінна сировина для виробництва соків, екстрактів, вин. Після їх отримання залишається значна кількість вичавків, які відповідно до своїх показників якості (табл. 1) [5] можуть бути використані як сировина для отримання пектину.

Проаналізувавши дані табл. 1, можна зробити висновок, що масова частка пектинових речовин у вичавках смородини набагато більша, ніж у вичавках яблук та лимонів. Смородина червона характеризується дещо більшим вмістом пектинових речовин, але за уронідною складовою поступається смородині чорній. Таким чином, вичавки смородини чорної є перспективною сировиною для отримання пектину.

Таблиця 1

**Характеристика пектинових речовин плодово-ягідних вичавків**

Вичавки (вологість 10%)	Показник			
	Масова частка пектинових речовин, %	Уронідна складова, % до маси пектину	Вільні карбок-сильні групи, %	Естери-фіковані карбоксильні групи, %
Смородини чорної	1,4±0,3	78,1±0,3	5,9±0,2	14,9±0,3
Смородини червоної	1,6±0,3	77,2±0,3	6,1±0,2	14,8±0,3
Аронії чорноплідн.	0,4±0,3	53,2±0,3	4,1±0,2	8,8±0,3
Яблук	0,3±0,3	51,7±0,3	3,5±0,2	10,4±0,3
Лимонів	0,9±0,3	45,4±0,3	8,2±0,2	22,5±0,3

Дослідні зразки пектину отримували із суміші вичавків різних сортів чорної смородини гідролізно-екстрактним способом відповідно до [4]. Вичавки смородини заливали 0,5% розчином амонію оксалату при гідромодулі суміші й розчину 1:3 та екстрагували в один етап протягом 14 годин за температури 35...37 °С. Екстракт зливали у відстійник. При цьому відфільтровані вичавки містили в собі не більше 80% вологи. Зібраний екстракт випаровували до вмісту в ньому

сухих речовин 5,5%. Осадження пектину проводилося спиртом концентрацією не менше 90%. Після розділення фаз спиртовий розчин направляли на ректифікацію, а пектиновий коагулянт – на центрифугування, після чого отриманий спиртовий розчин також направляли на ректифікацію, а рідкий пектин висушували, подрібнювали і фасували.

Отриманий дослідний зразок пектину – порошок тонкого помелу без сторонніх домішок із приємним слабким ягідним запахом. Колір рожевий, що відповідає кольору сировини, зумовлений наявністю залишків антоціанів.

Для визначення масової частки поліуронідів і ступеня естерифікації отриманого пектину застосовано методику потенціометричного титрування, яка дозволяє отримати достовірний результат і не потребує використання дефіцитних індикаторів [11].

Методика включає два алкаліметричних титрування. Наважку з пектином масою 0,2 г зважують на аналітичних терезах, додають 20 см<sup>3</sup> дистильованої води, через 24 години отриманий розчин титрують 0,1М розчином NaOH на йомітрі ЕВ-74 зі скляним електродом до стрибка значення рН в області 7–9 (перше титрування). Потім до отриманого розчину додають 10 см<sup>3</sup> 0,1М NaOH і протягом двох годин за кімнатної температури проводять гідроліз естерних зв'язків. Далі до гідролізату додають 10 см<sup>3</sup> 0,1М розчину HCl та отриманий розчин знову титрують лугом до стрибка рН (друге титрування). За отриманими даними визначають точку еквівалентності обох титрувань. Об'єм, який пішов на перше титрування, відповідає нейтралізації вільних карбоксильних груп. Об'єм розчину титранту, який пішов на друге титрування, визначає вміст естерних зв'язків.

Фізико-хімічні показники отриманого зразка пектину наведено в табл. 2. Масову частку вологи визначали за ДСТУ 6088:2009, масову частку золи за ДСТУ ISO 5520:2007.

Таблиця 2

### Фізико-хімічні показники пектину

Показник	Експериментальні дані	Регламентовані значення за ДСТУ 6088:2009*
1	2	3
Масова частка вологи, %, не більше ніж	9,1±0,1	10
Ступінь естерифікації, %	70±2	70

Продовження табл. 2

1	2	3
Масова частка поліуронідів, %, не менше ніж	71,5±0,2	50
Масова частка золи, %, не більше ніж	0,52±0,01	1

\*ДСТУ 6088:2009, використаний для порівняння експериментальних даних, поширюється на пектин, виготовлений із яблучних і цитрусових вичавків, бурякового жому або суцвіття кошиків соняшнику.

У дослідному зразку пектину визначали вміст токсичних елементів, а саме: Кадмію, Купруму, Плюмбуму, Цинку – методом інверсійної вольтамперометрії, використовуючи аналізатор ТА-Lab. Перед аналізом на аналізаторі типу ТА-Lab золу пектину розчиняли в 1,0 см<sup>3</sup> концентрованої мурашиної кислоти і 9,0 см<sup>3</sup> бідистильованої води. Для аналізу брали аліквоту підготовленої проби. Як індикаторний електрод у трьохелектродній електрохімічній комірці аналізатора ТА-Lab використовували амальгамний електрод. Електрод порівняння та допоміжний – хлоридсрібний електрод, заповнений розчином 1М калій хлориду. Пробу кожного зразка аналізували в трьох паралельних дослідках. Визначення металів проводили методом добавок із використанням стандартних розчинів, які містили по 1 мг/л або 10 мг/л кожного з визначуваних металів. Розрахунок концентрації металів виконували за допомогою спеціалізованої комп'ютерної програми ТА-Lab (версія 3.6.10). Отримані результати наведено в табл. 3.

Таблиця 3

### Вміст токсичних елементів у отриманому зразку пектину

Токсичний елемент (норма), мг/кг			
Pb (1,0)	Cd (0,1)	Zn (50,0)	Cu (10,0)
0,62±0,01	не виявлено	23,05±0,01	0,33±0,01

Згідно з результатами дослідження (табл. 2), дослідний зразок пектину – високоестерифікований пектин типу А, здатний утворювати стійкі драгли, який за фізико-хімічними показниками та показниками безпеки задовольняє вимогам ДСТУ 6088:2009. Цей зразок було використано для отримання дослідної партії зефіру.



За основу для отримання експериментальних зразків зефіру вибрано базову рецептуру [12]. Особливістю експериментальних зразків зефіру є використання пюре агрусу як фруктової сировини.

Агрус є однією з найбільш перспективних ягідних культур в Україні. На відміну від м'яких ягід, агрус має низку переваг. Найбільш популярні його сорти майже не піддаються грибковим захворюванням, збір цієї ягоди можна механізувати, а середній продуктивний вік насаджень становить 10–15 років. Виробництво агрусу в Україні за останні п'ять років збільшилося на 2–3%. Плоди агрусу відіграють значну роль у харчуванні людини. Ягоди містять пектин, вітаміни, мінеральні речовини і широко використовуються для споживання у свіжому вигляді, заморожування, а також як цінна сировина для переробної промисловості при виробництві компотів, желе, джемів і цукатів. Агрус набуває все більшої популярності як компонент при формуванні асорті з заморожених фруктів, для приготування купажованих соків і як добавка під час випікання хлібобулочних виробів. Останнім часом його плоди застоковуються для промислового виробництва пектину.

Органолептичну оцінку зразків зефіру наведено в табл. 4. Використана така бальна градація якості: 1,0–1,9 бала – продукт неякісний; 2,0–2,9 – незадовільна якість; 3,0–3,7 – задовільна; 3,8–4,5 – добра, 4,6–5,0 балів – відмінна якість.

Таблиця 4

### Органолептичні показники зразків зефіру

Показник якості за ДСТУ ГОСТ 6441:2003	Експериментальний зразок зефіру (драглеутворювач – отриманий дослідний зразок пектину, фруктова сировина – пюре з агрусу)		Зразок зефіру за традиційною рецептурою (драглеутворювач – промисловий пектин, фруктова сировина – яблучне пюре)	
	характеристика	бал	характеристика	бал
1	2	3	4	5
Смак та запах	Виражений агрусово-смородиновий із приємною кислуватістю, властивою ягодам; післясмак приємний, свіжий, непривалий	5,0	Смак солодкий із легкою кислуватістю, з урахуванням смакових добавок, без стороннього присмаку та запаху	4,6

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5
Колір	Насичений рожевий, рівномірний	5,0	Властивий цьому виду, білий, рівномірний	4,9
Консистенція	Затяжна та пишна	4,8	Затяжна та пишна	4,8
Структура	Рівномірна, дрібнопориста	4,8	Рівномірна, дрібнопориста	4,8
Форма	Правильна, без деформацій	5,0	Округла, без деформацій	5,0
Поверхня	М'яка, без грубого затвердіння на гранях	5,0	М'яка, без грубого затвердіння на гранях	5,0

Визначено фізико-хімічні показники отриманих нами зразків зефіру (табл. 5).

Таблиця 5

### Фізико-хімічні показники зразків зефіру

Показник	Експериментальні дані	Регламентовані значення за ДСТУ ГОСТ 6441:2003
Масова частка вологи, %	18	16–25%
Щільність, г/см <sup>3</sup> , не більше	0,5	0,6
Загальна кислотність, градуси, не менше ніж	4	5
Масова частка золи, нерозчинної в 10% розчину соляної кислоти, %, не більше ніж	0,01	0,05

Проведено оцінку нутрієнтного складу отриманих зразків зефіру порівняно з зефіром за традиційною рецептурою. Зразки досліджували на вміст елементів Кальцію, Феруму, Йоду, вітаміну С та пектину.

Для визначення елементів Кальцію, Феруму та Йоду пробу зефіру озолували сухим способом. Отриману золу розчиняли в дистильованій воді. Вміст Кальцію визначали зворотним комплексом-

метричним титруванням за вмісту мурексиду; вміст Феруму – на фотометрі КФК-3. У випадку Йоду пробу зефіру попередньо зволожували розчином калію гідроксиду та висушували в сушильній шафі, поступово збільшуючи температуру від 50 °С до 150 °С, потім озолували при температурі 400...450 °С. Вміст йоду в перерахунку на I<sub>2</sub> у холостій пробі та досліджуваному розчині золи визначали за допомогою фотометра КФК-3 методом добавок. Вміст розчинних пектинових речовин визначали в пробі зефіру за кальцій пектатом [13]; вміст вітаміну С – методом Тільманса.

Результати оцінки мінерально-вітамінного складу отриманих нами експериментальних зразків зефіру та зразків за традиційною рецептурою наведено в табл. 6.

Суттєва відмінність між зразками зефіру з агрусового та яблучного пюре спостерігається за вмістом Феруму та вітаміну С. У зефірі з агрусового пюре Феруму майже у два рази більше, ніж у зразку зефіру, виготовленому за традиційною рецептурою.

Добова потреба людини у Ферумі становить 14 мг, рекомендована корисна доза споживання пектину, яка істотно знижує показник холестерину в крові, складає 15 г на добу. Отже, 100 г зефіру з агрусового пюре забезпечують 40% від добової потреби організму у Ферумі та 12% від рекомендованої корисної добової дози пектину.

Таблиця 6

### Мінерально-вітамінний склад зразків зефіру

Нутрієнт	Вміст у 100 г продукту	
	Експериментальний зразок зефіру	Зразок зефіру за традиційною рецептурою
Са, мг	20,0±0,2	23,6±0,2
Fe, мг	5,6±0,1	2,9±0,1
I, мг	Не виявлено	Не виявлено
Вітамін С, мг	0,05±0,01	Не виявлено
Пектин, %	1,8±0,1	1,2±0,1

**Висновки.** Установлено, що вичавки смородини чорної можуть бути сировиною для отримання пектину. Ступінь естерифікації зразків пектину склав (70±2)%, що дозволяє віднести пектин із вичавків смородини чорної до високоестерифікованих пектинів типу А, які здатні утворювати стійкі драглі. Вміст поліуронідів (71,5±0,2)% вказує на досить високий ступінь чистоти отриманих зразків пектину.

Визначено, що отримані зразки зефіру, до рецептури яких в ролі драглеутворювача входить пектин із вичавків смородини чорної, а в ролі фруктової сировини – пюре агрусу, відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 6441:2003 за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Готовий виріб не містить штучних ароматизаторів і барвників, має приємний виражений ягідний смак та запах, насичений рожевий колір, зумовлені нативними речовинами агрусового пюре. Вміст пектину в 100 г досліджуваного зразка становить  $(1,8 \pm 0,1)\%$ , Феруму –  $(5,6 \pm 0,1)$  мг, вітаміну С –  $(0,05 \pm 0,01)$  мг, що дає підстави розглядати цей вид зефіру як продукт, збагачений цінними нутрієнтами.

Таким чином, використання пектину з вичавків смородини чорної та агрусового пюре в рецептурі зефіру можна рекомендувати до впровадження у виробництво для отримання безпечного, смачного і корисного кондитерського виробу.

#### Список джерел інформації / References

1. Imeson, A. (Eds.) (2010), *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*, Oxford, UK, Wiley-Blackwell.
2. Школьнікова М. Н. Пектин как функциональный пищевой ингредиент в составе зефира / М. Н. Школьнікова, Е. В. Аверьянова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 35–44.  
Shkol'nikova, M., Averk'janova, E. (2017), "Pektin kak funktsional'nyj pishhevoj ingredient v sostave zefira" ["Pectin as a functional food ingredient in marshmallows"], Vestnik JuUrGU. Serija: Pishhevye i biotekhnologii, Messenger of SUSU. Series "Food and biotechnology", Vol. 5 (1), pp. 35-44.
3. Kalapathy, U., Proctor, A. (2001), "Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin", *Food Chemistry*, Vol. 73 (4), pp. 393-396.
4. Пат. 2295260 (RU) Способ получения пектина из плодовоощного сырья и его отходов / Бикмухаметова А. М., Порфирьев Г. Н. ; правообладатель Астаханский гос. техн. ун-т. ООО Производственно-коммерческая ф-ма «Агрорьбпром». – № RU2002118484/13 ; заявл. 27.07.2004 ; опубл. 20.03.2007.  
Bikmuhametova, A., Porfir'ev, G. (2004), *Sposob poluchenija pektina iz plodoovoshhnogo syr'ja i ego othodov* [Method for obtaining pectin from fruit and vegetable rawmaterials and waste products]. Pat. RU No. 2295260.
5. Силин В. Е. Технология получения пектина из выжимок красной смородины для производства желейного мармелада : дис ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 / Силин Василий Евгеньевич ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 138 с.  
Silin, V. (2015), *Tekhnologija poluchenija pektina iz vyzhimok krasnoj smorodiny dlja proizvodstva zhelej'nogo marmelada: dis ... kand. techn. nauk* [Technology for obtaining pectin from red-currant pomace for the production of

*jelly marmalade: dissertation*], Krasnojarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, Krasnojarsk.

6. Bagherian, H., Ashtiani, F., Fouladitajar, A., Mohtashamy, M. (2011), “Comparisons between conventional, microwave- and ultrasound-assisted methods for extraction of pectin from grapefruit”, *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, Vol. 50 (11-12), pp. 1237-1243.

7. Ptichkina, N., Markina, O., Rumyantseva, G. (2008), “Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes”, *Food Hydrocolloids*, Vol. 22 (1), pp. 192-195.

8. Макогонова В. А. Зефир с протертыми плодами фейхоа / В. А. Макогонова, Л. А. Лобосова // Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука : электрон. сб. материал. науч. конф. с междунар. участием. Ч. 2 (11-12 апреля 2017, г. Москва). – Москва : МГУПП, 2017. – С. 167–171.

Makogonova, V., Lobosova, L. (2017), “Zefir s protertymi plodami fejhoa” *Development of food and processing industry in Russia: personnel and science: electron. Sat. material. Scientific conference with international participation* [“Marshmallow with mashed fruits acca sellowiana”, *Razvitie pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti Rossii: kadry i nauka : jelektron. sb. material. Nauchnaja konferencija s mezhdunarodnym uchastiem*], MGUPP, Moscow, pp. 167-171.

9. Шенькова В. Ф. Разработка технологии производства зефира повышенной пищевой ценности / В. Ф. Шенькова, И. А. Марченкова // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма : материалы V Междунар. студ. интернет-конф. (15 января – 15 апреля 2017, г. Орел). – Орел : ОГУ им. И.С. Тургенева, 2017. – С. 38–43.

Shen'kova, V., Marchenkova, I. (2017), “Razrabotka tehnologii proizvodstva zefira povyshennoj pishhevoj cennost'ju”, *Strategy for the development of the hospitality and tourism industry. Materials of the V International Student Internet Conference* [“Development of technology for production of marshmallows increased food value”, *Strategija razvitija industrii gostepriimstva i turizma: Materialy V Mezhdunarodnoj studencheskoj Internet-konferencii*], OGU im. I.S. Turgeneva, Orel, pp. 38-43.

10. Сафонова О. М. Оптимизация споживчих властивостей зефіру з використанням бджолиного маточного молочка / О. М. Сафонова, Т. М. Попова, Л. В. Михайлова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2012. – Вип. 1. – С. 210–218.

Safonova, O., Popova, T., Mihajlova, L. (2012), “Optimizacija spozhivchih vlastivostej zefiru z vikonistannjam bdzholinogo matochnogo molochka” [“Optimization of the consumer properties of marshmallows using bee royal jelly”, *Progresivni tehnika ta tehnologii harchovih виробництв ресторанного господарства і торгівлі*], *Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade*, Vol. 1, pp. 210-218.

11. Потенциометрическое определение состава и степени этерификации молекул пектина / И. М. Бодякина, В. А. Багрянцев,

В. В. Котов, А. Л. Лукин // Вестник ВГУ. Серия : Химия. Биология. Фармация. – 2012. – № 2. – С. 11–13.

Bodjakina, I., Bagtjanecv, V., Kotov, V., Lukin, A. (2012), “Potenciometričeskoe opredelenie sostava i stepeni jeteñfikacii molekul pektina” [“Potentiometric determination of the composition and degree of esterification of pectin molecules”], *Messenger of SUSU, Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, Vol. 2, pp. 11-13.

12. Ресептury на мармелад, пастилу и зефир / Л. С. Иванушко, Г. И. Круглова, И. И. Морозова, Е. И. Якубович. – М. : Пищевая пром-сть, 1986. – 208 с.

Ivanushko, L., Kruglova, G., Morozova, I., Jakubovich, E. (1986), *Receptury na marmelad, pastilu i zefir [Recipes for marmalade, pastille and marshmallows]*, Pishhevaja Promyshlennost', Moscow, 208 p.

13. Дробот В. І. Технологія галузі хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот, Т. О. Степаненко. – К. : НУХТ, 2006. – 267 с.

Drobot, V., Stepanenko, T. (2006), *The technology sector bakery production [Teknologiya galuzi xlibopekars'kogo vy'robny'cztva]*, NUXT, Kyiv, 267 p.

**Челябієва Вікторія Миколаївна**, канд. техн. наук, доц., кафедра харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет. Адреса: вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14035. Тел.: 0677028497; e-mail: vika.chl@ukr.net.

**Челябиева Виктория Николаевна**, канд. техн. наук, доц., кафедра пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет. Адрес: ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, Украина, 14035. Тел.: 0677028497; e-mail: vika.chl@ukr.net.

**Cheliabieva Viktoriia**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Food Technology Department, Chernihiv National University of Technology. Address: Shevchenka Str. 95, Chernihiv, Ukraine, 14035. Tel.: 0677028497; e-mail: vika.chl@ukr.net.

**Сиза Ольга Іллівна**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет. Адреса: вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14035. Тел.: 0504656197; e-mail: syza7@ukr.net.

**Сизая Ольга Ильинична**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет. Адрес: ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, Украина, 14035. Тел.: 0504656197; e-mail: syza7@ukr.net.

**Sizaya Olga**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Food Technology Department, Chernihiv National University of Technology. Address: Shevchenka Str., 95, Chernihiv, Ukraine 14035. Tel.: 0504656197; e-mail: syza7@ukr.net.

**Савченко Олеся Миколаївна**, канд. техн. наук, доц., кафедра харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет.

Адреса: вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14035. Tel.: 0633370339; e-mail: savchenkolm68@ukr.net.

**Савченко Олеся Николаевна**, канд. техн. наук, доц., кафедра пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет. Адрес: ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, Украина, 14035. Tel.: 0633370339; e-mail: savchenkolm68@ukr.net.

**Savchenko Olesya**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Food Technology Department, Chernihiv National University of Technology. Address: Shevchenka Str., 95, Chernihiv, Ukraine, 14035. Tel.: 0633370339; e-mail: savchenkolm68@ukr.net.  
DOI: 10.5281/zenodo.1306745