

**Прасол Светлана Владимировна**, канд. техн. наук, доц., кафедра процесов и оборудовання пищевої и гостиничної індустрії ім. М.И. Беляєва, Харківський державний університет питання і торгівлі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0997061190; e-mail: process229@ukr.net.

**Prasol Svetlana**, PhD in Technical Sciences, Assoc. Professor Department of Food and Hotel Industry Process and Equipment named after M.I. Belyaev, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0997061190; e-mail: process229@ukr.net.

DOI: 10.5281/zenodo.3937775

УДК 58.511:635.24-027.33:664.29

## **АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ СОНЯШНИКУ В ПЕКТИНОВИЙ КОНЦЕНТРАТ**

**Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, З.О. Мазняк,  
О.В. Омельченко, О.Є. Мельник**

*Проаналізовано існуючі технології переробки соняшникової сировини. Розглянуто питання впровадження безвідходних технологій у сферу перероблення пектиновмісної сировини (соняшнику) та виробництво харчових добавок. Проаналізовано процеси екстрагування пектинових речовин, концентрування та очищення з метою створення ресурсозбережної технології переробки соняшникової сировини. Запропоновано перспективні методи вдосконалення ресурсозбережних процесів та устаткування для створення нових безвідходних технологій виготовлення різноманітної пектиновмісної продукції для здорового харчування. Визначено переваги та недоліки впровадження методів удосконалення процесів загальної технології одержання пектинового концентрату із соняшникової сировини.*

**Ключові слова:** соняшник, сировина, переробка, технологія, пектин, ресурсозбереження.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ПЕКТИНОВЫЙ КОНЦЕНТРАТ**

**Г.В. Дейниченко, В.В. Гузенко, З.А. Мазняк,  
А.В. Омельченко, О.Е. Мельник**

*Проанализированы существующие технологии переработки подсолнечного сырья. Рассмотрены вопросы внедрения безотходных технологий в сферу переработки пектиносодержащего сырья (подсолнечника)*

---

© Дейниченко Г.В., Гузенко В.В., Мазняк З.О., Омельченко О.В.,  
Мельник О.Є., 2020

*и производство пищевых добавок. Проанализированы процессы экстрагирования пектиновых веществ, концентрирования и очистки с целью создания ресурсосберегающей технологии переработки подсолнечного сырья. Предложены перспективные методы усовершенствования ресурсосберегающих процессов и оборудования для создания новых безотходных технологий изготовления разнообразной пектиносодержащих продукции для здорового питания. Определены преимущества и недостатки внедрения методов усовершенствования процессов общей технологии получения пектинового концентрата из подсолнечного сырья.*

***Ключевые слова:** подсолнечник, сырье, переработка, технология, пектин, ресурсосбережение.*

## **ANALYTICAL OVERVIEW OF THE TECHNOLOGIES OF SUNFLOWER PROCESSING IN PECTINE CONCENTRATES**

**G. Deynichenko, V. Guzenko, Z. Mazniak, O. Omelchenko, O. Melnik**

*The existing technologies for processing sunflower raw materials are analyzed. The issue of waste-free technologies introduction in the field of processing pectin-containing raw materials (sunflower) in the production of food additives is considered. The existing and developed technological schemes of obtaining high-quality pectin concentrate with minimal ecological danger are analyzed. The comparative research of the procedure of processing sunflower pectin-containing raw materials for the development of the universal scheme of the technology of pectin concentrates reception is carried out. The stages of pectin concentrate production (pectin extraction, concentration and purification) for the creation of more efficient processes of sunflower raw material processing are analyzed. It is noted that for obtaining high-purity pectin concentrates from baskets of sunflower inflorescences, it is required to pre-treat raw materials before the hydrolysis-extraction for maximum removal of ballast in relation to pectin contaminants pectin extract and significantly impair organoleptic and physicoleptic and physical. Ready-made pectin, which is obtained by traditional and new technologies from sunflower raw materials, along with high gem forming also possesses high complexing ability. Promising directions of resource-saving processes for the creation of new waste-free technologies in the manufacture of various pectin-containing products for healthy eating are proposed. Modern research and development of scientists around the world is aimed at creating processes for obtaining pectin concentrates from sunflower through the integrated use of acid extraction of pectin substances and effective methods of concentration and purification of pectin extracts. The solution of such issues allows both to create resource-saving processes for the production of sunflower pectin concentrates, and to develop cost-effective equipment for their implementation. An improved scheme of the general technology of obtaining pectin concentrate from sunflower raw materials can be used as a plan of future research of working parameters of separate processes is presented.*

***Keywords:** sunflower, raw materials, processing, technology, pectin, resource conservation.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Одним із найважливіших продуктів рослинництва, що має високу біологічну активність, є пектин. Фізіологічна цінність пектину полягає в тому, що він сприяє нормальному перебігу біохімічних процесів і запобігає негативному впливу токсикантів на організм людини. Сьогодні у світі існує дефіцит пектину, середньодобове споживання якого людиною має становити 2–16 мг. Тому поряд із використанням традиційної пектиновмісної сировини – бурякового жому, яблучних і цитрусових вичавків, із метою розширення сировинної бази необхідний пошук інших джерел його отримання, одним із яких є кошики соняшнику [1].

Суцвіття-кошики соняшнику є майже необмеженим джерелом дешевої сировини для промислового одержання пектину. Заготівлю їх можна вести в сезон збирання соняшнику з розрахунку річної потреби в сировині. Таким чином, аналіз та розробка нових технологій одержання якісного пектинового концентрату за мінімальної екологічної небезпеки є актуальним завданням. Актуальність проблеми полягає також у тому, що в більшості країн світу досі не налагоджене виробництво пектину, а існуючі технології трудо- й енергоємні [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Уперше у світі промислове виробництво пектину із суцвіть-кошиків соняшнику було здійснене в 1952–1956 рр. на Нальчицькій кондитерській фабриці [3]. Проте недосконалість технологій та технологічно-апаратурного оснащення обумовили невисокі якісні показники продукції. Виробництво не знайшло подальшого розвитку. Сьогодні пектин із суцвіть-кошиків соняшнику виробляється в Німеччині фірмою Herbstreith & Fox тільки для потреб парфумерної та косметичної промисловості [4].

За фізико-хімічними показниками пектин із соняшнику не поступається цитрусовому і яблучному. Незважаючи на низький ступінь етерифікації (39–50%) і високий вміст ацетильних груп (0,9–1,3%), соняшниковий пектин може мати не меншу драглеутворювальну здатність, ніж цитрусовий і яблучний пектин, що, імовірно, зумовлено великою молекулярною масою (200000 Да), великою чистотою (80–97%) і малим вмістом золи (0,2–0,3%) [5].

Удосконалення технології виробництва пектинових концентратів за рахунок застосування різних біотехнологічних і технологічних прийомів дозволяє інтенсифікувати процеси екстрагування та очищення пектинових речовин, значно пом'якшити параметри окремих стадій технології, підвищити якість пектинопродуктів [6].

Останнім часом активізується робота з виділення, очищення та дослідження властивостей пектинопродуктів, отриманих із використанням ресурсозбережних технологій. Тому доцільно провести порівняльне дослідження процесів обробки соняшникової

пектиновмісної сировини з метою розробки універсальної схеми технології одержання пектинових концентратів.

**Метою статті** є аналітична характеристика сучасного стану впровадженнь технологій безвідходної переробки вторинної сировини соняшнику в пектиновий концентрат із метою планування подальших досліджень за обраним напрямом.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Пектинові речовини, що містяться в суцвіттях-кошиках соняшнику, характеризуються відносно високим відсотком нерозчинного пектину порівняно з пектиновими речовинами плодово-ягідної сировини. Вміст пектинових речовин у суцвіттях соняшнику становить від 24,0% до 35,7% на повітряно-суху масу. Особливістю суцвіть-кошиків соняшнику порівняно з іншими видами пектиновмісної сировини є їх низька кислотність (рН близько 6). Найменша кількість пектину в їх тканинах спостерігається в період формування насіння, найбільша – під час цвітіння. У період збирання та обмолоту насіння вміст пектинових речовин становить у середньому 25–26%. За іншими даними, пектин розподіляється у вегетативних органах соняшнику в такий спосіб, %: у суцвітті-кошику – 19; прицвітнику – 11; шийці суцвіття – 7; стеблові – 5 [7].

Якісні показники готового пектинового концентрату значною мірою залежать від підготовки сировини. Для правильного висушування суцвіть-кошиків соняшнику болгарськими дослідниками рекомендовано проводити сушіння в природних умовах. За десять днів до збирання кошики соняшнику зрізають і наколюють на стебла. Під час механізованого однофазного прибирання кошики перед закладанням на зберігання необхідно висушити. Невисушені суцвіття-кошики соняшнику легко піддаються гниттю і псуванню; навіть часткове пліснявіння і почорніння суцвіть-кошиків перед і під час сушіння негативно позначається на кількості та особливо на якості пектину. Висушені до вологості 9–12% кошики соняшнику подрібнюють на молотковій дробарці до розміру частинок 1–2 мм і зберігають у мішках у сухому приміщенні [8].

Для збереження масової частки пектинових речовин на початковому рівні необхідно інактивувати дію пектолітичних ферментів. Суцвіття-кошики соняшнику прогрівали за температури 80...120 °С протягом 1–2 год, оскільки температура повної інактивації ферментів становить 80 °С і вище. Чинником технологічного контролю був вихід пектинових речовин із рослинної сировини [9].

У Краснодарському державному університеті досліджували підготовку сировини таким чином. Щойно зібрані суцвіття-кошики соняшнику піддавали обробці за температури 100 °С протягом 2 год. Зберігати кошики-суцвіття соняшнику, що пройшли таку термічну обробку, можна протягом 12–24 міс. у відповідних умовах без зміни

масової частки пектинових речовин [10]. Основну технологічну схему отримання пектину із суцвіть соняшнику наведено на рис. 1 [5; 11].

Для отримання високочистих пектинових концентратів із кошиків соняшнику необхідно провести попередню обробку сировини перед процесом гідролізу-екстрагування для максимального видалення з нього баластних відносно пектину речовин, що забруднюють пектиновий екстракт і значно погіршують органолептичні й фізико-хімічні показники кінцевого продукту. До таких баластних речовин належать білки, поліфеноли, воскоподібні речовини, глікозиди, ароматичні, дубильні й барвні речовини та ін. Кількісний та якісний склад баластних речовин залежить від виду використовуваної сировини. Таким чином, попередня обробка включає очищення сировини від баластних речовин і підготовку рослинних клітин до гідролізу-екстрагування [12].

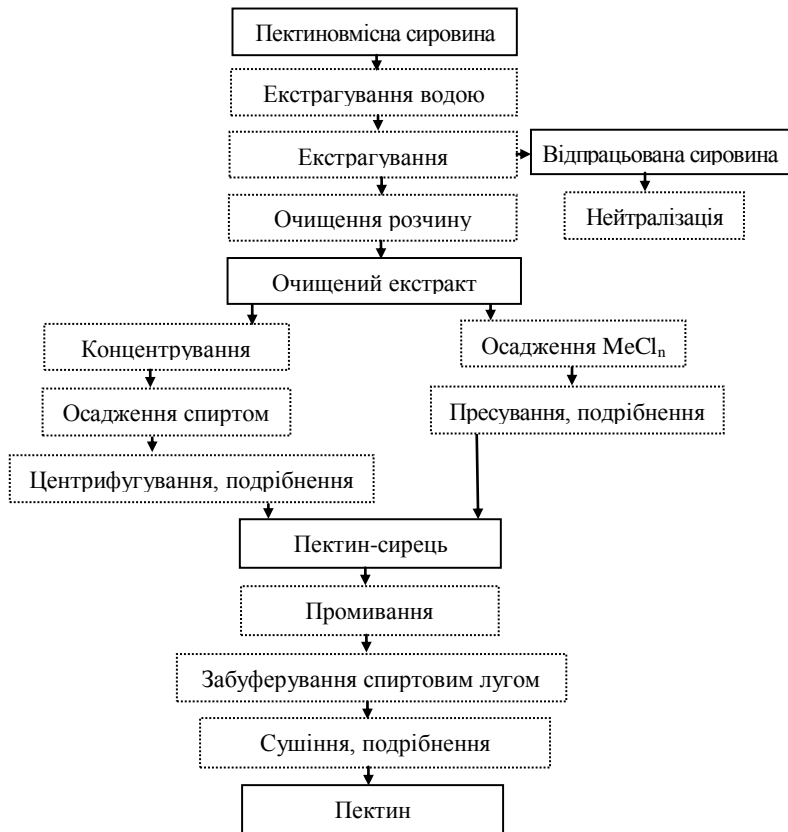


Рис. 1. Принципова схема етапів виробництва пектину із соняшнику

Етапи попередньої обробки сировини:

1. Набрякання рослинної сировини.
2. Обробка електроактивованою водяною системою (ЕАВС).

Далі оброблена сировина направляється до екстрактора, обладнаного сітчастим псевдоднищем, мішалкою (12–15 об/хв) і паровою сорочкою. Гідроліз-екстрагування пектинових речовин відбувається за концентрації соляної кислоти 0,4%, гідромодуля процесу 1:(15–16) і температури гідролісної суміші 80 °С впродовж 1,0–1,5 год. Після закінчення гідролізу екстракт фільтрують, а прогідролізовану соняшникову крупку після попереднього промивання водою відпресовують. Рідку фазу, отриману під час пресування, з'єднують з екстрактом. Пектиновий екстракт сепарують, фільтрують, охолоджують і направляють на осадження [13].

Через високий вміст полівалентних металів і наявність низькометоксильованих пектинових речовин для розведеного кислотного екстракту пектину соняшнику характерний феномен самокоагуляції [14]. У цьому своєрідність соняшникового пектину: драглетворення за наявності катіонів відбувається навіть тоді, коли вміст сухих речовин у суміші дорівнює 1% або менше. Ця властивість обумовлює параметри осадження. Застосовувати спирт для осадження пектину недоцільно через специфіку сировини. Найкращі результати дає осадження хлористим алюмінієм при рН 3,4–3,8. рН пектинового екстракту визначають уведенням гідроксиду амонію (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика технологій одержання пектинового екстракту із соняшникової сировини**

Сировина	Вихід пектину, %		Примітка
	Етиловий спирт	Хлористий алюміній	
Подрібнені кошики (без додаткової обробки)	16,2	10,4	Слабка самокоагуляція екстракту через 48 год
Подрібнені кошики з додатковою обробкою (сушіння за $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 2 год)	24,6	10,8	Самокоагуляція екстракту відсутня
Подрібнені кошики після додаткової обробки (сушіння за $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 2 год, обробка ферментними препаратами)	31,5	16,2	Самокоагуляція екстракту відсутня

Отриманий осад відпресовують на гідравлічному пресі до вологості 75–76% і направляють на очищення. Пектиновий коагулят очищують в три фази. I фазу проводять за співвідношення 50% водного спирту і коагуляту 1:4. Тривалість обробки становить 20 хв. II фазу – 70% спиртом за тих самих параметрів за вмісту 4% соляної кислоти. На III фазі очищення ведуть сумішшю 66% етилового спирту і 0,3–0,4% аміаку за кратності суміші й коагуляту 1:3 протягом 15 хв. Очищений пектин сушать за температури 60...70 °С до вологості 10–14% і подрібнюють.

Готовий пектин, отриманий за наведеною технологією із соняшникової сировини, поряд із значною драглеутворювальною має також високу комплексоутворювальну здатність. Ці властивості розширюють сфери застосування соняшникового пектину в харчовій промисловості [15].

Іншими дослідниками [16] було отримано пектини з кошиків соняшника однорічного та плодів яблуні за однакових умов. Сировину екстрагували 10-кратним об'ємом 0,32% розчину хлористоводневої кислоти, висаджували 5-кратним об'ємом 0,2% розчину хлористоводневої кислоти в етанолі та промивали 96% етанолом до негативної реакції на іони хлориду зі срібла нітратом. Вихід пектину становив 10,40% із кошиків соняшнику та 8,95% із плодів яблуні. Якість отриманих видів пектину проаналізовано в табл. 2. За даними табл. 2 видно, що і соняшниковий, і яблучний пектини відповідають вимогам ДСТУ та є високоетерифікованими. Пектин із кошиків соняшнику, отриманий за вищезазначеною методикою, має високий вихід та може бути використаний для подальшого вивчення як діюча або допоміжна речовина при розробці нових лікарських засобів.

Ученими Воронежського університету досліджено одержання пектину із соняшникової сировини за такою технологією [17]. Пектин виділявся з висушених і подрібнених до 2–5 мм кошиків соняшнику 0,5% розчином шавлевої кислоти за температури 75 °С та гідромодуля 1:15 протягом 2,5 год. Далі екстракт відфільтровували й освітлювали активованим вугіллям БАУ-А (ГОСТ 6217-74). Очищували екстракт у колоні з активованим вугіллям. Пектиновмісний розчин об'ємом 500 мл подавався зверху зі швидкістю 5 мл/хв.

Дещо інші результати досліджень викладено в роботі [18]. Виявлено, що для одержання екстракту оптимальним і екологічно обґрунтованим є використання 0,4% розчину соляної кислоти. При ферментативному гідролізі, що є екологічно менш небезпечним, ніж кислотний, вихід пектину був менше. Оптимальним рН нейтралізації екстракту, що не впливає на продуктивність ультрафільтраційних мембран, є значення 3,1 за температури процесу 52 °С. Очищення

соняшникового пектину відбувалося з додаванням 1,17 г трилону Б у перший цикл діалітрації при шести ступенях.

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика двох видів пектину**

Вимоги ДСТУ	Вид пектину	
	Соняшниковий	Яблучний
Органолептичні показники: порошок від світло-сірого до кремового кольору. Допустима наявність пластівців. Смак кислуватий, без запаху	Порошок кремового кольору. Є пластівці. Смак кислуватий, без запаху	Порошок темно-коричневого кольору. Смак кислуватий, зі специфічним запахом
Ступінь етерифікації, %: високоетерифіковані більше 50, низькоетерифіковані менше 50	73,4 ± 0,7	78,3 ± 0,5
Масова частка поліуронідів, %: більше 50	78,8 ± 0,8	81,5 ± 0,9
Втрата маси під час сушіння, %: менше 10	9,4 ± 0,6	8,9 ± 0,4

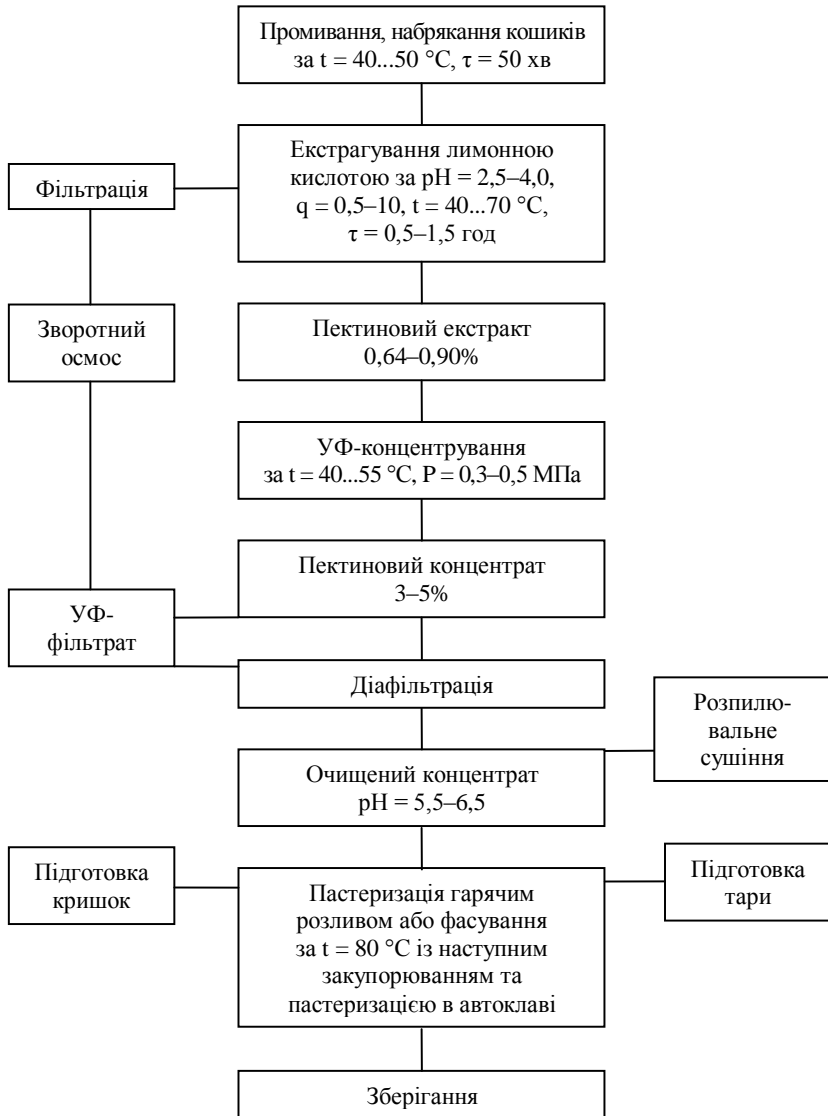
За результатами аналітичних розробок та на базі власних досліджень процесу одержання пектинових речовин із пектиновмісної сировини [19; 20], нами розроблено технологічну схему одержання пектинового концентрату, що може бути використана як план майбутнього дослідження робочих параметрів технологічних стадій виробництва соняшникового пектинового концентрату (рис. 2). Згідно з наведеною схемою основними технологічними процесами одержання соняшникового пектинового екстракту є: екстрагування пектинових речовин, концентрування та очищення пектинового екстракту, його термічна обробка за призначенням.

Екологічність і економічний ефект цієї технології забезпечуються ресурсозбереженням у разі використання безпечних та маловідходних матеріалів і створенням сучасного устаткування для процесів екстрагування та мембранної обробки [21–23].

Із наведеного матеріалу видно, що сучасні дослідження та розробки вчених усього світу направлені на створення процесів одержання пектинових концентратів із соняшнику шляхом комплексного використання кислотного екстрагування пектинових речовин та ефективних методів концентрування й очищення пектинових екстрактів. Вирішення цих питань дозволить не тільки



створювати ресурсозбережні процеси виробництва соняшникових пектинових концентратів, але й розробляти економічно високоефективне обладнання для їх реалізації.



**Рис. 2.** Удосконалена технологічна схема одержання соняшникового пектинового концентрату

**Висновки.** Таким чином, існує потреба вдосконалення процесів виробництва пектинопродуктів на підприємствах харчової та переробної промисловості шляхом розробки нових технологій. Наведено результати аналітичних досліджень нових розробок процесів екстрагування пектинових речовин та подальшої обробки пектинових екстрактів із соняшникової сировини. Розроблено принципову технологічну схему виробництва соняшникових пектинопродуктів із застосуванням мембранного обладнання.

#### Список джерел інформації / References

1. Салеба Л. В. Пектин: структура, властивості, біологічні функції / Л. В. Салеба // Вісник ХНТУ. – 2018. – № 2 (65). – С. 143–149.

Saleba, L. (2018), “Pectin: structure, properties, biological functions”, *Bulletin of KhNTU* [“Pektyn: struktura, vlastyvoli, biologichni funkciyi”, *Visnyk HNTU*], No. 2(65), pp. 143-149.

2. Одержання пектину з овочевої сировини та дослідження його властивостей / О. В. Грабовська, Г. С. Пастух, Н. І. Штангєєва, Т. О. Галатєнко, А. М. Бабій // Цукор України. – 2016. – № 11–12 (131–132). – С. 47–50.

Grabovska, O., Pastuh G., Shtangeeva N., Galatenko, T., Babiy, A. (2016), “Obtaining pectin from vegetable raw materials and research of its properties”, *Sugar of Ukraine* [“Oderzhannya pektynu z ovochevoyi syrovyny” ta doslidzhennya yogo vlastyvostej”, *Cukor Ukrainy*], No. 11-12 (131-132), pp. 47-50.

3. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства и биологическая активность / С. Т. Минзанова, В. Ф. Миронов, А. И. Коновалов, А. Б. Выштакалюк, О. В. Цепяева, А. З. Миндубаев, Л. Г. Миронова, В. В. Зобов. – Казань : Печать-Сервис-XXI век, 2011. – 224 с.

Minzanova, S., Mironov, V., Konovalov, A., Vyshtakalyuk, A., Tsepaeva, O., Mindubaev, A., Mironova, L., Zobov, V. (2011), *Pectins from non-traditional sources: technology, structure, properties and biological activity* [Pektiny iz netradicionnyh istochnikov: tehnologija, struktura, svojstva i biologicheskaja aktivnost'], Pechat'-Servis-XXI vek, Kazan, 224 p.

4. Global Sunflower Pectin Market Insights 2019-2025. “Herbstreith & Fox, Krishna Pectins, Inner Mongolia Constan Biotechnology, Cargill”, available at: <https://www.njmmanews.com/global-sunflower-pectin-market-insights-2019-2025-herbstreith-fox-krishna-pectins-inner-mongolia-constan-biotechnology-cargill>

5. Состав и свойства пектина и масла, выделенных из различных сортов и гибридов подсолнечника, возделываемых в ЦЧР / Е. А. Кузнецова, А. Л. Лукин, В. В. Котов, А. В. Халецкий // Вестник ВГУ. – 2007. – № 2. – С. 33–36.

Kuznetsova, E., Lukin, A., Kotov, V., Khaletsky, A. (2007), “Composition and properties of pectin and oil isolated from various varieties and hybrids of sunflower cultivated in the Central Black Sea”, *Bulletin of Voronezh State University* [“Sostav i svojstva pektina i masla, vydeleennyh iz razlichnyh sortov i gibridov podsolnechnika, vozdelevyaemyh v CChR”, *Vestnik VGU*], No. 2, pp. 33-36.

6. Косарева О. И. Разработка функциональных продуктов питания на основе пищевого гидратопектина из корзинок-соцветий подсолнечника : монография / О. И. Косарева, Л. Я. Родионова. – Краснодар : Юг, 2017. – 120 с.

Kosareva, O., Rodionova, L. (2017), *Development of functional food products based on food hydratopectin from baskets of sunflower inflorescences* [Razrabotka funkcional'nykh produktov pitaniya na osnove pishhevego gidratopektina iz korzinok-socvetij podsolnechnika], Jug, Krasnodar, 120 p.

7. Косарева О. И. Методы очистки корзинок-соцветий подсолнечника от балластных веществ в технологии получения пектинового экстракта / О. И. Косарева, И. Н. Барышева, Л. Я. Родионова // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 123 (09). – С. 142–147.

Kosareva, O., Barysheva, I., Rodionova, L. (2016), “Composition and properties of pectin and oil isolated from various varieties and hybrids of sunflower cultivated in the Central Black Sea”, *Bulletin of Voronezh State University* [“Sostav i svojstva pektina i masla, vydelennykh iz razlichnykh sortov i gibridov podsolnechnika, vozdeleyvaemykh v CChR”, *Vestnik VGU*], No. 2, pp. 33-36.

8. Донченко Л. В. Пищевая химия. Гидроколлоиды / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. А. Красноселова. – М. : Юрайт, 2018. – 180 с.

Donchenko, L., Sokol, N., Krasnoselova, E. (2018), *Food chemistry. Hydrocolloids* [Pishhevaya himiya. Gidrokolloidy], Jurajt, Moscow, 180 p.

9. Холдоров Б. Б. Динамика и свойства накопления пектиновых веществ в вегетативных частях подсолнечника (*Heliantus Annus 1*) [Электронный ресурс] / Б. Б. Холдоров // *Universum: Технические науки : электрон. науч. журн.* – 2018. – № 3 (48). – Режим доступа : <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5626>

Kholdorov, B. (2018), “Dynamics and properties of the accumulation of pectin substances in the vegetative parts of sunflower (*Heliantus annus 1*)”, *Universum: Engineering: electron. scientific journal* [“Dinamika i svojstva nakopleniya pektinovykh veshchestv v vegetativnykh chastyakh podsolnechnika (*Heliantus Annus 1*)”, *Universum: Tehnicheskie nauki: jelektron. nauchn. zhurn*], No. 3(48), available: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5626>

10. Гніцевич В. А. Обґрунтування доцільності використання ферментних препаратів у технологіях переробки рослинної пектиновмісної сировини / В. А. Гніцевич, А. В. Слащева, М. В. Івашченко // Вісник ДонНУЕТ. – 2014. – № 81 (61). – С. 37–45.

Gnitsevich, V., Slashcheva, A., Ivashchenko, M. (2014), “Substantiation of expediency of use of enzyme preparations in technologies of processing of vegetable pectin-containing raw materials”, *Bulletin of DonNUET* [“Obgruntuvannya docilnosti vykorystannya fermentnykh preparativ u tehnologiyah pererobky roslynnoyi pektynovmisnoyi syrovyny”, *Visnyk DonNUET*], No. 81(61), pp. 37-45.

11. Соболев И. В. Влияние технологической обработки на сохраняемость пектиновых веществ растительного сырья / И. В. Соболев // Вестник КрАСГАУ. – 2019. – № 1. – С. 167–172.

Sobol, I. (2019), “Influence of technological processing on preservation of pectin substances of vegetable raw materials”, *Bulletin of KrasGAU* [“Vlijanie

tehnologicheskoy obrabotki na sohranjaemost pektinovyh veshhestv rastitelnoho syrja”, *Vestnik KrasGAU*], No. 1, pp. 167-172.

12. Тешаев Х. И. Характеристика пектина, полученного новым методом гидролиза – экстракции из корзинок подсолнечника / Х. И. Тешаев // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 2. – С. 162–167.

Teshaev, H. (2012), “Characteristics of pectin obtained by a new method of hydrolysis-extraction from sunflower baskets”, *Bulletin of VHUIT* [“Характеристика пектина, полученного новым методом гидролиза – экстракции из корзинок подсолнечника”, *Vestnik VGUIT*], No. 2, pp. 162-167.

13. Домарецький В. А. Технологія харчових продуктів / В. А. Домарецький, М. В. Остапчук, А. І. Українець. – К. : НУХТ, 2003. – 572 с.

Domaretsky, V., Ostapchuk, M., Ukrainets, A. (2003), *Food technology [Tehnologiya harchovyh produktiv]*, NUHT, Kyiv, 572 p.

14. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л. В. Донченко. – М. : ДеЛи, 2000. – 256 с.

Donchenko, L. (2000), *Technology of pectin and pectin products [Tehnologyya pektyna i pektynoproduktov]*, Deli, Moscow, 256 p.

15. Дейниченко Г. В. Проблеми впровадження технологій з виробництва пектину / Г. В. Дейниченко, З. О. Мазняк, В. В. Гузенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Харків : ХДУХТ, 2008. – Вип. 1 (7). – С. 317–322.

Dejnichenko, G., Maznyak Z., Guzenko, V. (2008), “Problems of introduction of technologies for pectin production”, *Progressive technology and technologies of food production of restaurant industry and trade* [“Problemy vprovadzheniya tehnologij z vyrobnyctva pektynu”, *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnyctv restorannoho hospodarstva i torhivli: zb. nauk. prats*], Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Vol. 1(7), pp. 317-322.

16. Соболев И. В. Изучение возможности получения пектиновых экстрактов высокой чистоты / И. В. Соболев // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 123 (09). – С. 167–172.

Sobol, I. (2019), “Studying the possibility of obtaining high purity pectin extracts”, *Scientific journal of KubSAU* [“Izuchenie vozmozhnosti poluchenija pektinovyh jekstraktov vysokoj chistoty”, *Nauchnyj zhurnal KubGAU*], No. 123(09), pp. 167-172.

17. Кузнецова Е. А. Влияние агроэкологических условий и приемов переработки на качество подсолнечного и других видов пектина : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Е. А. Кузнецова. – Воронеж, 2008. – 24 с.

Kuznetsova, E. (2008), *Influence of agroecological conditions and processing techniques on the quality of sunflower and other types of pectin: Author's thesis [Vlijanie agrojekologicheskikh uslovij i priemov pererabotki na kachestvo podsolnechnogo i drugih vidov pektina: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk]*, Voronezh, 24 p.

18. Халецкий А. В. Сорбция красящих веществ из растворов пектина активированным углем / А. В. Халецкий, В. В. Котов, А. Л. Лукин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9, вып. 2. – С. 261–265.

Khaletsky, A. (2009), “Sorption of coloring matter from activated carbon pectin solutions”, *Sorption and chromatographic processes* [“Sorbcija krasjashhih veshhestv iz rastvorov pektina aktivirovannym uglem”, *Sorbcionnye i hromatograficheskie processy*], Vol. 9, Issue 2, pp. 261-265.

19. Застосування мембранних процесів у технології одержання пектинових концентратів / Г. В. Дейниченко, В. Г. Мирончук, В. В. Гузенко, З. О. Мазняк, М. Г. Мельник. – Харків : Факт, 2016. – 176 с.

Dejnichenko, G., Myronchuk, V., Guzenko, V., Maznyak, Z., Melnik, M. (2016), *Application of membrane processes in the technology of pectin concentrates production* [Zastosuvannya membrannyh procesiv u tehnologiiyi oderzhannya pektynovyh koncentrativ], Fakt, Kharkiv, 176 p.

20. Дейниченко Г. В. Використання вібраційного впливу в процесі мембранного концентрування харчових рідин / Г. В. Дейниченко, В. В. Гузенко, З. О. Мазняк // Вібрації в техніці та технологіях. – 2017. – № 1 (84). – С. 22–28.

Dejnichenko, G., Guzenko, V., Maznyak, Z. (2017), “The use of vibration in the process of membrane concentration of food liquids”, *Vibrations in engineering and technology* [“Vykorystannya vibracijnogo vplyvu v procesi membrannogo koncentruvannya harchovyh ridyn”, *Vibraciyi v tehnici ta tehnologiyah*], No. 1(84), pp. 22-28.

21. Горшкова Р. М. Физико-химические и технологические основы получения продуктов распада протопектина растительного сырья : дис. ... д-ра техн. наук : 02.00.04 / Горшкова Р. М. – Душанбе, 2016. – 341 с.

Gorshkova, R. (2016), *Physico-chemical and technological basis for the production of decay products of plant protopectin: dissertation* [Fiziko-himicheskie i tehnologicheskie osnovy poluchenija produktov raspada protopektina rastitelnogo syrja: dis. ... doc. tech. nauk], Dushanbe, 341 p.

22. Белоусова І. О. Порівняльна характеристика гелеутворення низькометоксильованих пектинів, отриманих за допомогою рослинних пектинметилестераз / І. О. Белоусова, А. Т. Безусова, Т. І. Нікітчина // Харчова наука і технологія. – 2008. – № 3 (4). – С. 33–35.

Belousova, I., Bezusova, A., Nikitchina, T. (2008), “Comparative characteristics of gelation of low-methoxylated pectins obtained with vegetable pectinmethylsterases”, *Food science and technology* [“Porivnyalna harakterystyka geleutvorennya nyzkometoksylovanyh pektyniv, otrymanyh za dopomogoyu roslynnyh pektynmetylesteryaz”, *Kharchova nauka i tehnologiya*], No. 3(4), pp. 33-35.

23. Соколова О. О. Вивчення пектину з кошиків соняшника однорічного / О. О. Соколова, Т. М. Гонтова, Е. Е. Котова // Теоретичні та практичні аспекти дослідження лікарських рослин : III міжнар. наук.-практ. internet-конф. : матеріали. – Х., 2018. – С. 193–195.

Sokolova, O., Gontova, T., Kotova, E. (2018), “Study of pectin from baskets of annual sunflower”, *Theoretical and practical aspects of the study of medicinal plants* [“Vyvchennya pektynu z koshykiv sonyashnyka odnorichnogo”, *Teoretychni ta praktychni aspekty doslidzhennya likarskyh roslin: III mizhmar. nauk.-prakt. konf.*], Kharkiv, pp. 193-195.

**Дейниченко Григорій Вікторович**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри процесів та устаткування харчової та готельно-ресторанної індустрії ім. М.І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

**Дейниченко Григорій Вікторович**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой процессов и оборудования пищевой и гостинично-ресторанной индустрии им. М.И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

**Deynichenko Gregory**, Dr. of Tech. Sc., Prof., Department of Processes and Equipment for Food and Hospitality-Restaurant Industry name dafter M.I. Belyaeva, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

**Гузенко Василь Володимирович**, канд. техн. наук, ст. викл., кафедра процесів та устаткування харчової та готельно-ресторанної індустрії ім. М.І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56, e-mail: kp87vasil@ukr.net.

**Гузенко Василь Владимирович**, канд. техн. наук, ст. преп., кафедра процессов и оборудования пищевой и гостинично-ресторанной индустрии им. М.И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: kp87vasil@ukr.net.

**Guzenko Vasily**, PhD in Tech. Sc., Senior lecturer, Department of Processes and Equipment for Food and Hospitality-Restaurant Industry name dafter M.I. Belyaeva, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: kp87vasil@ukr.net.

**Мазняк Захар Олександрович**, канд. техн. наук, доц., кафедра процесів та устаткування харчової та готельно-ресторанної індустрії ім. М.І. Беляєва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: m.zakhar@yahoo.com.

**Мазняк Захар Александрович**, канд. техн. наук, доц., кафедра процессов и оборудования пищевой и гостинично-ресторанной индустрии им. М.И. Беляева, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-56; e-mail: m.zakhar@yahoo.com.

**Mazniak Zakhar**, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Department of Processes and Equipment for Food and Hospitality-Restaurant Industry name dafter M.I. Belyaeva, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-56; e-mail: m.zakhar@yahoo.com.

**Омельченко Олександр Володимирович**, канд. техн. наук, доц., кафедра загальноінженерних дисциплін і обладнання, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. Адреса: вул. Трамвайна, 16, м. Кривий Ріг, Україна, 50005. Тел.: 0972958852; e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua.

**Омельченко Александр Владимирович**, канд. техн. наук, доц., кафедра общинженерных дисциплин и оборудования, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. Адрес: ул. Трамвайная, 16, г. Кривой Рог, Украина, 50005. Тел.: 0972958852; e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua.

**Omelchenko Oleksandr**, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Department of General Engineering Disciplines and Equipment, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky. Address: Tramvayna str., 16, Kryvyi Rih, Ukraine, 50005. Tel.: 0972958852; e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua.

**Мельник Ольга Євгенівна**, канд. техн. наук, доц., кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту, Криворізький національний університет. Адреса: вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, Україна, 50027. Тел.: 0671049709; e-mail: melnikolgaev@gmail.com.

**Мельник Ольга Евгеньевна**, канд. техн. наук, доц., кафедра электроснабжения и энергетического менеджмента, Криворожский национальный университет. Адрес: ул. Виталия Матусевича, 11, г. Кривой Рог, Украина, 50027. Тел.: 0671049709; e-mail: melnikolgaev@gmail.com.

**Melnik Olga**, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Department of Power Supply and Energy Management, Krivoy Rog National University. Address: Vitaly Matusevich str., 11, Krivoy Rog, Ukraine, 50027. Tel.: 0671049709; e-mail: melnikolgaev@gmail.com.

DOI: 10.5281/zenodo.3937779

УДК 637.513.3:591.432

## ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗАННЯ СТРАВОХОДУ ЯК СКЛАДОВОЇ ПРОЦЕСУ ЙОГО ОЧИЩЕННЯ

**Д.В. Горелков, В.С. Мироненко, Л.О. Цвіркун, Г.В. Гейєр**

*Проаналізовано можливі технічні рішення для реалізації процесу очищення стравоходу від слизової та серозної оболонки. Наведено результати експериментальних досліджень процесу різання стравоходу свинячого та яловичого трубочастими й плоскими ножами. Оцінено значущість впливу*

---

© Горелков Д.В., Мироненко В.С., Цвіркун Л.О., Гейєр Г.В., 2020