

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

DOI : 10.33274/2079-4827-2020 -40-1-5-11
УДК 664.29.002.5

Дейниченко Г. В., д-р техн. наук, професор¹
Гузенко В. В., канд. техн. наук¹
Омельченко О. В., канд. техн. наук²
Гейер Г. В., д-р екон. наук, професор²
Кузьменко А. О., магістрант²

¹ Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків, Україна, e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua

АНАЛІЗ СИРОВИНИ ТА РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ

UDK 664.29.002.5

Deynichenko G. V., Grand PhD in Engineering sciences, Professor¹
Guzenko V. V., PhD in Engineering sciences¹
Omelchenko O. V., PhD in Engineering sciences²
Heiier H. V., Grand PhD in Economy sciences, Professor²
Kuzmenko A. O., Master's Degree²

¹ Kharkiv State University of Food Technology and Trade (Kharkov, Ukraine), e-mail: oborud.hduht@gmail.com

² Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Kryvyi Rih, Ukraine), e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua

ANALYSIS OF RAW MATERIALS AND RATIONAL TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF PECTIN CONCENTRATES

Мета — визначити напрямів подальших досліджень одержання пектинового концентрату з аналізу сучасних технологій виробництва та різновиду пектинвмісної сировини.

Методи. Запропоновано зразкову принципову схему виробництва пектинового концентрату з урахуванням сучасних вимог переробної промисловості та з дотриманням екологічності виробничих процесів.

Результати. Аналітичні дослідження показали, що зменшити дефіцит харчових волокон, зокрема, пектинових речовин, у харчуванні населення дозволяє введення їх у різноманітні харчові продукти. Проте сьогодні промислове виробництво пектинопродуктів розвинено недостатньо, що пов'язано з недосконалістю технологічних ліній. Визначено закономірності вибору сировини для подальшого проведення досліджень з одержання пектинових концентратів. Запропоновано ґрунтовний аналіз існуючих схем виробництва пектину та обґрунтовано вибір раціональної технології з урахуванням ресурсозбереження та енергоефективності. Надано опис одержаної схеми промислового виробництва пектинового концентрату із зазначенням параметрів процесів та відходів. Проаналізовані екологічні чинники, що визначають перспективність запропонованої схеми до промислового використання для виробництва якісного екологічно чистого пектинового концентрату.

Надійшла до редакції 12.03.2019 р.

©Г. В. Дейниченко, В. В. Гузенко, О. В. Омельченко, Г. В. Гейер, А. О. Кузьменко, 2020

Отримані результати можуть бути використані в подальшому під час формування теоретичних та експериментальних досліджень процесів екстрагування пектинових речовин, концентрування й очищення пектинових екстрактів та сушіння готового продукту загальної технології одержання пектинових концентратів. Наведена інформація може бути використана під час проектування технологічних та технічних рішень із подальшим упровадженням розробленої технологічної лінії на підприємствах переробки сільськогосподарської рослинної сировини.

Ключові слова: пектин, концентрат, технологія, сировина, виробництво.

Постановка проблеми. Харчування людини належить до найважливіших питань, які визначають якість і тривалість життя сучасної людини, що ускладнена несприятливою екологічною ситуацією, соціальними проблемами, стресами, уповільненим способом життя, шкідливими звичками тощо. Усе це врешті призводить до зменшення опору організму впливу навколишнього середовища й зростання кількості хронічних захворювань [1].

Головна причина цих чинників — недостатній вміст у раціоні, пересічної людини головних джерел харчових волокон, що є у фруктах, овочах, злаках та інших природних продуктах харчування. Один зі способів, що дає змогу зменшити дефіцит харчових волокон у харчуванні населення — введення волокон (зокрема, баластових речовин) у різноманітні харчові продукти, підвищення їхньої споживчої привабливості завдяки високим органолептичним властивостям, новизні й очевидній користі для здоров'я [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки потреба в пектинопродуктах нашої країни значно перевищує обсяги його виробництва й закупівель за кордоном [3].

Виробництво пектинопродуктів на даний момент розвинено не в багатьох країнах [4], але основним недоліком для них є недостатня продуктивність виробничих ліній. Це пояснюється тим, що нині таке виробництво є насамперед бізнесом, який динамічно розвивається зі щорічним збільшенням виробництва на 3–4 %. Технології отримання різноманітних пектинопродуктів (пектинові екстракти, концентрати тощо) є закритими, та спеціально розробляються на самих виробництвах цієї продукції [5].

Дослідженню з одержання пектинових речовин та подальшій їх обробці присвячено багато наукових робіт, серед яких є такі, що заслуговують на особливу увагу. Адже ці розробки, доповнення, винаходи з виробництва й застосування пектинових екстрактів та концентратів є найважливішою інформацією й поштовхом для впровадження цієї інформації у виробничих умовах [6, 7].

Проблема дефіциту пектинопродуктів існує не тільки в Україні, але й в розвинених країнах Європи. Це пов'язано, насамперед, як вже зазначалося вище, із щоденним погіршенням екологічних умов. Тому вирішення основних питань для одержання пектинових концентратів з подальшим їх використанням в лікувальних і профілактичних цілях є найважливішим напрямом у розвитку охорони здоров'я будь-якої країни [8].

Мета статті — визначення напрямів подальших досліджень одержання пектинового концентрату з аналізу сучасних технологій виробництва та різновиду пектинвмісної сировини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити закономірності вибору сировини для подальшого проведення досліджень з одержання пектинових концентратів;
- проаналізувати схеми існуючих виробництв пектину з урахуванням ресурсозбереження та енергоефективності;
- надати опис одержаної схеми промислового виробництва пектинового концентрату із зазначенням параметрів процесів, що будуть досліджуватися.

Виклад основного матеріалу дослідження. До основних питань сьогодення у вирішенні проблеми виробництва пектинового концентрату можна віднести чіткий вибір сировинної бази та використання її в різних модифікаціях залежно від сезону [9].

Як відомо, у вітчизняній переробній промисловості для виробництва пектину використовувався буряковий, соняшниковий, яблучний і цитрусовий жом. В інших країнах світу пектинове виробництво розвивається за рахунок використання (як вихідної сировини) яблучної макухи, різноманітних цитрусових, кошиків соняшника, бавовняної стулки, кормової сировини, виноградних вичавок, кори хвойних порід дерев, вичавок айви, овочів, інших фруктів і ягід, картопляної мезги тощо [10].

Класифікацію пектинвмісної сировини за вмістом пектинових речовин на суху масу наведено в табл. 1. Як видно з таблиці, найбільш пектинвмісною сировиною є кошики соняшника та коренеплоди (зокрема цукрові буряки).

Проте дані, подані в табл. 1, дають підставу зробити висновок, що сьогодні подальші дослідження дадуть найкращі результати, якщо вибрати для одержання пектинових концентратів в Україні такі види сировини: коренеплоди, гарбузові, зерняткові (яблука, айва, горобина, обліпіха), виноград та соняшник [11, 12]. Це пов'язано передусім з високими показниками вмісту пектину в цих видах рослинної сировини, ступенем етерифікації (показник застосування пектину в харчовій промисловості), а також досить значною кількістю вторинної сировини в процесі виготовлення основної продукції на переробних підприємствах з цих видів сировини [13]. Проте сьогодні основна перевага може бути надана яблучним вичавкам, гарбузовим та соняшнику.

Розглядаючи різні способи виробництва пектинових концентратів, можна зробити висновок про те, що вони мають певні недоліки, усунення яких є принципом зміни чинників виробництва.

Сьогодні процеси технології одержання пектину можуть бути подані у вигляді двох схем:

Таблиця 1 — Характеристика пектинових речовин за видом сировини (складено автором на основі [6, 7])

Вид пектинвмісної сировини		Вміст пектину, %	Ступінь етерифікації, %
Підгрупа	Сировина		
1-а група «Овочі»			
Бульбоплоди, коренеплоди	Картопля, буряк, морква	5,4...2,0 30,0...6,4	71,9...28,0
Листові, стеблові	Капуста, цибуля, селера	7,5...4,8 10,1...9,2	65,0
Плодові	Баклажани, перець, томати	11,0...9,2	63,2
Гарбузові	Гарбузи, дині, кавуни	23,6...1,7	60,0...40,0
Бобові, зернові	Зелений горошок, кукурудза, пшениця, ячмінь, овес, рис	2,5...1,5 3,0...4,0	40,0
2-га група «Плоди та ягоди»			
Зерняткові	Яблука, груші, айва, горобина	9,0...1,9	80,0...65,0
Кісточкові	Вишня, черешня, слива, абрикос		
Справжні, несправжні, складні	Виноград, смородина, суниця, полуниця, малина, брусниця, чорниця, журавлина	12,0...4,2 7,9...3,3 6,7...3,2	37,8...33,0
Субтропічні ци- трусіві	Інжир, фейхоа, хурма, ківі, грей- пфрути	14,0...4,9	75,0...70,0
Тропічні цитрусіві	Гранат, банани, лимони, апельси- ни, мандарини	15,8...5,5	
3-тя група «Інші види»			
Листя	Чай, тютюн	14,0...4,9	65,1...40,0
Стебла соняшнику		35,7...20,0	
Кошики соняшнику		24,0...12,0	
Стулки коробочок бавовника		15,4...10,0	
Кора дерев	Сосна, ялина, модрина	9,0...8,0	61,1...37,5

1. Підготовлення вихідної сировини → первинне добування (вилучення) пектинових речовин → очищення → концентрування екстракту → осадження пектину → подрібнювання → промивання очищеного пектину → поділ на фракції → забуферуння → повторне подрібнення пектинового порошку → сушіння → порошок пектинового концентрату → до споживача [12].

2. Підготовлення вихідної сировини → хімічне добування (вилучення) пектинових речовин → розподіл на фракції → мембранне концентрування (ультрафільтрація) пектинового екстракту → очищення (діафільтрація) пектинового концентрату → сушіння або консервація рідкого концентрату → подальше використання [13].

В умовах ресурсо- та енергозбереження друга схема одержання пектинового концентрату є більш переважною, тому що вона менш енергоємна й більш продуктивна на відміну від першої. Крім того, зазначена схема скорочує тривалість одержання пектинового концентрату (від підготовки вихідної сировини до готового продукту), а також має мінімальну кількість залученого до окремих стадій виробництва обладнання з високою продуктивністю. Саме у цьому напрямку відбуваються наші подальші дослідження [14, 15].

Нами було проаналізовано застосування обраної схеми стадій одержання пектинового концентрату у виробничих умовах, результати надано на рис. 1.

Дана схема одержання пектинового концентрату має послідовне чергування процесів обробки пектинвмісної сировини з необхідними технологічними параметрами (тривалість обробки τ , швидкість проходження процесу v , гідромодуль Π , рН розчину, температура t , тиск P) та зазначенням вхідних та вихідних продуктів обробки.

У розробленій схемі виробничий процес дозволяє одержати пектинові концентрати з високими якісними показниками. Для цього необхідно проаналізувати екологічні чинники, що повинні враховуватися в подальших дослідженнях процесів загальної технології пектинового концентрату.

Підприємство з виробництва пектину купує пектинвмісну сировину, кислоту, нейтралізуючий реагент. Вихідна сировина ретельно контролюється. Підприємство буде купувати вихідну сировину у передових переробних та хімічних підприємствах району чи

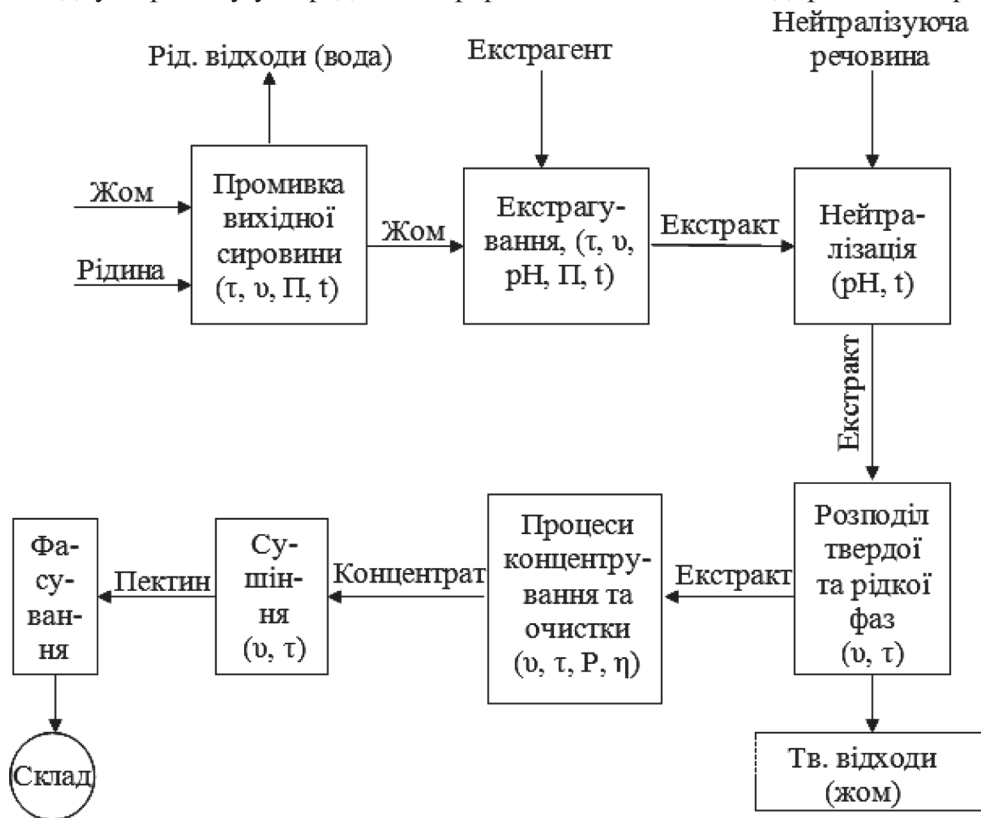


Рисунок 1 — Принципова схема одержання пектинового концентрату у виробничих умовах (складено автором на основі [7, 16])

області. У рослинній сировині контролюється наявність важких металів та інших домішок у лабораторії вхідного контролю.

Протягом технологічного процесу сировина та напівфабрикати не забруднюються. Все обладнання повинно бути виготовлене з нержавіючої сталі, скла та пластику.

Матеріали, з яких виготовлене технологічне обладнання, мають дозвіл санітарних органів на використання у харчовій промисловості. Крім дозволу, на все обладнання є паспорт, сертифікати, технічні умови та інші необхідні документи.

Технологічна лінія з виробництва пектину сертифікована, а заводська лабораторія атестована на проведення аналізів вхідного контролю.

Оскільки сировина екологічно чиста, не забруднюється під час технологічної обробки, а технологічний процес виробництва пектину дозволяє відрегулювати коливання складу вихідної сировини, отримуємо екологічно чисту продукцію.

Створення умов безперервності процесу одержання пектинового концентрату досягається під час проектування лінії, технологічні етапи якої будуть виключати затримки між початковими процесами обробки сировини та процесами обробки пектинвмісної суміші [9].

Висновки. Отже, загальний процес виробництва пектинового концентрату має низку питань, що можуть бути вирішені шляхом теоретичних та експериментальних досліджень. Тому на початку визначено закономірності вибору сировини та обрано раціональну технологію з урахуванням ресурсозбереження та енергоефективності. Надано опис одержаної схеми промислового виробництва пектинового концентрату із зазначенням параметрів процесів та відходів, що можуть бути використані надалі.

Список літератури

1. Ипатова Л. Г., Кочеткова А. А., Нечаев А. П., Тарасова В. В., Филатова А. А. Пищевые волокна в продуктах питания. *Пищевая промышленность*. 2007. № 5. С. 8–10.
2. Берегова І. Пектини й карагінани. *Харчова і переробна промисловість*. 2006. № 1. С. 26–27.
3. Воинова С. М., Крапивницкая И. О. Новая песня о старом, или снова о производстве пектина в Украине. *Пищевая промышленность*. 2006. № 6. С. 38–39.
4. Pertsevov, F., Savgira, Yu, Foshchan, A. (2005). Modifying additives in jelly products. Wroclaw ; Kiev, NUFT Publ., 259 p .
5. Хрундин Д. В., Романова Н. К., Решетник О. А. Пектин: основные и потенциальные возможности применения в пищевой промышленности. *Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий*. 2008. № 2. С. 32–35.
6. Донченко Л. В., Фирсов Г. В. Пектин: основные свойства, производство и применением : [монография]. М. : ДеЛи, 2007. 276 с.
7. Гузенко В. В. Удосконалення процесу виробництва пектинового концентрату та його апаратурне оформлення : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 . Харків, 2013. 156 с.
8. Гулий І. С., Купчик М. П., Богданов Є. С. та ін. Виробництво та використання пектину у харчовій промисловості (фруктові препарати, консерви, мармелади, джеми, желе, йогурти, пасти, соуси, кетчупи, компоти, десерти, напої). Х. : Шуста А. І., 2001. 120 с.
9. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Гузенко В. В. Проблеми впровадження технологій з виробництва пектину. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць, 2008. Вип. 1 (7). С. 317–322.
10. Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І. Технологія харчових продуктів. К. : НУХТ, 2003. 572 с.
11. Румянова Г. Н., Маркина О. А., Птичкина Н. М. Экстракция пектина из тыквенного жома с помощью отечественных ферментных препаратов. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2002. № 6. С. 33–35.
12. Лукин А. Л., Котов В. В. Свекловичный пектин: от поля до конечного продукта : [монография]. Воронеж : Истоки, 2005. 176 с.

13. Тамова М. Ю., Барашкина Е. В., Журавлев Р. А., Третьякова Н. Р. и др. Инновационные способы получения пектина из различных видов растительного сырья. *Новые технологии*. 2018. № 4 С. 25–27.
14. Phillips, G., Williams, P. (2009). Handbook of hydrocolloids. New York, Woodhead Publishing Limited, 1003 p.
15. Ильина И. А. Теоретические и экспериментальное обоснование технологии модифицированных пектинов : дисс. ... д-ра техн. наук : 05.18.01. Краснодар, 2001. 287 с.
16. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Гузенко В. В. Підбір та розробка нового обладнання для виробництва пектинових концентратів. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка «Сучасні напрями технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»*. 2014. Вип. 20. С. 144–149.
17. Грабишин А. С. О некоторых особенностях технологий производства пектина. *Новые технологии*. 2010. № 2. С. 30–34.

References

1. Ipatova, L., Kochetkova, A., Nechaev, A., Tarasova, V., Filatova, A. (2007). *Pishhevye volokna v produktah pitaniya* [Dietary fiber in food]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food industry], no. 5, pp. 8–10.
2. Beregova, I. (2006). *Pektyny u karahinany* [Pectins and carrageenans]. *Kharchova i pererobna promyslovishtva* [Food and processing industry], no. 1, pp. 26–27.
3. Voinova, S., Krapivnickaja, I. (2006). *Novaja pesnja o starom, ili snova o proizvodstve pektina v Ukraine* [A new song about the old, or again about the production of pectin in Ukraine]. *Pishhevaja promyshlennost'* [Food industry], no. 6, pp. 38–39.
4. Pertsevov, F., Savgira, Yu, Foshchan, A. (2005). Modifying additives in jelly products. Wroclaw ; Kiev, NUFT Publ., 259 p .
5. Hrundin, D., Romanova, N., Reshetnik, O. (2008). *Pektin: osnovnye i potencial'nye vozmozhnosti primeneniya v pishhevoj promyshlennosti* [Pectin: main and potential applications in the food industry]. *Izvestija Sankt-Peterburzskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyh i pishhevyyh tehnologij* [Bulletin of St. Petersburg State University of Low-Temperature and Food Technologies], no. 2, pp. 32–35.
6. Donchenko, L., Firsov, G. (2007). *Pektin: osnovnye svoystva, proizvodstvo i primeneniye* [Pectin: main properties, production and applications]. Moscow, Delhi, 276 p.
7. Guzenko, V. (2003). *Udoskonalennyya processu vyrobnyctva pektynovogo koncentratu ta jogo aparaturne oformlennyya* [Improvement of the process of production of pectin concentrate and its hardware design. PhD dissertation in Engineering sciences]. Kharkiv, 156 p.
8. Hulyi, I., Kupchuk, M., Bogdanov, Ye. et. all. *Vyrobnytstvo ta vykorystannia pektynu u kharchovii promyslovosti (fruktovi preparaty, konservy, marmelady, dzhemy, zhele, yohurty, pasty, sousy, ketchupy, kompoty, deserty, napoi)* [Production and use of pectin in the food industry (fruit preparations, canned food, marmalades, jams, jellies, yogurts, pastes, sauces, ketchups, compotes, desserts, drinks)]. Kharkiv, Shusta A. I. Publ., 120 p.
9. Deynychenko, G. V., Maznyak, Z. O., Guzenko, V. (2008). *Problemy vprovadzheniya texnologij z vyrobnyctva pektynu* [Problems of introduction of pectin production technologies]. *Progresyvni tehnika ta texnologiyi xarchovykh vyrobnyctv restorannogo gospodarstva i torgivli* [Progressive techniques and technologies of food production of restaurant economy and trade], no. 1 (7), pp. 317–322.
10. Domaretskyi, V., Ostapchuk, M., Ukrainets, A. (2003). *Tehnologiya xarchovykh produktiv* [Food technology]. Kiev, NUFT Publ., 572 p.
11. Rumyanova, G., Markina, O., Ptichkina, N. (2002). *Jekstrakcija pektina iz tykvennoho zhoma s pomoshh'ju otechestvennykh fermentnykh preparatov* [Extraction of pectin from pumpkin pulp using domestic enzyme preparations]. *Hranenie i pererobka sel'hozsyra* [Storage and processing of agricultural raw materials], no. 6, pp. 33–35.

12. Lukin, A., Kotov, V. (2005). *Sveklovichnyj pektin: ot polja do konechnogo produkta* [Beet Pectin: from the field to the final product]. Voronezh, Istoki Publ., 176 p.
13. Tamova M. Yu., Barashkina E. V., Zhuravlev R. A., Tretyakova N. R. et al. (2018). *Innovacionnye sposoby poluchenija pektina iz razlichnyh vidov rastitel'nogo syr'ja* [Innovative methods for producing pectin from various types of plant materials]. *Novye tehnologii* [New technologies], no. 4, pp. 25–27.
14. Phillips, G., Williams, P. (2009). *Handbook of hydrocolloids*. New York, Woodhead Publishing Limited. 1003 p.
15. Ilyina, I. (2001). *Teoreticheskie i jeksperimental'noe obosnovanie tehnologii modificirovannyh pektinov* [Theoretical and experimental substantiation of the technology of modified pectins. Grand PhD dissertation in Engineering sciences]. Krasnodar, 287 p.
16. Deynychenko, G. V., Maznyak, Z. O., Guzenko, V. (2014). *Pidbir ta rozrobka novogo obladnannja dlja virobnictva pektinovyh koncentrativ* [Selection and development of new equipment for the production of pectin concentrates]. *Visnik Harkivskogo nacional'nogo tehnicznego universitetu silskogo gospodarstva im. Petra Vasilenka «Suchasni naprjamki tehnologii ta mehanizacii procesiv pererobnih i harchovyh virobnictv»* [Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture Petro Vasylenko «Modern directions of technology and mechanization of processes of processing and food production»], uss. 20. pp. 144–149.
17. Grabishin, A. (2010). *O nekotoryh osobennostjakh tehnologij proizvodstva pektina* [About some features of pectin production technologies]. *Novye tehnologii* [New technologies], no. 2, pp. 30–34.

Objective. *Determination of areas for further research on the production of pectin concentrate by analysis of modern production technologies and varieties of pectin.*

Methods. *An exemplary schematic diagram of the production of pectin concentrate is proposed taking into account modern requirements of the processing industry and in compliance with the environmental friendliness of production processes.*

Results. *Analytical studies have shown that the introduction of them (in particular pectin product) into various food products makes it possible to reduce the deficiency of dietary fiber in the nutrition of the population. However, today the industrial production of pectin products is not sufficiently developed, which is associated with the imperfection of technological lines. The patterns of the choice of raw materials for further research on the production of pectin concentrates are determined. A detailed analysis of the existing pectin production schemes is presented and the rational choice of technology is justified taking into account resource conservation and energy efficiency. The description of the obtained scheme for the industrial production of pectin concentrate with the indication of process parameters and waste is presented. The environmental factors that determine the prospects of implementing the proposed scheme in industry for the production of high-quality environmentally friendly pectin concentrate are analyzed.*

The results can be used later in the formation of theoretical and experimental studies of the processes of extraction of pectin substances, concentration and purification of pectin extracts and drying of the finished product of the general technology for producing pectin concentrates. The above information can be used in the design of technological and technical solutions with the subsequent implementation of the developed technological line at agricultural processing plants.

Keywords: *pectin, concentrate, technology, raw materials, production.*