

Про перспективи розвитку пектинового виробництва в Україні

О.В. Грабовська, доктор технічних наук, професор кафедри технології цукру та підготовки води, Національний університет харчових технологій

Г.С. Пастух, асистент кафедри технології цукру та підготовки води, Національний університет харчових технологій

В статті проаналізовано способи отримання пектину з вітчизняної вторинної рослинної сировини і показано актуальність впровадження технології пектину та пектинопродуктів у виробництво на території України.

Ключові слова: пектин, вторинна сировина, гідроліз, буряковий жом, яблучні вичавки, картопляна мезга.

The article analyzes the ways of obtaining pectin from secondary plant raw materials and shows the relevance of introducing pectin and pectin products into production in Ukraine.

Key words: pectin, secondary raw materials, hydrolysis, beet pulp, apple pomace, potato pulp.

Пектин – один із самих поширених природних полісахаридів, що містяться в рослинній сировині – корене- і бульбоплодах, овочах, фруктах, ягодах. Завдяки здатності до структуроутворення пектин є одним із найважливіших продуктів на ринку гідроколоїдів. З хімічної точки зору пектин – це високомолекулярний полісахарид, основний ланцюг якого складається з залишків Д-галактуронової кислоти. Як біополімер, пектин має унікальні властивості, що обумовлюють його широке використання у різних сферах людської діяльності.

В харчовій промисловості пектин використовують для підвищення в'язкості (як поліелектроліт з довгим молекулярним ланцюгом) та утримання вологи, в якості емульгатора, стабілізатора, згущувача (при виготовленні фруктових сиропів, соусів), драглеутворювача (при виготовленні мармеладу, зефіру, желе) [4, 9].

Останніми роками збільшується зацікавленість у фізіологічних та фармакологічних властивостях пектину, швидкими темпами зростає його застосування як фармакологічного засобу [8]. Пектинові речовини позитивно впливають на перистальтику кишківника, нормалізують вуглеводний та ліпідний обмін, зменшують концентрацію глюкози в крові. Крім того, вони проявляють радіопротекторну та антиоксидантну здатність, мають унікальні детокси-

каційні властивості, щодо солей важких металів, інших отруйних хімічних речовин. Пектини здатні зв'язувати іони Плюмбуму, Кадмію, радіонукліди з утворенням водорозчинних сполук, що не всмоктуються через стінки кишок і виводяться з організму. Тому харчові гідроколоїди на сьогодні є чи не єдиними стабільними надійними та доступними засобами захисту людини в умовах постійного накопичення токсичних речовин у довкіллі.

Згідно з кон'юнктурним аналізом ринку 85% світового виробництва пектину приходить на компанії CP Kelco (США), Cargill (США), Danisco (Данія), Obipektin (Швейцарія), Herbsteith & Fox (Німеччина). У невеликій кількості пектин виробляють Китай та Японія. Світовий об'єм виробництва пектину складає приблизно 80000 тонн на рік, при цьому об'єм продажу сягає 365 млн євро на рік [4]. Слід зазначити, що технології виробництва пектину закордонними компаніями становлять абсолютну комерційну таємницю, що виражається у вищому ступені режимної секретності безпосередньо підприємств - виробників пектину (мова йде про новітні виробничі потужності) [1]. Промисловість виробляє в основному високоетерифіковані та амідовані пектини з цитрусової, яблучної та бурякової сировини. Загальний об'єм виробництва високоетерифікованого пектину становить 80% загально-го ринку пектину.

Оптові ціни на пектин залежать від вартості вихідної сировини, якісних та технологічних характеристик пектину:

– високоетерифікований пектин – 7,9-11 доларів США за кг;

– низькоетерифікований пектин – 9,9-14,9 доларів США за кг.

З кожним роком попит на пектин зростає. Основними світовими споживачами пектину є компанії Nestle, GlaxoSmithKline, Danone, Kellogg's, Unilever, Parmalat, Barilla.

На сьогодні Україна не має власного промислового виробництва пектину і практично весь пектин, що використовується вітчизняними підприємствами, імпортного походження, проте є усі передумови для його розвитку. Дві найголовніші умови – це достатня сировинна база і високі фізико-хімічні показники пектину з наявної сировини, а також потужна наукова база в галузі технології пектину з рослинної сировини. Для України такою сировиною може бути буряковий жом (вторинна сировина цукрового виробництва), яблучні, виноградні та гарбузові вичавки (відходи сокового, виноробного та консервного виробництва), суцвіття соняшнику.

Технологія пектину базується на використанні вторинної сировини, і, таким чином, з одного боку вирішує питання утилізації відходів, а з іншого – дефіциту пектину.

Перші пектинові виробництва були засновані на переробленні яблучної та цитрусової сировини. Відомі технології виробництва пектину з бурякового жому, суцвіття кошиків соняшнику, корбочок бавовни та іншої пектиновмісної сировини. Цінною сировиною для одержання пектину поряд із яблучними вичавками є буряковий жом. З усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують в цукровому виробництві. Відходи жому становлять 83,0% до маси переробленого буряка (65–70 млн тонн на рік).

Основи технології пектину з бурякового жому були закладені в працях вчених: Зуєва, Захарова, Сіліна, Літвака, Барабанова, Нахмановича, Глікмана, Гапоненкова, Сосновського, Бобрівника, Карповича. Пектин із бурякового жому менш придатний для використання у кондитерських виробках (мармелад, зефір та ін.), але надто цінний як природний комплексоутворювач.

Якщо звернутись до розрахунків, то з однієї тонни сирого бурякового жому можна отримати в середньому 12 кг пектину, а щоб виробити 35 тисяч тонн, тобто задовольнити потребу всьо-

го населення України, необхідно близько трьох мільйонів тонн сировини. Це становить приблизно 5% від середнього щорічного врожаю коренеплодів в Україні.

Слід зазначити, що виробництво пектину з бурякового жому потужністю 20 тонн пектину на рік було засноване в Радянському Союзі ще у 1951 році на Нальчицькій кондитерській фабриці. А з 1964 року в м. Краснодар успішно працював пектиновий завод на буряковому жомі. Пектин із бурякового жому виробляється також деякими закордонними фірмами (Канада, Німеччина).

У 1989 році в м. Гайсин Вінницької області було організоване експериментальне виробництво пектину з бурякового жому потужністю 150 тонн на рік. Однак експлуатація його була призупинена через відсутність необхідних капіталовкладень для завершення технологічної схеми і технологічного обладнання.

Великі енерговитрати, у тому числі на висушування бурякового жому, невідповідність якості сухого жому вимогам пектинового виробництва, а також недосконалі технічні рішення не дали змоги виробляти конкурентоздатний пектин [4, 5].

З літературних джерел відомо, що у пектиновому виробництві використовується як свіжий, так і висушений буряковий жом. Типова промислова технологія пектину, в тому числі і бурякового, базується на кислотно-термічному гідролізі сировини і складається умовно з чотирьох основних груп процесів. Перша з них включає підготовку сировини, гідроліз-екстрагування пектину, очищення і концентрування пектинового екстракту. До другої слід віднести процеси виділення пектину з рідкої фази і отримання у вигляді сухого продукту та його стандартизацію. Схеми виробництва передбачають отримання пектину з різними властивостями, що обумовлює третю групу процесів: додаткове очищення пектинового екстракту і коагуляту при різних технологічних параметрах до досягнення заданих показників швидкості драглетування та здатності до комплексоутворення. У четверту групу об'єднані процеси регенерації етилового та/або ізопропілового спиртів, що застосовуються для коагуляції пектину в процесах другої групи та утилізації або зневоднення твердих відходів або стоків пектинового виробництва, для якого характерне велике паро- та водоспоживання [5].

Вченими Національного університету харчових технологій розроблено технологію пектину з біохімічно підготовленої бурякової сировини, відмінність якої полягає у бродінні подрібнених коренеплодів з подальшим кислотно-термічним гідролізом. Даний процес проводять з метою максимального видалення цукрів. Блок-схему розробленої технології наведено на **рис.1** [5].

Автори Федорусь Ю.В. та Поліщук М.С. [7] проаналізували кілька прогресивних технологій отримання бурякового пектину, що виключають недоліки традиційних способів. Однією з таких є технологія, що включає заморожування та дефростацію бурякового жому в кислому середовищі і осадження пектину етанолом. Даний спосіб дає змогу отримати вихід цільового продукту з високою драглеутворювальною здатністю на рівні 30%. Недоліки способу: труднощі освоєння, відсутність спеціального технологічного устаткування, енергоємність процесу, висока собівартість, необхідність використання кислоти та етанолу.

Драглеутворювальна здатність бурякового пектину дещо гірша, ніж яблучного та цитру-

сового, проте значно вищі показники комплексоутворення з іонами важких металів, що дуже важливо для медицини та продуктів оздоровчо-профілактичного призначення. Для порівняння, у бурякового пектину при рН 5,0 комплексоутворювальна здатність дорівнює 505,0 Pb^{2+} мг/г, а у яблучного пектину – 312,3 Pb^{2+} мг/г [4].

Іншою доступною сировиною для України є яблучні вичавки. Вміст пектинових речовин в яблучних вичавках коливається від 5 до 15%. Використовують яблучний пектин зазвичай у кондитерській промисловості завдяки високій драглеутворювальній здатності. У 1970-1973 роки було введено в експлуатацію три пектинових заводи потужністю 300 тонн/рік яблучного пектину (Бендерський і Калінінський у Молдові, Барський в Україні), технологія і обладнання для яких були закуплені у Болгарії.

Особливості виробництва яблучного пектину наступні [4, 12]. Сухі яблучні вичавки перед процесом гідролізного екстрагування пектинових речовин тричі промивають водою при температурі 30-35 °С. Для одержання пектину з низькою швидкістю драглеутворення промивають сиро-

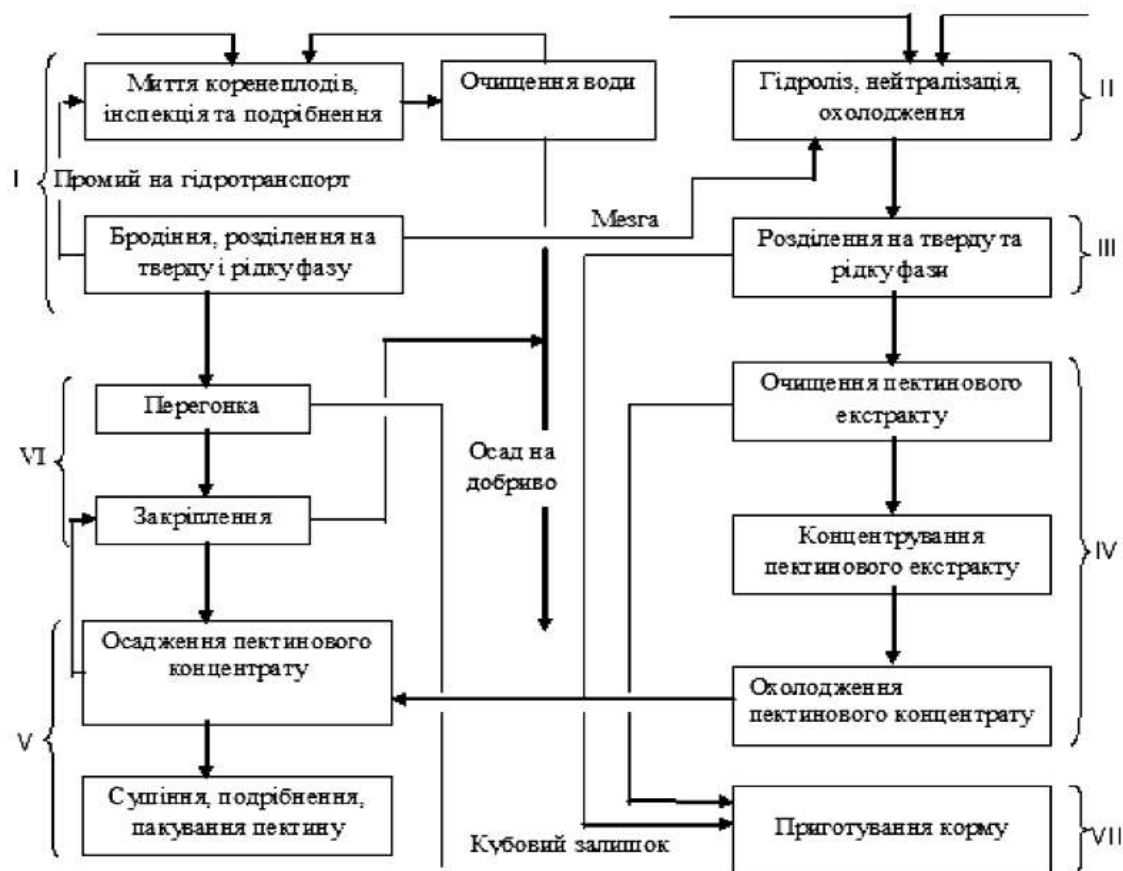


Рис. 1. Блок-схема виробництва бурякового пектину та пектиновмісних кормів [5]

вину водою при температурі суміші 55-60 °С. Гідролізне екстрагування пектину проводять водним розчином азотної кислоти при рН 1,5-2,0, температурі гідролісної суміші 70-80 °С, співвідношенні сировини й екстрагента 1:10 протягом 3-3,5 год в екстракторі періодичної дії. Після закінчення процесу на спеціальних пресах відокремлюють А-екстракт. Відпресовані яблучні вичавки знову вивантажують в екстрактор, заливають водою температурою 45-50 °С у співвідношенні 1:13 і проводять повторне екстрагування пектинових речовин протягом 1,5-2 годин. Одержаний на пресах В-екстракт змішують з А-екстрактом і відстоюють протягом 2-4 год для відокремлення механічних домішок. Відстояний екстракт пропускають через сепаратори і фільтрують на кізельгуровому фільтрі.

Концентрування екстракту проводять на двокорпусних вакуум-випарних установках безперервної дії. Температура продукту в першому корпусі не повинна перевищувати 70-75, у другому – 45 °С. Вміст сухих речовин у концентраті становить 6-7%, концентрація осаджуваних спиртом пектинових речовин – 2,5-3,5%, рН концентрату – 1,7-2,2. Одержаний концентрат охолоджують до 25 °С на пластинчастих теплообмінниках. Осадження пектинових речовин проводять етиловим технічним або ректифікованим спиртом міцністю 90-95% об. Об'ємна частка спирту на один об'єм пектинового концентрату становить три частини. Для запобігання осадженню разом з пектином мінеральних домішок процес проводять при рН 1,7-1,9. Одержаний пектиновий коагулят вологістю 70-75% подається на промивання спиртом міцністю 70% у співвідношенні 1:8. Друге промивання проводиться також спиртом міцністю 90-95% у співвідношенні 1:8. Пектин висушують при температурі 55-60 °С протягом 2-3 годин [12].

На деяких технологічних лініях пектин виробляють як із свіжих, так і з висушених яблучних вичавок. Останні подрібнюються на дробарці і конвеєром надходять в екстрактор. Гідроліз відбувається гарячою водою підкисленою сірчистою кислотою (температура в екстракторі 80-90 °С, рН=2-3,5, співвідношення фаз 1:4,5). При цьому екстрагуються розчинні речовини. Після розділення твердої і рідкої фракцій тверду фракцію пресують, а рідку обробляють у збірнику ферментними препаратами і залишають при 45-50 °С на 0,5-1 год. для ферментації. Для видалення барвників та ароматичних речовин в екстракт

додають 0,3-0,5% активованого вугілля, яке потім відфільтровують. У фільтрат додають кізельгур і суміш уварюють у вакуум-апараті при температурі не вище 60 °С.

Пектиновий розчин осаджують 95% етиловим спиртом підкисленим соляною кислотою до концентрації 0,3%. Осад пектину у вигляді волокнистої маси фільтрують на нутч-фільтрі, сушать у барабанній вакуум-сушарці та подрібнюють. Спирт регенерують для повторного використання. За розрахунком з 2 тонн сухих яблучних вичавок можна одержати 100 кг сухого пектину. Для цього потрібно 75 л спирту-ректифікату, 2 кг сірчистої ангідриду, 9 кг хлоридної кислоти, 0,6 кг кізельгуру [13].

У 70-х роках минулого століття в Україні працював пектиновий завод (м. Бар, Вінницька обл.) по виробництву саме яблучного пектину, загальна проектна потужність 900 тонн/рік. Але, через недостатнє вивчення комплексного перероблення сировини, невисокої якості самої сировини, період роботи заводу становив в середньому 5-6 місяців, а використання яблучних вичавок на виробництво пектину з драглеутворювальними властивостями становило 9-20%, все це призвело до закриття пектинового виробництва [4].

Доступною пектиновмісною сировиною в Україні є виноградні вичавки. Незалежно від технології промислової переробки винограду накопичується значна кількість вичавок, але в основному це відходи виноробства. Переробка виноградних вичавок є досить складним технологічним процесом. Вихідна вологість виноградних відходів залежить від якості останнього віджиму і може коливатися від 50 до 60% [4]. Виноградний пектин вивчений не так добре як цитрусовий чи яблучний, досліді в даній області залишаються актуальними і сьогодні. З аналізу літературних даних відомо, що вміст пектинових речовин у виноградних вичавках коливається від 1 до 4%. Гідроліз протопектину виноградної сировини здійснюють за наступних параметрів: рН 1,1 – досягається за рахунок внесення хлоридної кислоти, гідромодуль 1:5, температура 70°C за тривалості процесу 4 год. Вихід пектину становить від 4,15 до 7,0% [4]. Також розроблена технологія гідролізу виноградних вичавок для отримання пектинопродуктів з використанням у якості гідролізуючого реагенту лимонної кислоти, при рН = 3,0, тривалості процесу 55 хвилин та температурі 70 °С. Отриманий таким способом пектин є високоетерифіко-

ваним зі ступенем етерифікації 61,0-63,0% [11].

Основна проблема, яка виникає на шляху повного використання вичавок, є їх висока вологість та необхідність їх якнайшвидшої переробки, щоб виключити розвиток цвілевих грибів і запобігти псуванню.

В Україні деякі підприємства (ТОВ «Асоціація дитячого харчування», ФХ «Владам», ВАТ «Вінніфрут» та ін.) з м'якоті гарбуза отримують сік, що використовують у харчовій промисловості. У результаті утворюється значна кількість відходів у вигляді гарбузових вичавок, що містять різноманітні біологічно активні речовини (вітаміни, вуглеводи, полісахариди, жирні кислоти тощо) і можуть служити перспективним джерелом їх одержання. Однак на сьогодні гарбузові відходи на підприємствах утилізують (вичавки з м'якоті викидають, шрот з насіння інколи використовують на корм худобі) [3]. З аналізу літературних джерел відомо, що масова частка пектинових речовин у гарбузі коливається від 10 до 20%. Технологія гарбузового пектину, як і виноградного, потребує додаткового вивчення та удосконалення.

Параметри гідролізу гарбузової сировини за літературними даними: температура 70-75°C, рН 1,6-1,8; тривалість гідролізу – 1 год. Пектин отриманий з гарбузової сировини є високоетерифікованим та відповідає вимогам харчової промисловості. Таким чином, враховуючи високу харчову цінність гарбуза, а саме високий вміст каротиноїдів, вітамінів дедалі частіше розглядають ефективність використання гарбуза для отримання пектинопродуктів [4, 6], а також займаються вивченням переробки гарбузових відходів для отримання лікарських засобів на їх основі вчені-фармацевти [3].

Останнім часом значна увага приділяється виробництву соняшникового пектину через те, що він дешевий і має гарні якісні показники. Цей пектин високомолекулярний, низькоетерифікований, має низьку зольність і добре піддається очищенню. Соняшниковий пектин може утворювати міцні еластичні драгли при значно менших концентраціях цукру і більш високих значеннях рН (5,5-6,0), що дає можливість використовувати його для виробництва низькокалорійних продуктів з нейтральним (не кислим) присмаком [10].

Промислове виробництво саме соняшникового пектину зосереджено в Німеччині для потреб парфюмерної і косметичної промисловостей [4].

Основна технологічна схема виробництва соняшникового пектину наступна. Подрібнені суцвіття соняшника промивають і направляють у екстрактор. Гідроліз-екстрагування пектину проводять хлоридною кислотою у кількості 0,4%, гідромодуль процесу 1:15 (16) при температурі 80 °C протягом 1-1,5 год. По закінченні процесу гідролізу рідку фазу відокремлюють, сепарують, фільтрують, охолоджують і направляють для осадження [4]. Для соняшникового пектину характерна самокоагуляція за рахунок високого вмісту полівалентних металів. Для осадження соняшникового пектину використовують хлорид алюмінію при рН 3,4-3,8. Отриманий таким способом пектин має високий вміст галактуронової кислоти 70-73%. Відомо також отримання пектину з соняшnikової сировини в присутності кристалічної щавлевої кислоти з поєднанням ферментативного гідролізу пектолітичними ферментами. При використанні ферментних препаратів пектолітичної дії не відбувається самокоагуляція пектину, що пояснюється зменшенням вмісту низькомолекулярних пектинових речовин у розбавленому кислотному екстракті. Слід підкреслити, що попереднє оброблення сировини суттєво впливає на фізико-хімічні та органолептичні властивості пектину, а саме, зникає смолянистий запах, зменшується жовте забарвлення пектинового порошку, підвищується вихід пектину при осадженні саме етиловим спиртом.

Дедалі частіше виробники використовують ферментні препарати для отримання пектину, тим самим зменшуючи використання мінеральних кислот. Слід зазначити, що гіганти пектинового виробництва виділяють значні кошти для досліджень у цьому напрямку.

Нами був запропонований спосіб отримання пектину з картопляної мезги [2], що є відходом картоплекрохмального виробництва. Спосіб отримання пектину з картопляної мезги, передбачає промивання картопляної мезги, відокремлення мезги від промивних вод (пресування), ферментативний у поєднанні з кислотно-термічним гідролізом-екстрагуванням пектинових речовин, відокремлення пектинового екстракту, нейтралізацію, осадження пектину етиловим спиртом, відокремлення коагуляту, зневоднення і висушування пектину. Після промивання та відокремлення мезги від промивних вод проводять двохстадійний ферментативний гідроліз: на першій стадії

– комплексним ферментним препаратом целюлолітичної дії при температурі 45-50°C, рН 6,0 протягом 3 год., додаючи ферментний препарат у кількості 32-40 од. ЦЛА/г СР при гідромодулі 1:8-10, на другій стадії – ферментним препаратом бактеріальної α -амілази при температурі 72-75°C, рН 6,0 протягом 40 хв, додаючи фермент у кількості 650-700 од. АМА/г СР, а кислотнотермічний гідроліз-екстрагування картопляної мезги проводять в присутності хлоридної кислоти за температури 72-75°C, рН гідролізної суміші 1,4-1,6 протягом 70-75 хв. Ступінь етерифікації картопляного пектину отриманого таким способом становить 47-55%, вміст уронідної складової – 42-50%. Перероблення картопляної мезги, яка у великій кількості утворюється після вилучення крохмалю на картоплепереробних підприємствах, на пектин і пектинопродукти є перспективним напрямком розвитку пектинового виробництва в Україні.

Висновок

Огляд технологій пектину і сировинних ресурсів, необхідних для його отримання показав, що Україна має усі можливості для відродження власного пектинового виробництва і зменшення кількості дорогого імпортованого пектину. Виробництво пектину в Україні вирішить проблему утилізації вторинних відходів харчових підприємств і забезпечить населення цінним продуктом, що буде сприяти профілактиці хронічних інтоксикацій, шляхом виведення з організму радіонуклідів, що накопичуються, солей важких металів, пестицидів та ін. і оздоровленню населення. Для цього є достатня сировинна та наукова база. ■

Список використаних джерел

1. Гніцевич В.А. Обґрунтування доцільності використання ферментних препаратів у технологіях переробки рослинної пектиновмісної сировини / В.А. Гніцевич, А.В. Слащева М.В Іващенко // Вісник ДонНУЕТ. – 2014 – № 1(61) – С. 37-45.

2. Грабовська О.В., Пастух Г.С, Кушнір О.В. винахідники; Національний університет харчових технологій МОН України., патентовласник. Спосіб отримання пектину з вторинної картопляної сировини. Патент України на винахід № 114384. 2017 Трав. 25.

3. Дегтярьова К. О. Використання продуктів комплексної переробки відходів виробництва соку гарбуза для створення нових лікарських засобів : дис. ... кандидата фарм. наук : 15.00.03 / Дегтярьова Катерина Олександрівна. – Харків, 2015. – 157 с.

4. Донченко Л. В. Фирсов Г. Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

5. Кушнір О.В. Розроблення ефективної технології пектину із коренеплодів цукрових буряків: дис. ... канд. тех.наук: 05.18.05 / Олена Володимирівна Кушнір; НУХТ. – К., 2012. – 134 с.

6. Маркина О. А. Получение пектина из тыквы с помощью ферментов микробного происхождения: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.23 / Маркина Ольга Александровна – Саратов, 2005. – 143 с.

7. Федорусь Ю. В., Поліщук М.С. Обґрунтування оптимального способу отримання пектину з бурякового жому / Ю. В. Федорусь, Поліщук М.С. // Сільськогосподарські машини –2013. – № 26. –113-119.

8. Хотимченко Ю. С. Полисорбовит / Ю. С. Хотимченко М. В. Одинцова В. В. Ковалев. – Томск, Изд-во НТЛ, 2001. – 132 с.

9. Шышацкий Ю. И., Голубятников Е.И. Техника сушки пектинового растительного сырья – свекловичного жома / Ю.И. Шышацкий, Е. И. Голубятников // Вопросы современной науки и практики. университет им. В.И. Вернадского – 2011. – №1(32). – С. 391 - 402.

10. <https://studfiles.net/preview/5647527/page:7>.

11. https://www.ipdo.kiev.ua/files/articles/vinogradni_vichavki_.doc.

12. <http://1snau.ru/tehnologiya-brodilnix-virobnictv>.

13. <http://buklib.net/books/30813>.