

УДК 634.11/12:66.061.3:664.29:613.63

ДИНАМІКА ЛУЖНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН ЗІ СВІЖИХ ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ЛУГАМИ

І. В. Москалюк

Одеський державний аграрний університет

В. М. Пуріч

Одеський національний політехнічний університет

Проблеми, пов'язані з раціональним використанням сировинних ресурсів, засновані на комплексній переробці рослинної сировини, а також вдосконаленням існуючих і розробкою нових прогресивних технологій є актуальними. Виникає питання необхідності проведення досліджень щодо поліпшення охорони праці та техніки безпеки при роботі з лугами та вдосконалення протипожежних заходів у приміщеннях, де використовуються хімічні речовини. На соки і напої в Україні переробляється більше за 500 тис. т. яблук, при цьому утворюється біля 150 тис. т. вичавок із вмістом пектинових речовин 1...2%. Розробка дієтичних і лікувально-профілактичних продуктів харчування, які спроможні підвищувати опір організму до впливу негативних факторів навколишнього середовища, особливо для населення, що проживає в регіонах з підвищеним рівнем забруднення радіонуклідами і важкими металами, відноситься до актуальних задач сучасної науки про харчування. Пектинові речовини здатні утворювати комплекси з важкими металами і радіонуклідами та виводити їх з організму. В теперішній час пектинові речовини отримують з сухих яблучних вичавок методом кислотного і ферментативного гідролізу. Застосування цих технологій дозволяє вилучити пектинові речовини, що містяться в міжклітинках рослинної тканини, не торкаючись протопектину серединних пластинок. Перехід від кислотного та ферментативного гідролізу протопектину до лужного значно спростить технологічну схему виробництва, апаратурне оформлення, підвищить ефективність виробництва, дозволить переробляти свіжі яблучні вичавки безпосередньо на консервних заводах з метою використання їх при виробництві консервованої продукції. В даній роботі розглянута динаміка лужної екстракції пектинових речовин зі свіжих яблучних вичавок при різних значеннях рН (9...12), наведена характеристика отриманих препаратів пектинових речовин. Виявлено оптимальне співвідношення вичавок та води, встановлено вихід пектинового екстракту при різних гідромодулях, наведена технологічна схема отримання пектинового екстракту з свіжих яблучних вичавок. Також приведена техніка безпеки при роботі з лужениною.

Ключові слова: охорона праці, техніка безпеки, пожежна безпека, пектин, лужний гідроліз, екстракт, в'язкість, драглеутворююча здатність.

Вступ. Пектинові речовини являються важливими полісахарідними компонентами в продуктах харчування, які забезпечують нормальний обмін мікро- і макроелементів, холестерину в організмі людини. Пектинові речовини здатні утворювати комплекси з важкими металами і радіонуклідами та виводити їх з організму. Раціональне використання відходів рослинної сировини дає можливість збільшити виробництво якісних, біологічно цінних харчових продуктів. Дотримання техніки безпеки при роботі зі шкідливими речовинами збереже здоров'я працівників та збільшить продуктивність праці.

Проблема. Переробка вичавок як вторинної сировини для отримання пектину пов'язана з їх сушінням, транспортуванням на спеціалізовані підприємства заради вилучення пектинових речовин, що призводить до значних енерговитрат, пожежної небезпеки, шкідливою дією технологічних операцій на здоров'я людини, а також підвищення вартості вироблюваної продукції з їх використанням. У зв'язку з цим, розробка технологій отримання пектинових речовин з відходів переробки яблук безпосередньо на консервних підприємствах з метою використання їх при виробництві консервованої продукції є актуальною.

Аналіз останніх досліджень за темою. Пропонуєма технологія відноситься до харчової промисловості, зокрема до отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини та використання його в консервній, кондитерській промисловостях з метою отримання драглеподібних продуктів. Відомий спосіб отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини використанням мацеруючих ферментних препаратів, які отримують з фільтратів мікроскопічних грибів, продуцируючих полігалактуроназу та протопектиназу [1,2,3]. Відомий спосіб отримання пектинових речовин від діяльності мікробних ферментних препаратів, які мають активний комплекс екзоцеллюлобіогідролази, ендо- та екзоглюканази, глюкозідази та ксиланази [4,5,6]. Відомий спосіб отримання пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок за рахунок теплової обробки при температурі 45-50°C, гідромодулі 1:10 протягом 20 хв [7]. Наведені способи виробництва желе з застосуванням високометоксильованого пектину мають ряд недоліків: 1) використання значної кількості цукру – до 60-65%; 2) процес драглеутворення відбувається тільки при певному рН середовища; 3) уварення продукції до вмісту сухих розчинних речовин 65-68%; 4) вміст пектину повинен бути коло 1%. Питання удосконалення охорони праці, техніки безпеки при роботі з лугами, хімічними речовинами недостатньо висвітлюються у літературних джерелах.

Мета досліджень: обґрунтувати та розробити енергозберігаючу, нешкідливу для здоров'я людини технологію отримання пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок у вигляді пектинового екстракту, які можливо отримувати безпосередньо на консервних підприємствах з метою використання їх при виробництві консервованої продукції.

Результати досліджень. В основу технології покладений такий спосіб отримання пектинових речовин з відходів рослинної сировини, в наслідок

якого шляхом зміни параметрів лужного гідролізу поліпшуються якісні та кількісні показники пектинового екстракту, а також зменшується час гідролізу. Поставлена мета вирішується тим, що в способі отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини, вилучення пектинового екстракту проводять методом лужного гідролізу, який дозволяє екстрагувати протопектин серединних пластинок. Пектинові речовини серединних пластинок являють собою Ca(Mg)-солі пектинових кислот, які нерозчинні у розчинах кислот і легко розчинні у слабких розчинах лугів. У лужних розчинах добре розчинні також пектинові речовини клітинних стінок. Механізм дії лугів на пектинові речовини проявляється в кількох напрямках: деетерифікація пектина з утворенням пектинових кислот (пектинатів) та розпад високополімерної молекули з утворенням низькомолекулярних продуктів [4,5]. Основа технології базується на властивостях протопектину вичавок переходити в розчинний стан в лужному середовищі (рН 8-12). При температурі 15-30°C протягом 1-100 хвилин в розчинах лугів (NaHCO₃; NaOH) відбувається розпад складноєфірних зв'язків полігалактуронана-основного полісахариду пектинових речовин рослинної сировини. Пропонуємий спосіб дозволяє отримати низькометаксиллований пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини з ступеню етерифікації 10-50%, що відкриває можливість при використанні їх на виробництві консервованої продукції знизити вміст цукру до 30-45%. Експериментально встановлені параметри отримання пектинових речовин: гідромодуль (ГМ), температура (t), рН, тривалість обробки. Переваги пропонуємої технології зрозумілі з подальшого ретельного опису способу виділення пектинового екстракту з відходів рослинної сировини. Свіжі яблучні вичавки отримані після вилучення соку, направляються в реактор з мішалкою, де їх змішують з водою у співвідношенні 1:0,5-1:2. Далі в екстрактор додається 20%-вий розчин гідрокарбоната натрія до рН середовища 8-12. Лужний гідроліз проводять при температурі 15-30°C протягом 1-100 хвилин при постійному перемішуванні. Далі мезга відпресовується на шнековому пресі та отриманий пектиновий екстракт нейтралізується 50%-вим водним розчином лимонної кислоти до рН 4,0-7,0. З метою встановлення гідромодулю екстракції пектинових речовин з відходів рослинної сировини проводили лужний гідроліз при температурі 20°C, рН 9, протягом 60 хвилин при гідромодулі 1:0,5-1:2. При гідромодулі менше 1 утворюється густа маса, яка погано віджимається за рахунок високої в'язкості. При гідромодулі більше 1, збільшується вихід пектинового екстракту з одночасним зниженням вмісту сухих речовин, що з практичної точки зору недоцільно. На основі проведених досліджень визначено, що оптимальним співвідношенням яблучних вичавок та води є гідромодуль 1. Оптимальне рН та подовження лужної екстракції пектинових речовин з відходів рослинної сировини встановлювали, змінюючи подовження екстракції від 1 до 100 хвилин. Отримані дані наведені в табл. 1,2,3,4,5. З наведених даних (табл. 4) при рН 12 через 3 хвилини вміст пектинових речовин в вичавках досягає 0,95%, при рН 10 через 5 хвилини – 1,1%, при рН 9 через 60

хвилин – 1,02%, при рН 8 через 100 хвилин – 1,02%. Дослідження якості екстрактів пектинових речовин показало, що найменшій декструкції піддаються пектинові речовини, отримані обробкою лугів при рН9 протягом 60 хвилин. Скорочення подовження обробки вичавок з збільшенням рН середовища до 10 та 12 призводить до зниження молекулярної маси, від якої залежить желуюча здатність пектинових речовин. Однією з важливих технологічних характеристик пектинових речовин є їх ступінь етерифікації та молекулярна маса, від яких залежить драглеутворююча здатність пектинових речовин. Вихід пектинових речовин (ПР) з певними структуроутворюючими властивостями наведені в таблиці 5. Для вилучення пектинових речовин використовували яблучні вичавки з загальним вмістом пектину $1,6 \pm 0,1\%$.

Таблиця 1. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 8.

Час, хв	Вільні карбоксильні групи, %	Метаксильовані карбоксильні групи, %	Загальна кількість карбоксильних груп, %	Ступінь етерифікації, % (СЕ)	Загальна кількість ПР, %	Молекулярна маса, Да
0	4,00	9,80	13,80	71,5	0,25	50500
20	4,57	9,23	13,80	66,5	0,42	49800
30	5,14	8,66	13,80	63,0	0,75	49200
60	5,70	8,10	13,80	56,0	0,95	48000
100	6,27	7,53	13,80	44,5	1,02	45750

Таблиця 2. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 9.

Час Хв	Вільні карбоксильні групи, %	Метаксильовані карбоксильні групи, %	Загальна кількість Карбоксильних груп, %	Ступінь етерифікації, % (СЕ)	Загальна кількість ПР, %	Молекулярна маса, Да
0	4,00	9,80	13,80	71,5	0,25	50500
10	4,40	9,40	13,80	65,5	0,58	49100
20	4,86	8,94	13,80	59,0	0,82	48000
30	5,15	8,65	13,80	53,5	0,98	47100
60	6,23	7,57	13,80	46,0	1,02	46000

Таблиця 3. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 10.

Час, Хв.	Вільні карб. гр., %	Метаксил. карб. гр., %	Загал. кіл карб. гр., %	С.Е., %	Загал кіл. ПР, %	Молекулярна маса, Да
0	4,00	9,80	13,80	71,5	0,25	50500
1	4,33	9,47	13,80	65,2	0,55	48500
2	4,65	9,15	13,80	59,0	0,78	47800

Подовження таблиця 3. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 10.

ЧасХ в.	Вільні карб. гр., %	Метаксил. карб. гр.,%	Загал. кіл карб. гр., %	С.Е.,%	Загал кіл. ПР,%	Молекулярна маса, Да
3	5,20	8,60	13,80	55,0	0,9	47300
4	5,60	8,20	13,80	51,0	1,025	46400
5	6,30	7,50	13,80	45,0	1,1	46800

Таблиця 4. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 12.

ЧасХ в.	Вільні карб. гр., %	Метаксил. карб. гр., %	Загал. кіл карб. гр., %	С.Е.,%	Загал кіл. ПР,%	Молекулярна маса, Да
0	4,10	9,70	13,80	71,0	0,25	50500
1	5,20	8,60	13,80	60,25	0,60	46000
2	6,30	7,50	13,80	49,50	0,77	41060
3	7,80	6,00	13,80	38,40	0,95	39600
4	9,30	4,50	13,80	27,30	0,98	35500
5	10,10	3,70	13,80	21,80	1,00	31400

Таблиця 5. Характеристика препаратів пектинових речовин, отриманих з свіжих яблучних вичавок при різних значеннях рН

Показники	рН 8, τ 100хв	рН 9, τ 60 хв	рН 10, τ 5 хв	рН 12, τ 3 хв
Масова доля ПР,%	1,02	1,02	1,1	0,95
Масова доля, % -вільних груп -COOH	6,27	6,23	6,30	7,80
-метаксильованих груп -COOCH ₃	7,53	7,57	7,50	6,00
Ступінь етерифікації,%	44,50	46,00	45,00	38,40
Молекулярна маса	45750	46000	45800	39600

Отриманий пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини має наступну характеристику: ступінь етерифікації 46%, вміст сухих речовин 8%, в'язкість 5,7 Па·с, драгледоподібна здатність 107°Т-Б, вміст пектинових речовин 1,4%, молекулярна маса 4600Да. Отриманий низькометаксильований пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини можливо використовувати при виробництві желе. Гідроксид натрію це їдка, токсична, корозійне активна речовина. За ступенем впливу на організм відноситься до речовин 2-го класу небезпеки. Тому при роботі з ним потрібно дотримуватись техніки безпеки. При потраплянні на шкіру, слизові оболонки та в очі утворюються сильні хімічні опіки. Потрапляння лугу в очі викликає незворотні зміни зорового нерву (атрофію) и, як наслідок, втрату зору. При контакті слизових оболонок з їдким лугом, необхідно промити вражену частину струменем води, а при

потраплянні на шкіру — слабим розчином оцтової або борної кислоти. При потраплянні їдкою натрію в очі слід негайно промити їх спочатку слабким розчином борної кислоти, а потім водою [8,9]. При роботі з їдким натром рекомендуються наступні захисні засоби: хімічні брызгозахисні окуляри для захисту очей, гумові рукавички чи рукавички з прогумованою поверхнею для захисту рук, для захисту тіла — хімічно стійкий одяг, просочений вінілом або прогумовані костюми. Гранично допустима концентрація гідроксид натрію у повітрі 0,5 мг/м³. Рекомендується їсти та зберігати їжу тільки в спеціально відведених місцях; зберігати харчові продукти, у тому числі й молочні, що видаються на підприємстві, у холодильниках, які використовуються тільки для зберігання продуктів. Перед тим, як вийти на технологічну перерву (для відпочинку, паління або з інших причин), потрібно вимити з милом руки, обмити обличчя та прополоскати ротову порожнину питною водою; після закінчення роботи вимити з милом забруднені частини тіла або прийняти душ, прополоскати ротову порожнину питною водою. Також працюючі робітники повинні виконувати вимоги правил пожежної безпеки, знати місця розташування засобів пожежогасіння, знати порядок їх використання та вміти ними користуватися відповідно до інструкції з пожежної безпеки [8,9]. На основі проведених досліджень розроблена нова технологія отримання пектинового екстракту з свіжих яблучних вичавок з технологічними властивостями, які дозволяють його використовувати при виробництві драглеутворюючих продуктів. Також наведено рекомендації щодо безпечного використання лугів.

Висновки. Отриманий пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини може бути використаний у харчовій промисловості для отримання харчових продуктів загального використання та лікувально-профілактичного призначення. При виконанні вимог щодо охорони праці, техніки безпеки при роботі з лугами, правил пожежної безпеки у працівників будуть створені здорові та безпечні умови праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Драганова Е. И., Колесниченко А. И., Левинца Ю. А. Применение ферментативного катализа в производстве пюреобразной продукции из растительного сырья // Пищ. пром-сть.-1997.-№12.-с.15-17.
2. Салманова Л. С., Филонова Г. Л., Соболевская Т. Н. Применение ферментативного катализа в производстве плодово-ягодных, овощных соков и экстрактов из растительного сырья // Хранение и перераб. сельхозсырья.-1995.-№2.-с.38-40.
3. Гребешова Р. Н., Виноградова Г. Л. Гнатенко А. Г. Эффективность ферментативного гидролиза в технологии получения пектина // Хранение и перераб. сельхозсырья.-1996.-№1.-с.34-35.
4. Редько А. В. Основы фотографических процессов. — 2-е изд.. — СПб.: «Лань», 1999. — 512 с. — (Учебники для ВУЗов. Специальная литература). — 3000 экз. — ISBN 5-8114-0146-9.
5. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.

6. Ачмиз А.Д. Осаждение пектина из раствора вращающимся электрическим полем / А.Д. Ачмиз, А.М. Богус // Вестник РАСХН. 2003.- № 3. -С.78-79.
7. Бакирь В.Д. Извлечение пектина из яблочных выжимок / В.Д. Бакирь, А.А. Поезжаева, Л.Д. Корнеева // Пищевая промышленность. 1994. - №11. -С.9-10.
8. Охорона праці в галузях сільського господарства: Навч. Посіб./ І. П. Осадчук, М. М. Сакун, П. І. Осадчук, Т. В. Столярова: ОДАУ/ Кафедра БЖД.-Одеса: «Видавництво Барбашин»,2007.-480 с.
9. Докторов А. В. Охрана труда в сфере общественного питания: Учебное пособие / А. В. Докторов, Т. И. Митрофанова, О. Е. Мышкина.- М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013.-272 с.

ДИНАМИКА ЩЕЛОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СВЕЖИХ ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЩЕЛОЧАМИ.

Москалюк И. В., Пурич В. Н.

Ключевые слова: охрана труда, техника безопасности, пожарная безопасность, пектин, щелочной гидролиз, экстракт, вязкость, желеобразующая способность.

Резюме

Проблемы, связанные с рациональным использованием сырьевых ресурсов, основанные на комплексной переработке растительного сырья, а также совершенствованием существующих и разработкой новых прогрессивных технологий являются актуальными. Возникает вопрос о необходимости проведения исследований по улучшению охраны труда и техники безопасности при работе с щелочами и совершенствованию противопожарных мероприятий в помещениях, где используются химические вещества. Ежегодно на соки и напитки в Украине перерабатывается более 500 тыс. т. яблок. При этом образуется около 150 тыс. т. отходов в виде яблочных выжимок с содержанием пектиновых веществ от 1 до 2%. Разработка продукции диетического и лечебно-профилактического назначения, которая способна повышать сопротивляемость организма к воздействию негативных факторов окружающей среды, особенно для населения, проживающего в регионах с повышенным уровнем загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами, относится к актуальным задачам современной науки о питании. Пектиновые вещества способны образовывать комплексы с тяжелыми металлами и радионуклидами и выводить их из организма. В настоящее время пектиновые вещества получают из сухих яблочных выжимок методом кислотного и ферментативного гидролиза. Применение этих технологий позволяет удалить пектиновые вещества, содержащиеся в межклетниках растительной ткани, не затрагивая протопектин срединных пластинок. Переход от кислотного и ферментативного гидролиза протопектина к щелочному значительно упростит технологическую схему производства, аппаратное оформление, повысит эффективность производства, позволит перерабатывать свежие яблочные выжимки непосредственно на консервных заводах с целью использования их при производстве

консервированной продукции. В данной работе рассмотрена динамика щелочной экстракции пектиновых веществ из свежих яблочных выжимок при различных значениях рН (9 ... 12), приведена характеристика полученных препаратов пектиновых веществ. Выявлено оптимальное соотношение выжимок и воды, установлен выход пектинового экстракта при разном гидромодуле, приведена технологическая схема получения пектинового экстракта из свежих яблочных выжимок. Также приведена техника безопасности при работе с щелочами.

**DYNAMICS OF EXPERIMENTAL EXTRACTION OF FERTILIZER
SUBJECT FOR FEMALE CELLULAR VICTIMS AND SAFETY
TECHNIQUE FOR WORK WITH LUGGAGE.**

Moskaluk I.V., Pureich V. M.

Key words: labor protection, safety equipment, fire safety, pectin, alkaline hydroxide, extract, viscosity, drag-forming ability.

Summary

Problems related to the rational use of raw materials, based on the integrated processing of plant raw materials, as well as the improvement of existing and the development of new advanced technologies are relevant. The question arises of the need to conduct research on improving the safety of work and safety during work with meadows and improving fire prevention measures in premises where chemicals are used. For juices and beverages in Ukraine, more than 500 thousand tons of apples are processed, with about 150 thousand tons of pizzas with contents of pectin substances of 1 ... 2%. The development of dietary and treatment-and-prophylactic products that can increase the body's resistance to the effects of negative environmental factors, especially for the population living in regions with high levels of contamination with radionuclides and heavy metals, is one of the urgent tasks of modern nutritional science. Pectin substances can form complexes with heavy metals and radionuclides and remove them from the body. *At present, pectin substances are produced from dry apple excrement by acid and enzymatic method hydrolysis. Application of these technologies allows to remove pectin substances contained in intercellular plant tissue, without touching protopectin of middle plates. The transition from acid and enzymatic hydrolysis of protopectin to alkaline will greatly simplify the technological scheme of production, equipment design, increase production efficiency, allow the processing of fresh apple extractors directly at cannery plants for the purpose of their use in the production of canned products. In this paper, the dynamics of alkaline extraction of pectin substances from fresh apple excrements at different pH values (9 ... 12) is considered, the characteristics of the obtained preparations of pectin substances are given. The optimal correlation between excitations and water was found, the pectin extract yield was determined at different hydromodules, the technological scheme of obtaining pectin extract from fresh apple excrements was given. Also, the safety precautions when working with the puddle.*