

Технологічні властивості дослідних композицій мікроорганізмів

Використані мікроорганізми	Тривалість ферментації 6 год.			
	Активна кислотність, pH	Енергія кислотоутворення за час ферментації, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³	
			біфідобактерій	лактобактерій
Lb. acidophilus + Str. thermophilus	4,5±0,2	73±0,5	-	7.2±0,2
Консорціум біфідобактерій (B. bifidum + B. longum + B. adolescentis)	4,7±0,2	66±0,3	8,9±0,2	-
Композиція (консорціум біфідобактерій + Lb. acidophilus + Str. thermophilus)	4,6±0,2	69±0,5	9,5±0,3	8,0±0,2

Таким чином, при використанні консорціуму, кількість життєздатних клітин незалежно від pH середовища і тривалості зберігання значно збільшується, порівняно з використанням монокультур біфідобактерій, що входять до складу консорціуму. Слід відзначити, що чисті культури біфідобактерій потребують анаеробних умов і навіть у консорціумі володіють слабкою кислотоутворюючою здатністю. Для їх розвитку необхідні супутні мікроорганізми, які здатні збагатити поживне середовище доступними для них азотистими речовинами. У світовій практиці при виробництві різних кисломолочних продуктів в якості закваски використовують біфідобактерії у комбінації з кисломолочними мікроорганізмами.

Для підвищення пробіотичних і антагоністичних властивостей кисломолочних десертних продуктів, нами проведено дослідження сумісного використання отриманого консорціуму біфідобактерій в комбінації з

молочнокислими бактеріями – *Lactobacillus acidophilus* та *Str. thermophilus* на енергію кислотоутворення і кількість життєздатних клітин у згустку (табл. 7).

Підібрані сполучення заквасок на основі лакто- та біфідобактерій дозволяють отримати композиції мікроорганізмів з високою кількістю життєздатних клітин, що забезпечує підвищення біотехнологічних, пробіотичних та антагоністичних властивостей дослідних композицій.

Таким чином, сполучення комплексних заквасок на основі композиції пробіотичних біфідо- та лакто-мікроорганізмів, які дозволяють отримати продукт з великою кількістю життєздатних клітин і значною антимікробною активністю, є новим підходом до створення кисломолочних десертних ферментованих продуктів нового покоління.

Поступила 11.2010

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Банникова Л.А. Микробиологические основы молочного производства. Справочник / Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
2. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровский, Т.А. Лисогор; ОНАХТ. – О.: «Поліграф», 2008. – 234 с.
3. Ганина, В.И. β-Галактозидазная активность молочнокислых бактерий и бифидобактерий / В.И. Ганина, Л.В. Калинина, Е.В. Большакова // Молочная пром-сть. – 2002. – № 8. – С. 36-37.
4. Уразова М.С. Изучение пробиотических свойств консорциумов для молочной промышленности / М.С. Уразова, А.Я. Туякова, А.Р. Кушугулова // Весник КазНУ, серия биологическая. - Алматы, 2007. - С 114-119.
5. Кігель Н.Ф. Критерії відбору заквашувальних культур / Н.Ф. Кігель, Г.Ф.Насирова // Вісник аграр. науки. – 2002. – № 2. – С. 58-60
6. Смирнов В.В. Пробиотики на основе живых культур / В.В. Смирнов, Н.К. Коваленко, В.С. Подгорный, И.Б. Сорокулова // Микробиол. журн. – 2002. – № 4. – Т. 64. – С. 62-80.
7. Власенко В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва кисломолочних продуктів функціонального призначення / В.В. Власенко, А.М. Соломон, Я.Б. Паулина // Харч. наука і технологія. – № 4 (9). – 2009. – С. 21-23.
8. Токаев Э.С. Разработка нового синбиотического пищевого продукта с высоким содержанием бифидобактерий / Э.С. Токаев, А.А. Максимов // Вопросы питания. – 2009. – № 2. – 39-41.
9. Власенко, В.В. Використання протеолітичних властивостей лактококів в виробництві молочних продуктів лікувально-профілактичного призначення / В.В. Власенко, І.Г. Власенко, О.О. Шуляк, А.М. Соломон // Матеріали ІІ Міжнарод. наук.- практ. конф. «Науковий потенціал світу – 2005», Т. 1. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 9-11.
10. Патент RU 2157639 А 23 С 9/12, (2000) «Способ производства кисломолочного продукта» / В.И. Ганина, Л.В. Калинина, А.М. Шалыгина, Э.С. Токаев, Н.Ю. Эрвольдер. – № 99113204/13; Заявл. 22.06.1999; Опубл.20.10.2000. – 11 с.
11. Технологія незбираномолочних продуктів / Т.А. Скорченко, Г.Є Полішук, О.В. Грек, О.В. Кочубей. – Вінниця.: Нова книга, 2005. – 264 с.

УДК 664.2.002.663.542

АЛЕЙНИКОВ В.Г., науч. сотр., БУРУШКИНА Т.Н., канд. хим. наук, ст. науч. сотр., КОЛЫЧЕВ В.И., ст. науч. сотр., РАТУШНЯК В.В., ст. науч. сотр.

Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины, г. Киев

ВЫДЕЛЕНИЕ И ГИДРОЛИЗ УГЛЕВОДОВ ТОПИНАМБУРА

Изучено выделение углеводов топинамбура как в виде сока, полученного способами прессования и центрифугования из клубней различной степени измельчения, так и в виде водных и водно-спиртовых растворов. Исследована очистка экстрактов и соков. Изучено влияние микроволнового облучения и кислотности среды на окрашивание сока и на последующий гомогенный (с использованием двухосновных органических кислот) и гетерогенный (с использованием сильнокислотного углеродного катионообменника) гидролиз углеводного комплекса топинамбура. Из инулинсодержащих клубней топинамбура получены слабоокрашенные сиропы и

бесцветные растворы моносахаридов

Ключевые слова: топинамбур, полифеноксидаза, углеводы, сок, раствор, сироп, гидролиз.

The isolation of the carbohydrates of Jerusalem artichoke from tubers of various breakage degrees in form of juice by the use of pressing and centrifugation methods, as well as in form of aqueous and aqueous-alcoholic solutions was studied. The purification of the extracts, as the juices was examined. The effect of microwave treatment and acidity of the medium on coloration of juice, and on following homogenous (with dibasic organic acids) and heterogeneous (with strong-acid carbon

cation exchanger) hydrolysis of the Jerusalem artichoke's carbohydrates complex was studied. Light-colored syrups and colorless solutions of monosaccharides were obtained from the inulin-containing tubers of Jerusalem artichoke.

Keywords: topinambur, polifenoloksidaza, carbonhydratess, juice, solution, syrup, hydrolysis.

Рациональное изготовление сбалансированных по химическому составу и фортифицированных по ряду компонентов пищевых и специального назначения продуктов из растительного сырья возможно при использовании всего набора составляющих исходного материала, который не подвергается жесткой обработке. Это требует изучения особенностей взаимосвязи условий механического, влаго-теплового и других энергетических воздействий при обработке семян, плодов, корнеплодов на физические, химические, органолептические свойства продуктов из нефракционированного на составляющие растительного сырья. Цель настоящей работы – усовершенствование способа получения фруктозных растворов и сиропов из топинамбура за счет сокращения стадий обработки, предупреждения окисления полифенолов, осуществления гидролиза полифруктанов в «мягких» условиях.

Сахариды составляют 14,5-16,7 % массы клубней топинамбура. Они представлены низкомолекулярными фруктанами (НМФ) и высокомолекулярным (ВМФ) инулином – гомологами фруктозы. Молекулярная масса (ММ) инулина в топинамбуре может быть различной (от 1140 до 6560 D) у отдельных сортов топинамбура и у одного сорта растения в зависимости от степени созревания сроков и хранения [1]. От ММ инулина в сырье зависят условия переработки и состав продуктов гидролиза. Инулин в отличие от НМФ не растворяется в воде при температуре < 50 °С, на этом основываются все технологии извлечения инулина из сырья. Более ста известных с середины 19 века способов и приемов получения фруктозы из инулиноносителей включают измельчение, отделение сока или экстрагирование комплекса углеводов из мезги и жмыха, упаривание, выделение инулина, кислотный или ферментативный гидролиз его, очистку и осветление промежуточных и конечных продуктов [2-5]. Очевидно, что извлечение инулина из топинамбура мало отличается от технологии получения сахаров из свеклы, тростника и т.д. и имеет те же недостатки: многостадийность, чередование нагревания и охлаждения, растворения и осаждения. Особенность переработки топинамбура – окрашивание мезги и растворов еще до процессов термообработки в результате окисления полифенолов при участии полифенолоксидазы, содержащейся как в кожуре, так и в массе корнеплода. Поэтому первой задачей работы было выяснение условий предупреждения окисления полифенолов – инактивации полифенолоксидазы.

В работе использовали корнеплоды топинамбура селекции Ботанического сада НАН Украины осеннего сбора и через 3 месяца хранения. Содержание основных составляющих исследованных образцов топинамбура отражено в табл. 1.

Ранее [6] нами была установлена возможность подавления активности полифенолоксидазы при контакте целых или измельченных корнеплодов топинамбура с подкисленной водной средой (рН = 3-4) при

комнатной температуре. Однако активность фермента восстанавливалась с уменьшением кислотности среды (рН > 6,0). Необходимо было определить условия гидротермальной обработки топинамбура, которые обеспечивают необратимую инактивацию фермента, но не вызывают дегидратацию и конденсацию сахаристых веществ, ибо результатом этого является ухудшение органолептических свойств (потемнение мезги) и уменьшение количества редуцирующих веществ.

Вымытые и очищенные корнеплоды топинамбура (1кг) заливали подкисленной до рН 4 водой и под

Таблица 1
Химический состав топинамбура, % (с.в.)*

Состояние	С.в. г/100 г	Белок	Жир	Углеводы	Клетчатка	Зола
Сбор в сентябре**	19,3 ± 0,2	11,0 ± 0,2	1,0 ± 0,1	78,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1	5,8 ± 0,1
Хранение 3 мес.***	21,4 ± 0,3	11,1 ± 0,3	1,2 ± 0,1	77,8 ± 0,4	4,2 ± 0,3	5,7 ± 0,2

*с.в. – сухое вещество ** ММ инулина (3800 ± 200) D, ***ММ инулина (1900 ± 100) D

слоем воды резали на крупные 10-20 мм куски. Полученную массу разделили на две равные части и подвергли их гидротермической обработке. Одну часть 10 минут кипятили в подкисленной воде (образец а), другую 4 минуты подвергали воздействию микроволнового излучения 2400 МГц (образец б). После этого оба образца были измельчены до частиц размером 0,2-0,5 мм и в течение семи суток визуально отслеживалось изменение их окраски в зависимости от температуры хранения и контакта с воздухом. В каждой из серий было по четыре образца – контроль (а-к, б-к) – хранение на воздухе при комнатной температуре, остальные без доступа воздуха: 20 °С (а-1, б-1), 5 °С (а-2, б-2), – 18 °С (а-3, б-3).

В процессе измельчения образцы были белого цвета. Экспозиция измельченных образцов в условиях доступа кислорода воздуха показала, что образцы серии «а» темнели с различной скоростью, которая увеличивалась в ряду а-3 > а-2 > а-1 > а-к, и к 6-ти часам наблюдений эти образцы имели одинаковый грязно-коричневый цвет. Все образцы серии «б» оставались неокрашенными в течение всего периода наблюдений. Воспроизводимость результатов подтверждена 3-мя сериями опытов, в том числе и с корнеплодами длительного срока хранения.

Было установлено, что кратковременная микроволновая обработка массы топинамбура в кислой среде вызывает необратимую инактивацию полифенолоксидазы. О возможных иных последствиях описанной обработки массы топинамбура СВЧ-энергией в присутствии органической кислоты судили по анализу водной среды после обработки, который показал наличие неорганических компонентов (зольный остаток ~ 0,3 %), до 0,2 % углеводов и следовые количества полифенолов, белки не обнаружены.

Эксперименты с образцами неочищенного от кожицы топинамбура также дали положительный результат: окраска образцов в течение 7 суток не изменялась.

Исследования влияния длительности обработки топинамбура в кипящем подкисленном растворе (5-30 мин) с целью инактивации полифенолоксидазы показали, что наряду с денатурацией белков в таких условиях имеют место, по-видимому, процессы дегидратации и конденсации моносахаридов, образования меланоидов, поэтому образцы приобретают желтоватую окраску.

Для извлечения углеводного комплекса из топинамбура использовали: прессово-центрифужный (получение сока) и экстракционный (получение растворов сахаристых веществ) способы. Образцы топинамбура для исследования: мытые и очищенные от кожицы в подкисленной воде, отмытые, очищенные и обработанные в СВЧ-электромагнитном поле. Подготовленные корнеплоды измельчали с помощью различных бытовых и специальных устройств для получения материала с определенным характеристическим размером (средней толщиной), отделяли жидкую фазу (сок) от твердой (жмых). Типичные результаты в табл. 2.

Таблица 2

Количество сока и содержание углеводов в зависимости от степени дробления топинамбура и СВЧ-обработки

Характеристич. размер частиц, мм	Условия предварительной обработки					
	Без кислотной обработки		pH = 4, 20 °C, 10 мин		pH = 4, СВЧ-обр., 2 мин	
	Сок, % исх.	УВ*, % исх.	Сок, % исх.	УВ, % исх.	Сок, % исх.	УВ, % исх.
5,0	22-26	3,9	29-32	5,4 ± 0,3	31-34	6,3 ± 0,2
2,5	40-45	8,2	42-45	8,4 ± 0,3	48-50	9,5 ± 0,2
1,0	65-70	13,0	68-71	13,4 ± 0,2	71-74	14,0 ± 0,1
0,5	72-75	14,2	73-75	14,3 ± 0,2	77-80	16,0 ± 0,2
0,2	83-86	16,2	85-91	17,0 ± 0,3	91-94	17,8 ± 0,3
>0,1	–	–	90-94	17,7 ± 0,2	93-95	19,6 ± 0,3

*УВ – углеводы

Очевидно, что с уменьшением характеристического размера частиц топинамбура увеличивается выход жидкой фазы, СВЧ-обработка способствует увеличению выхода сока на 2,5-3,5 %, что согласуется с известными данными об увеличении сокоотдачи из плодов и ягод под действием энергии СВЧ [7]. Увеличение количества углеводов в соке после такой обработки составляет 5-7 % и обусловлено, по-видимому, частичным гидролизом полисахаридов и переходом образовавшихся растворимых фрагментов в водную среду. Сок, полученный из измельченного топинамбура без предварительной кислотной обработки, был мутным и умеренно окрашенным. В обоих случаях с предварительной обработкой топинамбура в подкисленной воде отделенный сок был удовлетворительно прозрачным и неокрашенным. Это можно объяснить незначительным растворением белков и пектинов при выбранных условиях обработки – эти вещества остались в твердой фазе (жмыхе), pH соков был на уровне 4,0-4,5, нейтрализация соков не вызвала заметных изменений окраски и прозрачности.

Экстракционные методы извлечения сахаристых веществ из массы топинамбура позволяют избежать

влияния коллоидов на прозрачность и окрашивание растворов, облегчить отделение жидкой фазы. Как и в случае отделения сока, при экстракции уменьшение характеристического размера частичек способствует более полному переходу растворимых углеводов в экстракт (увеличению степени извлечения углеводов) за счет увеличения поверхности и улучшения условий диффузии из твердой фазы в жидкую (табл. 3).

Однако концентрация углеводов в растворах

Таблица 3

Экстракция водой сухого вещества (с.в.) из частичек топинамбура за один проход (15 мин) при комнатной температуре

Характеристический размер, мм	Модуль экстракции, г воды/ г с.в.	Углеводы в экстракте, %	Степень извлечения, % от общего с.в.
10	20,5	2,5 ± 0,3	41,2 ± 2,0
6	19,1	2,9 ± 0,4	44,1 ± 2,3
3	27,8	2,4 ± 0,2	57,1 ± 2,0
1	25,0	2,9 ± 0,2	60,9 ± 3,5
0,5	10,5	4,1 ± 0,6	77,1 ± 4,2

существенно ниже, чем в соке. Таким образом, были определены условия прямого и экстракционного получения прозрачных, неокрашенных, приятных на вкус водных растворов углеводов топинамбура без тепловой обработки сырья.

Приемлемыми условиями кислотного гидролиза инулина принято считать такие: концентрация растворов сахаров 2,5- 15 %, pH = 1,2-2,4, температура 90-120 °C, длительность от 8 час до 30 мин в зависимости от температуры и ММ инулина, степень гидролиза инулина 95-97 %, содержание компонентов в гидролизате: фруктозы – 75 %, глюкозы – 25 % [4,7,8].

Альтернатива кислотного гидролиза – ферментативный гидролиз полифруктанов [9], который может осуществлен в более мягких по сравнению с кислотным гидролизом условиях: при pH=4,5-5,5, T=60 °C, побочные продукты при этом не образуются, но исходные растворы сахаров должны быть низкой вязкости. Вместе с тем биопроцессу предшествует тот же ряд обработок топинамбура: мойка, измельчение, экстракция при нагревании и перемешивание суспензии, сепарация, фильтрация, осветление раствора. Кроме того, ферментативная обработка углеводного экстракта требует специального подбора препаратов, соблюдения особых условий приготовления препаратов и проведения процесса гидролиза, включает в себя стадии отделения фермента от гидролизата, упаривания гидролизата, осветления. Указанные сложности сопровождения ферментативного гидролиза полифруктанов обуславливают актуальность исследований в усовершенствовании переработки инулиноносителей с использованием кислотного гидролиза в гомогенных или гетерогенных условиях.

Принимая во внимание, что оптимальные значения кислотности среды при гидролизе сложных углеводов (пектинов свеклы, яблок, цитрусовых) отвечают pH = 1,6-3,0, считали возможным совместить отделение несахаристых веществ с процессом гидролиза в обычной схеме переработки сырья.

Таблица 4

Гидролиз сока топинамбура ($t=40$ мин, $T(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ с использованием гомогенных и гетерогенных катализаторов

Агент	pH конечн.	Редук. вещества, %	Характеристика катализатора
Хлористоводородная кислота	1,2	100	Принято за 100 %
Лимонная кислота	2,6	75	
Щавелевая кислота	2,6	83	
Щавелевая кислота	3,5	80	
КБ-4 катионит СДВБ-катионит	4,5 4,2	18 21	Слабокислотный, обменная емкость 9,3 мг-экв/г Слабокислотный, обм. емк. 6,5–7,1 мг-экв/г
ОКАУ-катионит ОСУГС-катионит	3,2 3,0	30 47	Окислен. косточк. адсорбент углеродн., сильноокислотн. обм. емк. 5,1 мг-экв/г Окислен. СУГС сильноокислотн., обм. емк. 8,9 мг-экв/г

При подкислении соков или экстрактов из них в виде осадка выделяли практически все пектиновые и большую часть растворенных белковых веществ, осаждение сопровождалось абсорбцией окрашивающих примесей на стадии формирования осадка, и после фильтрации получали прозрачные слабоокрашенные растворы углеводов топинамбура, которые подвергали дальнейшему гидролизу. Условия гидролиза варьировали таким образом, чтобы они обеспечивали протекание реакции с приемлемой скоростью и без существенного вклада реакции деструкции фруктозы, приводящей к интенсивному окрашиванию гидролизата. Исследование состава и окраски продуктов гидролиза позволили определить такие условия: концентрация исходных растворов 10-15 % с.в., pH в пределах от 2,5 до 3, температура в пределах от 70 до 95 °C, гидролизующие агенты лимонная или щавелевая кислоты, время протекания реакции гидролиза от 1,5 до 4 часов. Сводные результаты гидролиза сока топинамбура приведены в табл. 4. Нейтрализацию полученных растворов моноз осуществляли с помощью бикарбоната натрия или гидроксида кальция. Продукты гидролиза имели слегка желтоватый цвет. Концентрирование гидролизованных растворов упариванием в вакууме ($65 \pm 70^\circ\text{C}$; $0,1 \pm 0,15$ кПа) позволяет получить 50-60 %-ные сиропы, сухое вещество которых практически полностью состоит из моноз: глюкозы 35 - 38 %, фруктозы 62 - 65 %, из чего можно заключить, что средняя степень полимеризации углеводов в исходных растворах равна четырем.

В качестве гетерогенных катализаторов гидролиза углеводов топинамбура, выделенных в виде сока или экстракта, использовали промышленный катионит КБ-4 и лабораторные образцы катионитов с удельной поверхностью от 400 до 900 м²/г, полученные нами путем окисления соответствующих исходных адсорбентов озоном: катионит из высокопористого сополимера стирола с дивинилбензолом (СДВБ 60/100) с обменной емкостью 6,5–7,1 мг-экв/г (СДВБ-катионит), сильноокислотный катионит из косточкового активированного угля с обменной емкостью

5,1 мг экв/г (ОКАУ-катионит) и сильноокислотный катионит из сферического углеродного гемосорбента СУГС с обменной емкостью 8,9 мг-экв/г (ОСУГС). Степень гидролиза углеводов топинамбура в присутствии полимерных и углеродных катионитов, как и в случае гомогенного катализатора (хлористоводородной кислоты) прямо зависит от кислотности среды и температуры, но она уменьшена диффузионными осложнениями (табл.4). Отличительная особенность условий гетерогенного гидролиза – отсутствие интенсивного окрашивания гидролизата при использовании катионита КБ-4, и получение практически бесцветного прозрачного гидролизата при использовании катионитов на основе углеродных адсорбентов. Тем самым показана принципиальная возможность осуществления гидролиза углеводного комплекса топинамбура гетерогенными катализаторами со свойствами адсорбента и катионообменника.

Продуктом переработки корней топинамбура является также твердый остаток (жмых), получаемый после прессования (или центрифугирования) измельченной массы, из которой выделен сок (или экстракт углеводов). Жмых высушивали при $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$, изучали состав путем последовательного экстрагирования компонентов его холодной и горячей водой, разбавленными растворами кислоты и щелочи. Водные экстракты высушивали и обрабатывали 75 %-ным

Таблица 5

Гидролиз углеводов в дисперсии измельченного топинамбура с использованием прямого внешнего обогрева и воздействия СВЧ энергии

	Прямой нагрев	СВЧ обработка
Гидролизат		
pH	3,6	3,7
Внешний вид	Опалесцирующая жидкость коричневого цвета	Опалесцирующая жидкость светлокоричневого цвета
СВ, % масс	19,0	19,2
Редуцирующие сахара, % масс	18,0	18,5
Фильтрат		
Внешний вид	Прозрачная ярко-желтая жидкость	Прозрачная слабоокрашенная жидкость
Плотность, г/см ³	1,08	1,1
СВ, % масс	18,1	18,5
Сироп		
Внешний вид	Подвижная жидкость золотистого цвета	Подвижная жидкость золотистого цвета
Плотность, г/см ³	1,3	1,3
СВ, % масс	55	58
Редуцирующие сахара, % масс	53,5	56,5

водным раствором этанола. Результаты анализов жмыха свежеобранного топинамбура: сухого вещества $(6,2 \pm 0,3)$ г/100 г, в том числе водорастворимые (олигосахариды, пектины) углеводы $7,0 \pm 0,7$ %, кислоторастворимые (пропектины и др.) $19,3 \pm 1,1$ %, щелочорастворимые (гемилцеллюлозы, белки) $17,0 \pm 0,2$ %, зола, клетчатка $32,1 \pm 0,72$ %, спирторастворимые (моносахариды) $42,9 \pm 0,6$ %.

Вышеприведенные данные об увеличении содержания редуцирующих сахаров в соке углеводов после обработки измельченного топинамбура СВЧ-излучением послужили основанием для исследования возможности гидролиза фруктанов непосредственно

в массе мелкоизмельченного ($\geq 0,5$ мм) топинамбура путем сочетания СВЧ- и термообработки в кислой среде. Мытые в подкисленной воде клубни топинамбура резали на крупные куски и замачивали в подкисленной воде в течение 15 минут, затем подвергали действию СВЧ облучения в течение 2 мин и тонко измельчали до размера частиц не более 0,5 мм. В полученную дисперсию вводили щавелевую кислоту в количестве 0,1 М/1000 г дисперсии и тщательно перемешивали. Разделив массу на две равные части, подвергали их термической обработке: а) в сушильном шкафу при температуре 80 ± 2 °С в течение 3 часов, б) в СВЧ установке 15 минут. После этого в обоих случаях отделяли гидролизат фильтрованием, промывали жмых горячей водой в количестве 20 % к массе исходной дисперсии и объединяли фильтрат с первой порцией гидролизата. Щавелевокислый гид-

ролизат нейтрализовали расчетным количеством гидроксида кальция, а затем удаляли избыток кальция, барботируя углекислый газ в образовавшуюся суспензию до pH=6-7. Осадок после созревания удаляли фильтрованием.

Жидкая фаза была трех-четырекратно концентрирована упариванием в вакууме при (65 ± 2) °С. Характеристики полупродуктов и продуктов приведены в табл. 5.

Выводы

Результаты работы показали принципиальную возможность существенного упрощения технологии получения растворов моноз из инулинсодержащего сырья и улучшения качества продукта за счет предупреждения окисления полифенолов и оптимизации процесса гидролиза олигосахаридов.

Поступила 11.2010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гриненко И.Г. Физико-химические свойства инулина и получение его модифицированных производных. Канд. диссерт. Киев, 1993.
 2. Dubrunfaut P. Preparation du fructose //Ann. Chim. Phys. – 1847. – 21. – 169-174.
 3. Arsem W.C. Method of preparing fructose //Brevet US 1616172, 1927.
 4. Роминский И.Р. Исследование в области химии инулина и фруктозы и технологии их получения. Докт. диссертация. Киев, 1956.
 5. Мат. 1-ой Международной научно-практ. конф. "Растительные ресурсы для здоровья человека" 23-27.09.2002.– Москва – Сергиев-Посад. – С. 247, 269, 272, 293, 296, 306, 309, 310, 312-315, 323, 327, 330, 362, 372, 387-392.
 6. Буршкіна Т.М., Количев В.І., Ратушняк В.В. Спосіб виготовлення розчину вуглеводів з інулінвмісної сировини. Пат. України № 37973, 2008.
 7. Голубев В.Н., Куев В.Л., Гончаров Н.И. Биотехнологические аспекты переработки топинамбура //Пищевая промышленность. – 1991. – №9. – С. 52-53.
 8. Христюк В.Г. Влияние электромагнитного поля низкой частоты на выход и состав сока //Изв. вузов. – 2002. – № 2–3. – С. 73-74.
- УДК 664. 022.3:57.016:664.29:577.15

ЧЕРНО Н. К., д-р техн. наук, профессор, ОЗОЛИНА С. А., канд. хим. наук, доцент, КАПУСТЯН А.И., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий

ИНТЕРПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ КОМПЛЕКС ХИТОЗАН-ПЕКТИН КАК МАТРИЦА ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ ТРИПСИНА

Показано, что взаимодействие хитозана с пектином сопровождается образованием гелеобразного комплекса полиэлектролитного типа. Физико-химические характеристики интерполиэлектродного комплекса (ИПЭК) хитозан-пектин изучали с помощью методов спектрофотометрии, ИК-спектроскопии, определения спектра мутности. Установлена эффективность иммобилизации трипсина на интерполиэлектродной матрице.

Ключевые слова: интерполиэлектродные комплексы, хитозан, пектин, ферменты, иммобилизация.

The interaction of chitosan with pectin is accompanied by the formation of polyelectrolyte complex gel-like type. Physico-chemical characteristics of interpolyelectrolyte complex (IPEC), chitosan-pectin were studied using the methods IR-spectroscopy, determination of turbidity spectrum. The efficiency of immobilization of trypsin on the interpolyelectrolyte matrix was determined.

Keywords: interpolielektrolitnye complexes, chitosan, pectin, enzymes, immobilization.

В последние годы в результате интенсивного развития биотехнологии и генной инженерии использование ферментов находит все более широкое применение в различных областях науки. В настоящее время существует множество биологически активных добавок (БАД) и лекарственных средств на их основе. Однако при пероральном применении таких средств возникает проблема их ферментативной и кислотной деградации в желудочно-кишечном тракте. Ее решение достигается иммобилизацией ферментов различными способами [1].

Материалы, используемые в качестве носителей при иммобилизации биологически активных веществ (БАВ), чрезвычайно разнообразны. Это могут быть

частицы на основе силикагеля, гидроксида титана, циркония, железа, полимерные синтетические и природные материалы. Для синтеза оболочек при инкапсулировании биокатализаторов часто используют полиэлектродиты и полиэлектродитные пары поликатион-полианион. Химическая природа, молекулярная масса и структура полиэлектродитов, формирующих состав оболочки иммобилизуемого вещества, определяют структуру, размер, проницаемость и прочность получаемых капсул [2].

Синтетические полимеры имеют ряд преимуществ в качестве матрицы для иммобилизации перед природными биополимерами. Они обладают четко контролируемой структурой, высокой стабильностью, химической инертностью. Однако, при получении ферментсодержащих надмолекулярных систем, предназначенных для применения в биотехнологии и медицине, в качестве носителей целесообразно использование природных материалов, так как они биосовместимы, нетоксичны и биodeградируемы в физиологических условиях [2]. В качестве природных носителей используют полиэлектродиты или полиэлектродитные пары полисахаридов, белки, которые в силу своих амфотерных свойств в зависимости от pH среды могут являться как поликатионами, так и полианионами. Для создания функциональных систем на основе липосом применяются природные липиды – компоненты мембран.