

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИНУЛИНА ИЗ СТРУЖКИ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА

Гулюк Н.Г.*, *д-р техн. наук, профессор*; Пучкова Т.С.*, *канд. техн. наук*;
Пихало Д.М.*; Гулакова В.А.*; Коваленок В.А.***, *д-р техн. наук, профессор*

* ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
крахмалопродуктов», п. Красково, Московская область

** ФГБОУ ВПО Московский государственный университет
пищевых производств, г. Москва

Исходным сырьём для получения высокомолекулярного полисахарида инулина могут являться как цикорий, так и топинамбур. Ведущие мировые производители инулина и его производных используют в основном цикорий корневой (Бельгия, Голландия) [1, 2]. Во ВНИИ крахмалопродуктов инулин также получали из цикория корнеплодного [3-5].

В России топинамбур считается более перспективным сырьём по сравнению с цикорием из-за простоты агротехники, возможности перезимовки и переработки в весенний период, высокой урожайности клубней, а также зелёной массы, которая по своей питательной ценности не уступает многим кормовым культурам [6-10].

Важнейшим процессом получения инулина является диффузия из инулинсодержащего сырья. Наличие большого количества научных статей и патентов в литературных источниках по получению инулина выявляет различные способы интенсификации процесса диффузии [11-13].

Для создания условий повышения выхода инулина и минимизации перехода примесей в экстракт необходимо провести выбор:

- оптимальной температуры для повышения скорости диффузии;
- оптимального значения гидромодуля;
- оптимальной продолжительности процесса;
- степени измельчения сырья;
- способа снижения цветности экстракта и сокращения количества примесей, переходящих из сырья.

Из литературных источников известно, что существуют два подхода к измельчению инулинсодержащего сырья в производстве инулина:

- мелкое измельчение на тёрках;
- в виде стружки по аналогии со свеклосахарным производством.

Способ, основанный на измельчении тёркой с последующим отделением сока прессованием или экстрагированием из измельчённого сырья, способствует более полному разрыву растительных клеток. Недостатком способа является то, что в сок попадает большое количество примесей из сырья, образующих красящие вещества в экстракте.

Резка инулинсодержащего сырья в стружку желобчатой или пластинчатой формы устраняет вышеуказанные недостатки тонкого измельчения. Значительное количество вредных для производства примесей остается в основном в стружке, и содержание инулина в экстракте повышается.

Для проведения исследований процесса высолаживания инулина из стружки клубнеплодов топинамбура и влияния на него примесей, содержащихся в сырье, применяли клубни топинамбура различных сортов, культивируемые в России. Работу проводили в лабораторных условиях ВНИИК с применением следующих методов:

- определение углеводного состава образцов – на жидкостном хроматографе углеводов с рефрактометрическим датчиком фирмы Buschi Bischoff, модель 8120;

- определение влажности образцов – на весовом влагомере MF-50 (фирма AND, Япония);

- определение цветности сиропов – на фотоэлектроколориметре марки ФЭК-56 и спектрофотометре «SPECORD UV»;

- определение величины рН, сухого вещества (СВ) и др. показателей – по принятым в крахмалопаточном и свеклосахарном производстве методикам [14].

В качестве экспресс-метода оценки качества сырья нами предложен метод определения сухого вещества в отжатом соке и измельченной кашке клубней топинамбура. Разработан метод определения содержания инулина с использованием ВЭЖХ. Он заключается в определении углеводного состава экстракта, далее полученные результаты пересчитывают на сухое вещество сока.

Всего исследовано 12 образцов клубнеплодов топинамбура. Из них было отобрано 7 сортов топинамбура российской селекции, содержащих не менее 19,0 % сухого вещества в соке.

Содержание углеводов в образцах составляло от 22,1 до 17,4 %, в т.ч. инулина 20,4-16,0 % к массе сырья, растворимых примесей неуглеводного характера (белковые вещества, зольные элементы и др.), в зависимости от сорта, – в пределах 8,3-15,7 % к массе сухого вещества. Установлено, что образцы топинамбура регионов произрастания Костромской обл., Владимирской обл. и Кабардино-Балкарской Республики имеют более высокое содержание инулина по сравнению с другими – 20,4-19,0 %.

На основании проведенных исследований разработаны требования к качеству инулинсодержащего сырья для последующей его переработки на инулин:

- содержание сухого вещества в соке – не менее 20 %;
- содержание углеводов, в том числе инулина – не менее 19 % по сухому веществу сока топинамбура;
- высокая урожайность;
- удобная форма клубнеплодов (правильная, без отростков) для механизированной уборки и переработки на инулин, сопротивляемость на излом;
- способность сырья к хранению и сопротивляемость к заболеваниям.

Проведены исследования по влиянию способа резки сырья (стружки из клубней топинамбура) на процесс диффузии растворимых веществ при температуре 40, 60 и 80 °С и гидромодуле 1 : 2,5. При этом длина 100 г стружки в образцах составляла 60, 20 и 6 м.

Отбор проб экстракта в процессе диффузии проводили через 20, 40, 60 и 120 мин и определяли в них содержание СВ и оптическую плотность в пересчёте на 100 % сухого вещества.

Данные исследований по влиянию длины стружки на процесс диффузии при различных температурах и продолжительности экстрагирования обработали с использованием математической программы Statistica 10 и Table Curve 3D.

Установлено, что влияние длины стружки (L), температуры (T) и продолжительности (τ) на содержание в экстракте сухого вещества (СВ) описывается следующим уравнением:

$$СВ = -12,2 - 0,000978 \cdot L^2 + 0,4148 \cdot T - 0,00274 \cdot T^2 + \\ + L \cdot (0,0959 - 0,000103 \cdot \tau) + 0,0346 \cdot \tau - 0,000152 \cdot \tau^2$$

Полученные результаты представлены графически на рисунках 1 и 2.

Анализ поверхностей отклика после математической обработки экспериментальных данных показал, что с увеличением длины единицы массы стружки, температуры и продолжительности процесс диффузии растворимых веществ (основное вещество – инулин) протекает интенсивнее и достигает максимума при наибольших значениях исследуемых параметров.

В процессе диффузии из сырой стружки топинамбура при температуре 40-60 °С протекают автокаталитические реакции под воздействием собственных ферментных препаратов; на воздухе стружка быстро темнеет, так как содержащиеся в сырье полифенолы окисляются в присутствии кислорода с образованием красящих веществ.

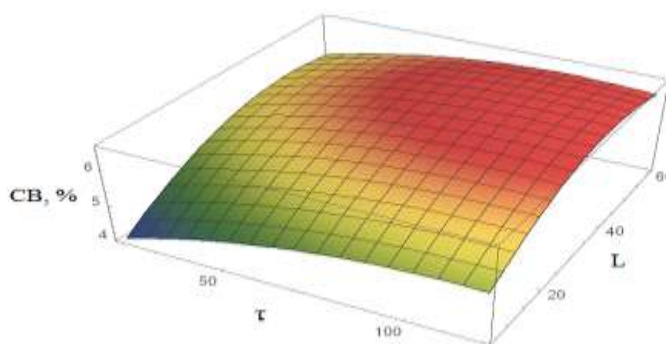


Рис. 1. Влияние длины стружки (L, м) и продолжительности процесса (τ, мин) на содержание растворимых сухих веществ (СВ, %). Температура процесса $T = 60^{\circ}\text{C}$

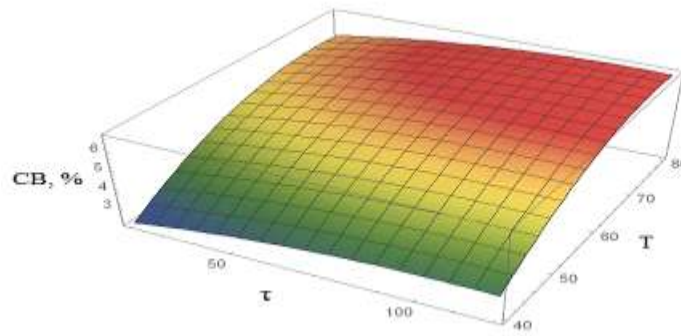


Рис. 2. Влияние температуры (T , $^{\circ}\text{C}$) и продолжительности процесса (τ , мин) на содержание растворимых сухих веществ. Длина стружки $L=20$ м

Проведены исследования по влиянию способа резки клубней топинамбура и температуры на цветность экстракта в процессе диффузии. Полученные данные были обработаны с использованием математической программы Statistica 10 и Table Curve 3D.

Установлено, что влияние температуры (T) и длины стружки топинамбура (L) на оптическую плотность экстракта (D) описывается следующим уравнением:

$$D = 35,3 - 0,957 \cdot T + 0,00682 \cdot T^2 + L^2 \cdot (-0,000133 \cdot T - T^2 \cdot 10^{-6}).$$

На рисунке 3 показаны результаты графической обработки экспериментальных данных по определению цветности экстракта в зависимости от длины стружки и температуры.

Таким образом, полученные результаты показывают, что при увеличении длины стружки усиливается воздействие собственной ферментной системы топинамбура при температуре диффузии 40°C и происходит повышение оптической плотности экстракта за счёт интенсивного образования красящих веществ.

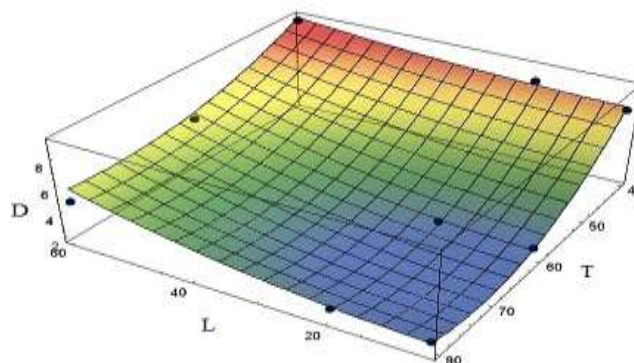


Рис. 3. Влияние длины стружки (L , м) и температуры (T , $^{\circ}\text{C}$) на оптическую плотность экстракта (D , усл.ед.) в процессе диффузии. Продолжительность процесса $\tau = 120$ мин

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы об особенностях технологических решений по проведению процесса диффузии растворимых веществ из стружки клубней топинамбура, содержащего инулина не менее 19 %:

– с увеличением длины стружки интенсивность диффузии возрастает, однако при этом значительно увеличивается цветность экстракта. Максималь-

ная цветность наблюдается при использовании стружки большей длины. Оптимальная длина стружки 10-20 м;

– оптимальная температура диффузии 80-85 °С при продолжительности 60 мин позволяет получать экстракты с высоким содержанием инулина и минимальным количеством красящих веществ;

– результаты исследований использованы при разработке конструкции диффузионного аппарата и технологического режима его работы

Литература

1. Перковец М.В. Raftiline и Raftilose – ингредиенты для функциональных продуктов питания // Пищевая пр-сть. 2004. № 8. С. 82.

2. Перковец М.В. Влияние инулина и олигофруктозы на снижение риска некоторых «болезней цивилизации» // Пищевая пр-сть. 2007. № 5. С. 22-23.

3. Гулюк Н.Г., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Перспектива производства и применения инулина в России // Материалы Международной конф. «Научное обеспечение и тенденция развития производства пищевых добавок в России». Спб., 2005. С.160-163.

4. Гулюк Н.Г., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Технология инулина и олигофруктозы из цикория // Сб. науч. труд. ВНИИ крахмалопродуктов. М., 2008. Выпуск 12. С.127-142.

5. Гулюк Н.Г., Пучкова Т.С., Пихало Д.М. Получение фруктозного сиропа из инулинсодержащего сырья – цикория корневого // Сб. науч. тр. ВНИИ крахмалопродуктов. М., 2002. Выпуск 10. С. 99-110.

6. Картофель и топинамбур – продукты будущего / Под общей ред. В.И.Старовойтова. М.: ФГНУ Росфармагротех, 2007. 292 с.

7. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Звягинцев П.С. и др. Топинамбур – инновационный ресурс в развитии экономики России // Пищевые ингредиенты. Сырьё и добавки. 2013. № 2. С. 30-32.

8. Грушецкий Р.И., Гриненко И.Г. Наиболее перспективные источники высокомолекулярного инулина // Сахар. 2013. № 10. С. 52-54.

9. Усанова З.И., Осербаяев А.К. Технология возделывания земляной груши (топинамбура) сорта скороспелка, адаптированная к условиям центрального района России // Материалы 1-й Международной научно-практ. конф. «Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг)». М.- Сергиев Посад, 23-27 сентября 2002. С.10.

10. Кочнев Н.К., Калиничева М.В. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века. М.: Арес, 2002.

11. Назаренко М.Н., Бахатова Т.В., Кожухова М.А. и др. Интенсификация экстрагирования инулина из клубней топинамбура с применением вибрационного воздействия // Науч. журнал КубГАУ. 2013. № 94. С.10.

12. Екутеч Р.И. Разработка технологии получения инулина и пищевых волокон из клубней топинамбура: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2010. 20 с.

13. Кареткин Б.А., Шакир И.В., Панфилов В.И. Интенсификация процесса получения инулина из клубней топинамбура с использованием ультразвука //

Матер. четвертого Моск. Междунар. конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». М., 12-16 марта 2007. С. 62.

14. Лукин Н.Д. Технологический контроль производства сахаристых крахмалопродуктов (методическое пособие) / Н.Д. Лукин, В.В. Ананских, Т.В. Лapidус, Л.С. Хворова. М.: Россельхозакадемия, 2007. 261 с. 1