

УДК 635.2:577.15

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕВОДСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТОВ ИЗ ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПИНАМБУРА

© **Т.Н. Емелина, Т.В. Рязанова*, Н.А. Чупрова**

*Сибирский государственный технологический университет, пр. Мира, 82,
Красноярск, 660049 (Россия) e-mail: repyakh@sibstu.kts.ru*

Предметом исследования служила вегетативная часть топинамбура. Установлен ее химический состав и доказана возможность получения углеводсодержащих субстратов и сбраживаемость их дрожжами рода *Schizosaccaromyces*. Показано, что выход этанола на субстрате из топинамбура на 23% выше, чем на субстратах древесного происхождения.

Введение

В связи с постепенным сокращением доступных ресурсов древесины в последние годы во всем мире уделяется серьезное внимание изысканию новых видов сырья для химической и биохимической переработки. К числу перспективных сырьевых источников относится многолетнее растение – топинамбур. Топинамбур, или земляная груша, формирует огромный урожай подземной и надземной частей (85–120 т/га). Не менее ценными свойствами топинамбура являются значительная пластичность и экологичность, так как культивирование его возможно на неудобьях и бросовых почвах. Это растение устойчиво ко многим болезням и вредителям и не нуждается в обработке ядохимикатами [1, 2].

Благодаря уникальному химическому составу топинамбур обладает большими возможностями как пищевая и кормовая культура, а также сырье для получения лечебно-диетических продуктов. В первую очередь он привлекает значительным содержанием углеводов, а это является одним из основных требований, предъявляемых к сырью для биохимических производств.

Наиболее полно изучен химический состав клубневой части топинамбура, но практически отсутствуют данные о вегетативной части и, в частности, почти не изучен состав стеблей.

В связи с этим целью работы было изучение химического состава стеблей топинамбура, определение условий их гидролиза, исследование химического состава и пригодности полученных углеводсодержащих субстратов для сбраживания с целью получения этанола.

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

В данной работе сырьем для исследования служили стебли топинамбура сорта «Интерес», отобранные в конце сентября – начале октября.

Исследования проводили по методикам, принятым в химии растительного сырья [3]. В исходном образце топинамбура определяли влажность методом высушивания, минеральные компоненты – методом озоления, легко- и трудногидролизуемые полисахариды – методом Кизеля и Семигановского и лигноподобные вещества – методом Кенига в модификации Комарова. Результаты исследования химического состава приведены в таблице 1.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Как видно из таблицы 1, химический состав исследуемого образца представлен в основном веществами углеводного характера. Их высокое содержание дает основание рекомендовать стебли топинамбура в качестве сырья для получения углеводсодержащих субстратов, используемых в биохимических производствах. В связи со значительным содержанием полисахаридов нами исследовалась возможность проведения кислотного гидролиза стеблей топинамбура.

Гидролиз проводили в металлических ампулах 0,8%-ным раствором серной кислоты в термостатируемом режиме, варьируя температуру от 150 до 170°C. Продолжительность процесса от 45 до 120 мин. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Исследования показали, что химический состав гидролизатов в значительной степени зависит от режимов гидролиза, и чем выше температура, тем меньше должна быть его продолжительность для достижения наибольшего выхода РВ. Наибольшее количество РВ (54,5%) получено при продолжительности процесса гидролиза 105 мин (с учетом 10 мин, затрачиваемых на прогрев) при температуре 160°C. При дальнейшем увеличении продолжительности гидролиза происходит снижение выхода РВ. При проведении гидролиза при температуре 170°C максимального значения выход РВ достигает при продолжительности процесса 75 мин. Но согласно проведенным исследованиям, чем жестче режим гидролиза, тем выше содержание в гидролизате бромлируемых веществ (фурфурола, оксиметилфурфурола, метилфурфурола). При увеличении температуры процесса на 10°C их содержание увеличивается в 1,5 раза.

Поэтому для дальнейших исследований использовали гидролизат, полученный при температуре 160°C и продолжительности процесса 105 мин. Гидролизат был исследован на содержание сухих, редуцирующих, сбраживаемых, бромлируемых веществ и моносахаридов согласно принятым методикам [4]. Качественный и количественный составы веществ сахарной природы исследовали методом нисходящей бумажной хроматографии в системе растворителей *n*-бутанол : ацетон : вода (4 : 5 : 1) в качестве проявителя использовали анилинфталат, который дает окрашенные соединения с углеводами. Идентификацию компонентов проводили путем сравнения коэффициента подвижности компонентов гидролизата со значением коэффициента подвижности стандартов, в качестве которых использовали растворы глюкозы, фруктозы, галактозы и арабинозы. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Как видно из результатов, в водном экстракте содержатся три вида сахаров, основная доля приходится на фруктозу – 49,96%, большое количество глюкозы – 34,12% и галактозы – 15,92%. Гидролизат, кроме вышеназванных моносахаридов, содержит также ксилозу и арабинозу. Большая часть сахаров приходится на глюкозу (48,65%) и фруктозу (37,69%), остальные же содержатся в незначительных количествах: 0,84% галактозы, 8,65% арабинозы и 4,17% ксилозы.

Таблица 1. Химический состав стеблей топинамбура

Показатели	Значение показателей, % а.с.м.
Влажность	7,9
Зола	2,4
Вещества, экстрагируемые горячей водой	32,4
в том числе редуцирующие вещества (РВ)	16,6
Легкогидролизуемые полисахариды	23,5
Трудногидролизуемые полисахариды	32,5
Лигноподобные вещества	17,7

Таблица 2. Влияние продолжительности и температуры гидролиза стеблей на выход РВ

Продолжительность процесса, мин	Выход РВ, % при температуре, °С		
	150	160	170
45	38,2	32,8	42,4
60	42,1	33,4	45,8
75	43,5	38,9	52,9
90	48,0	45,8	49,5
105	46,0	54,5	37,4
120	37,8	50,3	24,8

Таблица 3. Состав углеводов

Наименование моносахарида	Содержание, % от РВ	
	Водный экстракт	Гидролизат
Галактоза	15,92	0,84
Фруктоза	49,96	37,69
Глюкоза	34,12	48,65
Арабиноза	–	8,65
Ксилоза	–	4,17

С целью установления возможности сбраживания субстратов, полученных при гидролизе вегетативной части, был проведен ряд экспериментов.

Подготовка гидролизатов к сбраживанию проводили по принятому в микробиологической промышленности режиму, т.е. в две ступени: нейтрализация известковым молоком до pH 3,5 и донейтрализация аммиачной водой.

Процесс брожения проводили в анаэробных условиях при температуре 32–34°C с использованием промышленной культуры дрожжей рода *Schizosaccaromyces* с концентрацией 30 г/л.

Для увеличения эффективности процесса брожения был разработан вариант двухстадийной переработки, предусматривающий на первой стадии использование в качестве экстрагента воды и гидролиз разбавленной серной кислотой на второй стадии. Доброкачественность гидролизата при этом составляла 92%.

Результаты исследования показали, что полнота сбраживания смешанного субстрата и, следовательно, выход этилового спирта выше на 23%, чем при сбраживании субстрата без добавления водного экстракта и древесного сула, полученного на Красноярском биохимическом заводе.

Выводы

1. Изучено влияние температуры и продолжительности гидролиза стеблей топинамбура на выход и состав гидролизата. Исследован состав углеводов гидролизата.

2. Показана возможность и эффективность сбраживания субстратов из вегетативной части топинамбура дрожжами рода *Schizosaccaromyces*.

Список литературы

1. Пасько Н.М. Топинамбур на кормовые, технические, пищевые, лекарственные и экологические цели // Тез. докл. третьей Всесоюзной науч.-производ. конф. Одесса, 1991. С. 9–15.
2. Светашов А.С., Шатохин Н.А., Дорофеев В.Н. Топинамбур – экологическая культура // Тез. докл. третьей Всесоюзной науч.-производ. конф. Одесса, 1991. 134 с.
3. Рязанова Т.В., Чупрова Н.А., Исаева Е.В. Химия древесины: Учеб. для вузов. Красноярск, 1996. 358 с.
4. Емельянова И.З. Химико-технический контроль гидролизных производств. М., 1969. 368 с.

Поступило в редакцию 13 ноября 2001 г.