

УДК 612.392.7:658.56

## ИЗУЧЕНИЕ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Остроумов Л.А., Бабич О.О., Милентьева И.С.

*ФГБУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
Кемерово, e-mail: tl@kemtipp.ru*

Изучали возможность применения ферментных препаратов для проведения гидролиза вторичных продуктов, переработки растительного сырья. В результате проведенных исследований изучены критерии качества и безопасности функциональных продуктов питания, полученных из вторичных продуктов переработки растительного сырья. Проведен выбор объектов растительных вторичных сырьевых ресурсов в сравнении с их физико-химическим составом.

**Ключевые слова:** функциональные продукты, критерии, безопасность, отходы, растительное вторичное сырье, редуцирующие вещества, ферментные препараты

## STUDY OF QUALITY CRITERIA AND SECURITY FUNCTIONAL FOODS OBTAINED FROM SECONDARY FOOD PROCESSING PLANT MATERIAL

Ostroumov L.A., Babich O.O., Miletieva I.S.

*FSBI VPO «Kemerovo Technological Institute of Food Industry», Kemerovo, e-mail: tl@kemtipp.ru*

Studying the application of truss products for the hydrolysis of secondary products, processing of vegetable raw materials. The studies examined the criteria of quality and safety of functional foods derived from by-products of processing of plant-material. The election of the flora of secondary raw materials in relation to their physical and chemical composition.

**Keywords:** functional foods, criteria, safety, waste, vegetable of secondary raw materials, reducing agents, enzymes

Эффективное использование сырья – это одно из важнейших направлений развития перерабатывающих отраслей АПК. При этом необходимо повышать безотходность технологий, учитывать требования снижения энергоемкости и защиты окружающей среды. Создание комплексных технологий конверсии растительного сырья и отходов его переработки в целевые продукты, в том числе, применительно к распространенному в России сырью [1].

Наиболее рациональным направлением выбора сырьевых источников для получения функциональных продуктов питания являются вторичные продукты, образующиеся при переработке растительного сырья в сельскохозяйственном производстве, в сахарной, пивоваренной, масложировой, молочной промышленности и т.д. Эти отходы богаты ценными функциональными компонентами: пищевыми волокнами, пектином, витаминами, натуральными растительными жирами, минеральными веществами [2, 3].

В настоящее время современными способами для переработки растительного сырья и получение пищевых веществ является биотехнологические способы, основанные на действии ферментов микробного происхождения [4].

Целью данного исследования явилось получение биологически важных веществ из

вторичных продуктов переработки растительного сырья и изучение критериев качества и безопасности функциональных продуктов.

Исследования проводились в научно-образовательном центре Кемеровского технологического института пищевой промышленности, г. Кемерово.

В работе использовались дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, посевной материал которых выращивали на полученных гидролизатах при pH 5,0, температуре 30°C при постоянном перемешивании реакционной среды со скоростью 500 об./мин и аэрации до начала стационарной фазы.

Определение сырого протеина в сырье определяли экспресс-анализаторе азота Rapid N Cube, сырой клетчатки – с помощью системы Fibertek 1070, редуцирующих веществ – фотометрическим методом по методике Вишнякова. Токсичность оценивали с помощью тест-организмов *Tetrachimena rugiformis* на стандартной питательной среде по ГОСТ 28178-89.

Объектами настоящих исследований являлись такие растительные вторичные сырьевые ресурсы, как свекловичный жом, тыквенное сырье и солома гречихи. Выбор данных видов сырья обусловлен широким распространением, а также наличием широкого спектра эффективных биологически активных веществ (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химический состав вторичных сырьевых ресурсов

Показатель	Содержание в сырье, %		
	Солома гречихи	Свекловичный жом	Тыквенное сырье
Сырой протеин	2,54	4,5	6,4
Клетчатка	45,78	3,7	4,2
Жир	1,16	0,8	2,94
Зола	2,19	0,64	2,63

Из табл. 1 следует целесообразность использования для получения функциональных продуктов питания соломы гречихи, которая в составе практически не имеет витаминов, но содержит пищевые волокна (целлюлоза, гемицеллюлоза), выводящие из организма вредные вещества.

Клетчатка соломы гречихи подвергается микробной биоконверсии в углеводно-белковый кормовой продукт, содержание сырого протеина в котором составляет 18,6%, а клетчатки 26,4%.

Свекловичный жом и тыквенное сырье богаты биологически активными веществами, но калорийность этих сырьевых источников низкая (содержание сырого протеина и сырой клетчатки составляет 4,5 и 6,4%; 3,7 и 4,2%, соответственно. Свекловичный жом характеризуется наличием пектиновых веществ (6,43%), способных выводить из организма радионуклиды, улучшать всасывательную функцию толстой кишки, обладающих бактерицидным действием в отношении патогенной микрофлоры и содержащих витамин С.

Тыквенное сырье является источником витамина С, который обладает антиоксидантными, иммуностимулирующими свойствами и содержит пектиновые вещества.

Проведенный анализ подтверждает возможность использования в качестве биологически активных компонентов свекловичного жома, соломы гречихи и тыквенного сырья.

Обогащение соломы гречихи функциональными компонентами проводили на стадии ферментативного гидролиза экспериментальных субстратов в соотношении 1:1 – солома гречихи и свекловичный жом, солома гречихи и тыквенное сырье.

Ферментативный гидролиз 10%-х водных суспензий экспериментальных субстратов проводили 0,5% раствором целовиридина Г20Х с использованием дополнительной механической обработки и внесением этой же дозы фермента в реакционную смесь через 2 часа при pH 5,0, температуре 50°C при постоянном перемешивании реакционной среды со скоростью 150–200 об./мин. Эффективность ферментативного гидролиза представлена в табл. 2.

Таблица 2

Эффективность ферментативного гидролиза 10%-х водных суспензий экспериментальных субстратов

Солома гречихи + свекловичный жом		Солома гречихи + тыквенное сырье	
Массовая доля редуцирующих веществ, %	Глубина гидролиза, %	Массовая доля редуцирующих веществ, %	Глубина гидролиза, %
14,15	92,4	18,2	94,3

Содержание редуцирующих веществ в экспериментальных субстратах 14,15 и 18,20%, соответственно, позволяет использовать эти гидролизаты для инокуляции дрожжей и получения функциональных продуктов питания.

Обогащение микробным протеином проводили культивированием дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на полученных гидролизатах при pH 5,0, температуре 30°C при постоянном перемешивании реакционной среды со скоростью 500 об./мин и аэрации до начала стационарной фазы.

Показатели гетерофазного глубинного культивирования дрожжей на ферментативных гидролизатах представлены в табл. 3.

Были получены продукты с содержанием сырого протеина 24,0 и 30,0%, клетчатки – 25,3 и 33,3%. Сухой продукт из соломы гречихи и свекловичного жома содержит 7,4%, витамина С 21,1 мг%, а продукт из соломы гречихи и тыквенного сырья – 3,0% пектиновых веществ и 33,9 мг% витамина С.

Оценку токсичности полученных функциональных продуктов проводили через 1, 24, 72 ч. По морфологическому состоянию *Tetrachimena rugiformis*. Полученные данные представлены в табл. 4.

Методом биотестирования установлена токсикологическая безопасность полученных функциональных продуктов питания, о чем свидетельствует интенсивное накопление численности и активности инфузорий в течение 72 часов экспонирования.

Таблица 3

Показатели процесса гетерофазного культивирования дрожжей на экспериментальных ферментативных гидролизатах

Показатель	Солома гречихи + свекловичный жом	Солома гречихи + тыквенное сырье
Концентрация редуцирующих веществ (нач/кон), г/л	15,42/1,74	20,02/1,32
Потребление редуцирующих веществ, %	93,03	98,07
Содержание в сухом продукте		
Сырой протеин, %	24,0	30,0
Клетчатка, %	25,3	33,3
Пектиновые вещества, %	7,4	3,0
Витамин С, мг%	21,1	33,9

Таблица 4

Оценка токсичности полученных функциональных продуктов

Продукт	Время экспонирования		
	1 час	24 час	72 час
Солома гречихи + свекловичный жом	Живые, морфологических изменений нет	Живые, без изменений	Живые, активные, увеличение численности
Солома гречихи + тыквенное сырье			

Распространенными отходами растительного происхождения являются пивная дробина и ржаное сусло. Физико-химический состав пивной дробины представлен в табл. 5.

Для микробиологического синтеза лизина использовали мутантный штамм

*Brevibacterium* sp. В качестве основного источника углерода и энергии штамм ассимилирует, в основном, моно- и диуглеводы. Питательную среду для культивирования *Brevibacterium* sp.- продуцента лизина готовили на отходах пивоваренного производства – пивной дробины.

Таблица 5

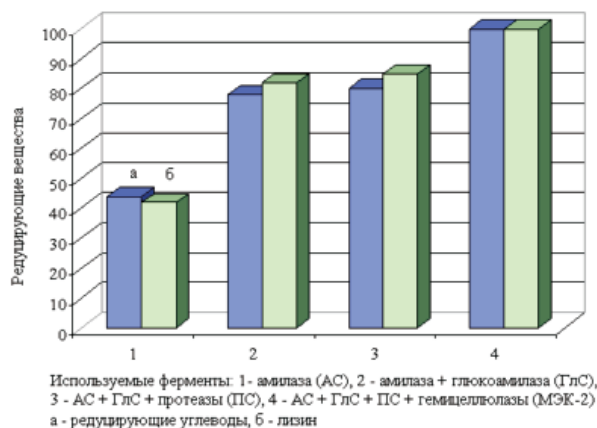
Химический состав пивной дробины (50% несоложенной ржи + 48% ячменного солода + 2% карамельного солода)

Химический состав, %	Значение показателей
Массовая доля растворимых с сухих веществ	7,20
Свободные сахара	0,23
Декстрины	0,72
Массовая доля редуцирующих веществ (гидролиз 60% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	4,47
Гексозы	1,76
Аминный азот, мг/100 см <sup>3</sup>	82,0
Белок	0,28
Крахмал	26,6

Богатый состав такой среды дает возможность вести процесс биосинтеза более экономично, снизить расход дополнительных питательных веществ, необходимых для продуцентов лизина. Для конверсии крахмала, глюкоз и белковых веществ использовали ферменты микробного происхождения: бактериальные α-амилазы и глюкоамилазы, целлюлазы, ксиланазы, β-глюкоаназы, лейцинаминопептидазу и карбоксипептидазу совместно с протеиназами соответственно (рисунок).

Известно, что бактериальная α-амилаза обладает высокой способностью к декстринизации крахмала и в меньшей степени –

к образованию мальтозы. Декстринизация крахмала питательной среды под действием только одной α-амилазы обеспечивала накопление 48% редуцирующих углеводов и синтез 47% лизина от максимального уровня. В дальнейшем гидролиз субстрата осуществляли совместно α-амилазой и глюкоамилазой, так как среди продуктов гидролиза крахмала глюкоамилазой преобладает глюкоза, которая легко усваивается бактериями. Поэтому введение этого фермента позволило увеличить концентрацию редуцирующих веществ в среде на 27% и повысить эффективность биоконверсии углевода сырья в целевой продукт.



Влияние ферментов на накопление редуцирующих веществ и синтез лизина

Совместное осажаривающее действие α-амилазы и глюкоамилазы с образованием глюкозы позволило повысить выход лизина на 31%. Введение протеаз способствовало накоплению в среде аминокислот в свободной форме и увеличению содержания легкоусвояемого аминного азота, что обеспечивало повышение степени конверсии углеводов

в лизин. Максимальный выход лизина был достигнут при использовании комплекса гидролитических ферментов – МЭК-2. Использование обработанного ферментами пивного суслу, как добавки к питательной среде, позволило снизить количество кукурузного экстракта, вносимого в питательную среду, как ростового фактора (табл. 6).

Таблица 6

Эффективность конверсии пивной дробины в качестве источников углеводов питательной среды в лизин

Питательная среда		Экстракт, %	Содержание аминного азота, мг/100 мл	Потребление углеводов, г/100 мл	Лизин, г/л	Процент конверсии
Обработка ферментами пивной дробины	Дробина/вода/сусло, %					
АС + ГлС + ПС + гелицеллюлазы (ФК-4)	40/60/0	4,0	68	2,8	8,2	29,3
		0,0	28	4,1	11,0	26,8
		1,0	39	5,2	16,5	31,7
		2,0	57	6,3	20,7	32,9
	40/20/40	4,0	110	6,5	21,7	33,3
		0,0	42	6,9	22,8	28,5
		1,0	52	7,8	28,8	36,9
		2,0	89	7,9	29,2	37,0
		4,0	127	7,9	29,3	37,1

Таким образом, повышению эффективности конверсии углеводов питательной среды, конструируемой на основе полупродуктов и отходов пивоваренного производства, способствует не только повышение накопления в среде усвояемых углеводов, но и свободных аминокислот. Введение пивного суслу в количестве 20–40% на фоне дробины, обработанной гидролазами, обеспечивало увеличение конверсии в лизин в 2,6–3,6 раза соответственно. Использование протеолитических ферментов позволило снизить в 4 раза расход ростового фактора – кукурузного экстракта, оптимальный уровень которого составил 1,0%.

На основании проведенных исследований были получены биологически важные вещества из вторичных продуктов переработки растительного сырья и изучение кри-

териев качества и безопасности функциональных продуктов.

*Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы».*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов В.В. Биотехнологические основы глубокой переработки зернового крахмалосодержащего сырья: монография. – Новосибирск: ГНУ Сиб. НИИ, 2010. – 168 с.
2. Гайдим И.Л. Вторичные продукты переработки зерна как источник биологически активных веществ / И.Л. Гайдим, И.И. Таболич, С.М. Бутрим // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – №2. – С. 42–47.
3. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. – М.: Франтера, 2002. – 211 с.
4. Шаззо А.А. Использование нетрадиционного растительного сырья при производстве хлебоулучшителей функционального назначения / А.А. Шаззо, Е.А. Фролова, Е.П. Спильник // Новые технологии. – 2002. – №2 – С. 32–38.