



**Рисунок 1.** Управляющие воздействие: 1 – при использовании гаусовских функций принадлежности; 2 – линейных функций принадлежности.

### БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ДОБАВКА ИЗ БИОМАССЫ ДРОЖЖЕЙ

Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С.

*Московский государственный университет пищевых  
производств*

В настоящее время потребность населения нашей планеты в продуктах питания полностью не удовлетворяется. Особенно остро ощущается дефицит пищевого белка, который оценивается в 10-25 млн. тонн в год и в ближайшее время, вероятно, сохранится. Потребность человека в белке может быть частично удовлетворена с помощью растительных и животных белков, однако, общим для них является недостаток отдельных аминокислот, таких как лизин, триптофан, метионин, изолейцин, тирозин.

В сложившихся условиях дефицита белка микробный синтез является одним из перспективных путей получения белковых веществ. Наиболее исследованными являются дрожжи, содержащие 40-55 % белка, из которых усваивается организмом человека 85-88%, что соответствует промежуточному значению между растительным и животным белком. Белок дрожжей обычно беден метионином и цистеином, но богат лизином и треонином.

Концентраты и изоляты дрожжевого белка относятся к группе биологически активных добавок (БАД), которые являются нутрицевтиками, применяемыми для коррекции химического состава пищи. Белковые добавки производят в виде 3-х основных типов продуктов, которые различаются по содержанию белка (около 50, 60-65, 80% и выше) и его фракционному составу. К первому типу продуктов с содержанием около 50% белка относят дезинтеграт биомассы дрожжей. Ко второму типу – концентраты из биомассы микроорганизмов с содержанием белка 60-65%. Изоляты, содержащие 80% и более белка, – наиболее дорогой и безопасный тип белковых продуктов на основе микробной биомассы.

При получении очищенных белковых препаратов необходимо удалять реакционно - способные и легко

окисляемые липиды, т.к. взаимодействие продуктов окисления липидов и белков приводит к падению питательно-физиологических показателей препарата. Также дрожжевой белок должен быть очищен и от нуклеиновых кислот, что определяется специфическими особенностями пуринового обмена человека и выделением основной массы продуктов трансформации в виде пуриновых оснований.

В свою очередь, все натуральные пищевые продукты не являются сбалансированными, т.к. не содержат незаменимых нутриентов в необходимых количествах и соотношениях. Адекватный рацион питания должен включать достаточное количество пищевых и биологически активных веществ. Ведущая роль, по прогнозам специалистов, в питании людей будет принадлежать биологически активным добавкам (БАД), основу которых составляют биологически активные вещества.

Учитывая вышеизложенное, нами разработана технология БАД к пище из биомассы хлебопекарных дрожжей, в виде белково-углеводных концентратов, обладающих высокой питательной ценностью, функциональными и лечебно-профилактическими свойствами.

Объектом исследования служили хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. При выращивании на мелассно-солевой среде в присутствии стимулятора роста Гипоксена штамма LK-14 *S.cerevisiae* получена биомасса с содержанием до 54% «сырого протеина». Полученную дрожжевую биомассу обрабатывали литическими ферментами для увеличения проницаемости клеточной стенки, липиды удаляли водным раствором этанола, денуклеинизацию вели за счет действия собственных эндонуклеаз клетки при оптимальных условиях.

Для улучшения экстрагируемости внутриклеточных компонентов проводили слабый гидролиз полимеров клеточной стенки отечественными ферментными препаратами комплексного действия Поликанесцин и Лизофунгин. Состав полученных белково-углеводных концентратов представлен в таблице 1.

**Таблица 1.** Биохимический состав биомассы и белково-углеводных концентратов

Дрожжевые белки	«Сырой протеин», % АСВ (N · 6, 25)	Истинный белок, % АСВ	Липиды, % АСВ	НК, % АСВ	Углеводы, % АСВ	Зола, %
Исходная биомасса прессованных хлебопекарных дрожжей	49,0	45,5	10,0	8,0	19,0	6,88
Белково-углеводный концентрат, полученный без предобработки биомассы дрожжей ферментным препаратом	60,0	57,5	2,18	2,38	21,0	6,59
Белково-углеводный концентрат, полученный с предобработкой биомассы дрожжей ферментным препаратом Поликанесцин	64,0	61,5	1,65	2,35	20,5	5,22
Белково-углеводный концентрат, полученный с предобработкой биомассы дрожжей ферментным препаратом Лизофунгин	63,0	60,5	1,68	2,37	20,0	5,20

Важным фактором при применении белковых продуктов является их состав и молекулярно-массовая характеристика. Она служит обоснованием возможности использования их в пищу в качестве БАД. Гель-хроматографией на Сефадексе G-100 установлено, что исходная биомасса дрожжей состоит из 55% глобулинов молекулярной массы (ММ) 86000 Да и 22% альбуминов с ММ 21000 Да. Полученные белково-углеводные концентраты с содержанием белка 57,5 – 61,5% состоят из 60-64% глобулинов с ММ 98000-100000 Да и 22-25% альбуминов с ММ 21500-21800 Да.

Определение аминокислотного состава белка препаратов показало, что предлагаемый способ получения БАДа не снижает аминокислотный скор незаменимых аминокислот, при получении препаратов, а наоборот, повышает содержание всех незаменимых аминокислот в процессе концентрирования.

В настоящее время имеется достаточно фактических данных, свидетельствующих о наличии пребиотических свойств (т.е. способности оказывать благотворный эффект на симбиотическую микрофлору человека) у дрожжей рода *Saccharomyces*. Подобный эффект оказывают остатки мананов, глюканов, клеточных стенок дрожжей. Полученные БАД обладают способностью извлекать из среды катионы тяжелых металлов и подавлять патогенную и условно-патогенную микрофлору.

Исследование сорбционной способности полученных белково-углеводных концентратов по отношению к патогенной, условно-патогенной микрофлоре и тяжелым металлам показало наличие хороших сорбционных свойств, что позволило рекомендовать их к использованию при изготовлении продуктов диетического и лечебно-профилактического назначения.

Известно, что на функциональные свойства белков в процессе изготовления продуктов питания влияют различные технологические факторы.

Полученные белково-углеводные концентраты использовались в качестве БАД в хлебобулочных из-

делиях, поэтому нами при определении растворимости, водо- и жиросвязывающей способности (ВС и ЖСС) в качестве контроля использовалась белковая мука из отрубей с содержанием белка 41,0% с известными значениями растворимости, ВС и ЖСС. В качестве опытных использовали 3 варианта белково-углеводных концентратов (Табл. 2).

Исследования показали, что максимум растворимости полученных БАД наблюдается при температуре 50° С, которая обычно используется в технологических процессах производства комбинированных продуктов питания. В диапазоне значений рН 4,5 - 8,5, характерных для пищевых продуктов и их полуфабрикатов, растворимость белка относительно невелика – в среднем 15,1 – 36,3%, поэтому использование полученных БАД без предварительной модификации целесообразно в изделиях, на качество которых высокий показатель растворимости влияет отрицательно. К таким пищевым продуктам относятся хлебобулочные и мучные кондитерские изделия.

В таблице 2 представлены сведения о ВС и ЖСС полученных белково-углеводных концентратов и белой муки из отрубей.

Полученные значения функциональных свойств белково-углеводных концентратов подтверждают возможность их применения в качестве БАД в хлебобулочных изделиях.

В производственных условиях была произведена серия выпечек хлебобулочных изделий из пшеничной муки высшего сорта (контроль), с введением в рецептуру БАД (опыт) и определены органолептические и физико-химические показатели полученных образцов хлеба. На основании проведенной оценки органолептических и физико-химических показателей контрольных и опытных образцов сделан вывод, что введение в рецептуру 5% БАД, полученных как из нативной биомассы дрожжей, так с предобработкой дрожжей ферментами, позволяет повысить содержание белка в хлебе на 24,13 – 25,82%, при этом отмечено хорошее сохранение формы и объема как подового, так и формового хлеба.

**Таблица 2.** Водно-и жиросвязывающая способности белково-углеводных концентратов (рН 7,0)

Исследуемые варианты белоксодержащих концентратов	Содержание белка, %	ВС, г воды на г продукта	ЖСС, г масла на г продукта
Белковая мука из отрубей	41	4,0	3,9
Белково-углеводный концентрат, полученный без предобработки биомассы дрожжей ферментным препаратом	57,3	4,4	2,2
Белково-углеводный концентрат, полученный с предобработкой биомассы дрожжей ферментным препаратом Поликанесцин	61,5	5,6	1,5
Белково-углеводный концентрат, полученный с предобработкой биомассы дрожжей ферментным препаратом Лизофунгин	60,5	5,2	1,7

Введение 10% БАД из биомассы дрожжей предобработанной ферментным препаратом Поликанесцин ухудшает физико-химические показатели формового хлеба, однако по органолептическим показателям данный образец удовлетворяет предъявляемым требованиям к хлебобулочным изделиям. При этом повышение содержания белка на 53,2 – 56,1% позволяет использовать предлагаемую БАД в такой концентрации для производства хлебобулочных изделий с диетическими и лечебно-профилактическими свойствами.

На основании исследованных функциональных свойств полученные БАД могут быть также рекомендованы для введения в рецептуры пищевых концентратов для повышения их биологической ценности.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРРИТИЗИРОВАННЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ШЛАМОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Климов Е.С.<sup>1</sup>, Семенов В.В.<sup>2</sup>,

Завальцева О.А.<sup>1</sup>, Горшенина Е.М.<sup>1</sup>, Подольская З.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный университет,

<sup>2</sup>Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск

В производственном цикле большинства машиностроительных, приборостроительных и других предприятий широко применяются различные гальванические процессы, которые характеризуются особой спецификой. Это, с одной стороны, значительное потребление чистой воды, с другой – образование большого объема жидких отходов: сточных вод (СВ), от-

работанных электролитов и различных концентратов. Наиболее токсичными загрязняющими веществами гальваноотходов являются ионы тяжелых металлов (ИТМ).

На сегодняшний день разработано большое количество методов очистки гальваносток, из которых наиболее эффективными являются сорбционно-ионообменные. Однако данные методы не нашли широкого промышленного применения ввиду высокой стоимости сорбентов и необходимости их регенерации. В то же время, исследования последних лет показывают, что дорогие синтетические сорбенты могут быть заменены более дешевыми природными материалами или отходами производства (например, осадками СВ).

По данным осадки, образующиеся при ферритной очистке СВ гальванических производств, обладают значительной адсорбционной способностью по отношению к катионам тяжелых металлов и органическим веществам. Однако их получение экономически невыгодно, поскольку требуется большой расход энергии для нагрева всего объема стоков до температуры 70-80°С. Более целесообразным представляется получение ферритных осадков из концентрированных суспензий гальванических шламов.

Экспериментальные исследования показали, что максимальная степень очистки стоков с применением ФГШ достигается при массовом соотношении  $\Sigma Me^{n+}:ФГШ$  равном 1:10, времени процесса очистки – 40...45 мин., значении рН стоков – 7,5...8,5. В таблице представлены результаты очистки производственных гальваносток с применением ферритизированного гальваношлама.

Сравнительные показатели эффективности реагентной (с применением и без применения ФГШ) и сорбционной очистки гальваносток (для реагентной очистки:  $pH_{исх}=4,67$ ;  $pH_{кон}=7,32$ ;  $m_{\Sigma Me^{n+}}:m_{ФГШ}=1:10$ ; для сорбционной очистки:  $m_{\Sigma Me^{n+}}:m_{ФГШ}=1:10$ ,  $\tau=40$ мин, рН после добавления ФГШ = 7,64)

Извлекаемый металл	Исходная концентрация металла ( $C_{исх}$ ), мг/л	Реагентная очистка гальваносток известковым молоком				Сорбционная очистка с применением ФГШ	
		без применения ФГШ		с применением ФГШ			
		$C_{кон}$ , мг/л	$\alpha$ , %	$C_{кон}$ , мг/л	$\alpha$ , %	$C_{кон}$ , мг/л	$\alpha$ , %
Никель	31,46	0,82	97,4	0,61	98,1	0,33	99,0
Медь	24,30	1,38	94,3	0,93	96,2	0,58	97,6
Хром	60,43	1,81	97,0	1,10	98,2	0,75	98,8
Цинк	20,54	1,30	93,7	0,89	95,7	0,43	97,9
Железо	74,12	2,47	96,7	1,17	98,4	0,69	99,1
$\alpha_{ср.}, \%$			95,8		97,3		98,5

Примечание:  $C_{кон}$  – конечное содержание металла в очищенной воде;  $\alpha$  – степень очистки СВ ( $\alpha = (C_{исх} - C_{кон}) \cdot 100\% / C_{исх}$ ).