

УДК 663.12:602.4

Биотехнологические аспекты получения функциональных ингредиентов на основе конверсии биомассы *Saccharomyces cerevisiae* 985-Т© 2020 Е.М. СЕРБА^{1*}, Л.В. РИМАРЕВА¹, М.Б. ОВЕРЧЕНКО¹, Н.И. ИГНАТОВА¹,
Н.В. ШЕЛЕХОВА¹, Н.С. ПОГОРЖЕЛЬСКАЯ¹, И.М. АБРАМОВА¹¹ Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва, 111033

*e-mail: serbae@mail.ru

Поступила в редакцию 28.03.2020 г.

После доработки 16.04.2020 г.

Принята к публикации 24.07.2020 г.

Разработан алгоритм процесса биокаталитической конверсии полимеров субклеточных структур дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 985-Т. Показано, что воздействие ферментов на маннопротеины и β -гликаны клеточных стенок привело к деформации их структуры и переводу более 50% полисахаридов в растворимое состояние с образованием 13,4% редуцирующих углеводов, 1,8% аминного азота и 7,7% аминокислот в свободной форме (биопрепарат-1). Биопрепарат-2 характеризовался повышенным содержанием общих углеводов (32,2%) и клетчатки (10,5%). Установлено, что совместное действие комплекса протеиназ и пептидаз способствовало повышению степени гидролиза субклеточных структур, которое сопровождалось увеличением содержания аминного азота в 2,7 раза, свободных аминокислот — в 3,1 раза, низкомолекулярных пептидов (до 500 Да) — в 3,5 раза (биопрепарат-3). В исследуемых биопрепаратах выявлено высокое содержание фосфора и калия. Показано, что использование ферментных систем, катализирующих гидролиз внутриклеточных полимеров биомассы дрожжей, позволяет получать биопрепараты с различным биохимическим и структурно-фракционным составом, что определяет их свойства.

Ключевые слова: *Saccharomyces cerevisiae*, ферменты, структурно-фракционный состав, функциональные ингредиенты

doi: 10.21519/0234-2758-2020-36-4-34-41

Биологические ресурсы растительного, животного и микробного происхождения являются природными источниками ценных компонентов для производства пищевых и кормовых продуктов, функциональных ингредиентов и др. Происходящее в результате антропогенной деятельности человечества сокращение биоресурсного потенциала представляет собой серьезную проблему, особенно для сохранения продовольственной безопасности страны. Кроме того, рост продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы сдерживается несбалансированностью их рационов, особенно по белку

и незаменимым аминокислотам, по важнейшим макро- и микроэлементам. Одним из перспективных направлений для устранения существующего дефицита считается использование биологически активных добавок, полученных на основе микроорганизмов.

В перерабатывающих отраслях промышленности используется незначительная часть микробного генофонда, но она играет важнейшую роль в пищевых технологиях, основанных на биоконверсии сельскохозяйственного сырья [1–3]. Биомасса микроорганизмов — это биоресурс для создания инновационных технологий.

Сокращения: КС — клеточная стенка; СВ — сухое вещество; ФС — ферментативная система.

На современном этапе проблема полноценного обеспечения пищевых потребностей человека может быть решена на основе новых подходов и методов в конструировании пищевых продуктов и кормов с привлечением биомассы микроорганизмов для восполнения дефицита в макро- и микронутриентах. К перспективным источникам жизненно важных биологически активных веществ (БАВ) относятся дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, широко применяемые в бродильных производствах, остаточная биомасса которых — биоресурс для получения функциональных ингредиентов [4–6]. В работах последних лет продемонстрирована перспективность ферментативных методов обработки дрожжей для повышения биодоступности внутриклеточных компонентов и в первую очередь белковых веществ [7, 8]. С помощью электронной микроскопии исследованы структурные изменения дрожжевой клетки под действием ферментов с различной субстратной специфичностью [9]. Однако сравнительных исследований биохимического и структурно-фракционного состава ферментоллизатов дрожжевой биомассы, полученных на различных этапах биокаталитического процесса, практически не проводилось.

Цель проведенного нами исследования состояла в установлении взаимосвязи биохимического и спектрально-фракционного состава ферментоллизатов дрожжевой биомассы для получения на их основе функциональных ингредиентов.

УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Дрожжевая биомасса и ее обработка

Объектом исследований служила дрожжевая биомасса, полученная после культивирования промышленной расы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 985-Т на 20%-ном солодовом сусле в анаэробных условиях. По окончании ферментации биомассу отделяли путем центрифугирования (5 000 об/мин, 10 мин) и из полученного осадка готовили 30%-ную водную суспензию.

Для биокаталитической конверсии полимеров дрожжевой биомассы использованы ферментные системы (ФС) с различной субстратной специфичностью и механизмом действия. ФС получены путем глубинного культивирования продуцентов с последующим концентрированием фильтрата культуральной жидкости методом ультрафильтрации. ФС-1, продуцируемая микромицетом *Aspergillus foetidus*, была источником β-глюканазы (167,4 ед/см³), хитиназы (3,7 ед/см³), маннаназы (7,7 ед/см³) и протеиназы (10,1 ед/см³); ФС-2, синтезируемая мицелиальным грибом *A. oryzae* служила источником комплекса протеаз (670,0 ед/см³) [10, 11].

Анализ состава ферментоллизатов

В ферментоллизатах дрожжевой биомассы концентрацию аминного азота определяли методом йодометрического титрования в отсутствие солей аммония (ОФС.1.2.3.0022.15; <https://pharmacopoeia.ru/ofs-1-2-3-0022-15-opredelenie-aminnogo-azota-metodami-formolnogo-i-jodometricheskogo-titrovaniya/>); содержание общих и редуцирующих углеводов — колориметрическим методом [12], общего белка — методом Кьельдаля на автоматической установке для определения азота Vadopest 10 (Gerhardt, Германия) с использованием автоматического титратора DL 15 (Mettler Toledo, Швейцария) (ГОСТ 32044.1-2012); содержание клетчатки — спектроскопией в ближней инфракрасной области (ГОСТ 32040-2012). Ионный состав анализировали методом капиллярного электрофореза с использованием системы PrinCE 560 (PrinCE Technologies, Нидерланды), оснащенной кондуктометрическим детектором [13].

Анализ аминокислотного состава пептидов

Спектральный анализ состава низкомолекулярных пептидов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на квадрупольной масс-спектрометрической системе Agilent 6120 (Agilent Technologies, Inc, США) [14]. Содержание аминокислот в дрожжевой биомассе и ферментоллизатах определяли на хроматографе Knauer EuroChrom 2000 (Knauer, Германия) с последующим детектированием компонентов на спектрофотометре Smartline UV Detector 2500 (Knauer) при длине волны 570 нм. Просчет аминокислот проводили методом сравнения площадей стандарта и образца [15].

Обработка результатов

Статистическую обработку данных, полученных не менее чем в трех повторях, проводили с помощью программы Microsoft Excel с использованием коэффициента Стьюдента (доверительный интервал 0,95).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С использованием подобранных ферментативных систем β-глюканазного, маннанолитического и протеолитического действия проведена направленная биодеструкция субклеточных структур дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* 985-Т. Алгоритм введения ФС с заданной субстратной специфичностью и условия катализа представлены на рис. 1. Особенность процесса заключалась в поэтапном проведении ферментоллиза с отбором на определенных стадиях экспериментальных

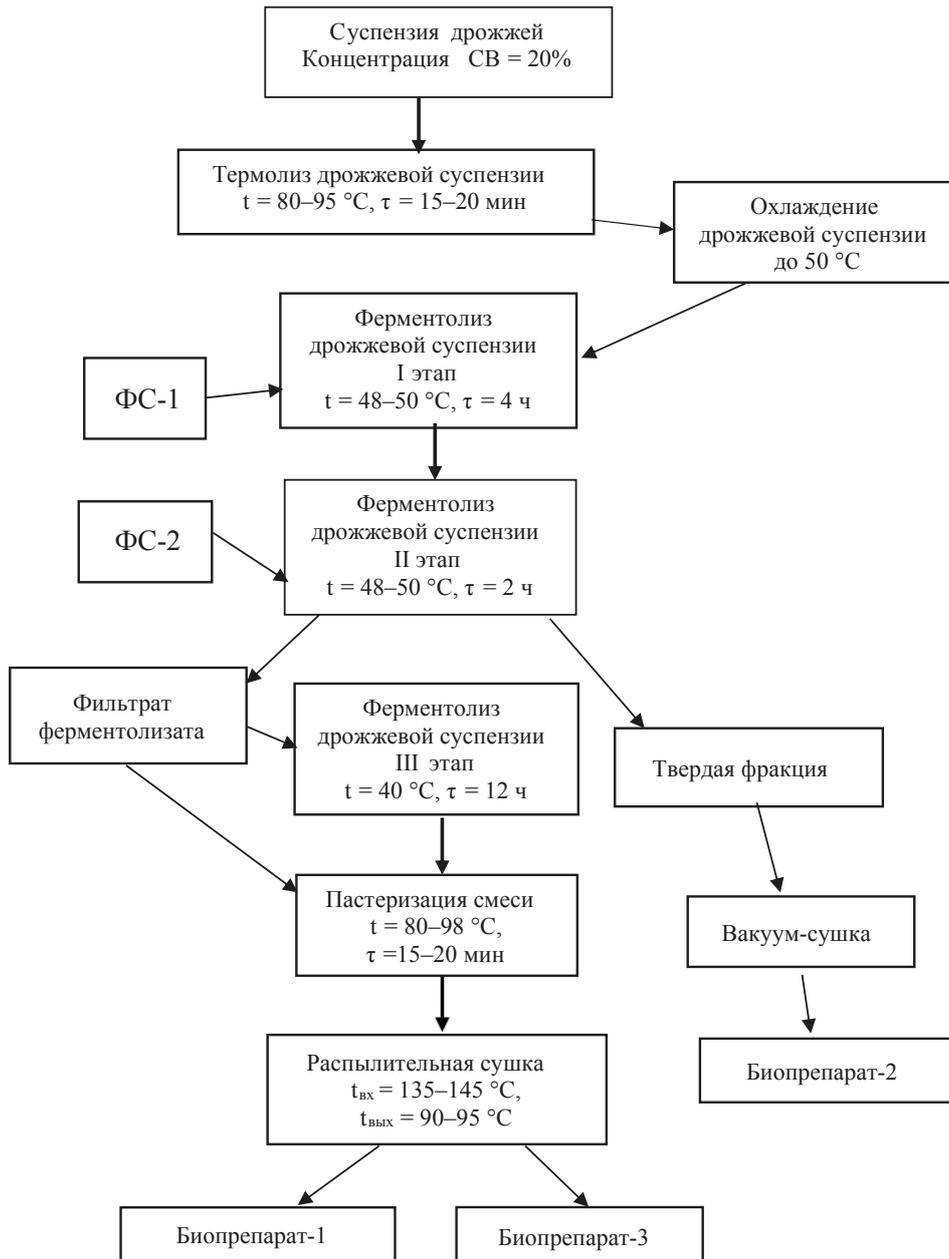


Рис. 1. Алгоритм получения ферментализатов биомассы *S. cerevisiae* 985-T.

Fig. 1. Algorithm for the production of lysates of *S. cerevisiae* 985-T biomass.

образцов с различной степенью конверсии внутриклеточных полимеров. На первом этапе под действием ФС-1 (4 ч, 48–50 °С) частичной деградации подвергались полисахариды клеточных стенок (КС) дрожжей, состоящих в основном из маннопротеинового (40%) и β-глюканового слоев (60%) [16]. На втором этапе дополнительно вводили ФС-2, катализирующую гидролиз белков, и инкубировали полученную смесь в течение 2 ч при той же температуре. Полученный ферментализат дрожжевой биомассы разделяли на жидкую фазу (биопрепарат-1) и твердую фракцию (биопрепарат-2) (рис. 1).

Для достижения более глубокой степени деградации растворимых компонентов дрожжевой клетки процесс ферментализа оставшейся части фильтрата продолжали еще 12 ч при 40 °С. Необходимость снижения температуры была вызвана термолабильностью грибных протеаз (ФС-2), уровень активности которых после 4-часовой инкубации при 50 °С существенно снижался [7]. В результате трехэтапного гидролиза получен биопрепарат-3.

Предлагаемая последовательность ферментативной конверсии дрожжевой биомассы позволила получить препараты с различным биохимическим

Таблица 1

Биохимическая характеристика ферментоллизатов *S. cerevisiae* 985-T

Biochemical characteristics of *S. cerevisiae* 985-T lysates

Наименование препаратов	Массовая доля СВ, %	Клетчатка, %	Белок %	Углеводы, %		Аминный азот, %
				Общие	Редуцирующие	
Биопрепарат-1	92	3,0	49,5	22,1	13,4	1,8
Биопрепарат-2	95	10,5	34,1	32,2	7,1	1,0
Биопрепарат-3	91	1,4	50,6	21,7	18,7	4,8

Таблица 2

Фракционный состав пептидов и аминокислот в экспериментальных образцах ферментоллизатов биомассы *S. cerevisiae* 985-T

Fractional composition of peptides and amino acids in experimental samples of *S. cerevisiae* 985-T lysates

Показатели	Биопрепарат-1	Биопрепарат-2	Биопрепарат-3
Содержание пептидов, %			
$M_r > 1\ 000$ Да	21,0	62,0	0
$1\ 000 > M_r > 500$ Да	54,0	29,0	11,0
$M_r < 500$ Да	25,0	9,0	89,0
Общее содержание АК, %	42,3	29,6	43,2
Свободные АК, %	7,7	2,2	23,7
от общих АК	18,1	7,4	54,9

Примечание: АК — аминокислоты.

и фракционным составом (табл. 1 и 2). Биокаталитическое воздействие ФС-1 на маннопротеины и β -глюканы КС привело к деформации дрожжевой клетки и нарушению структуры КС, что способствовало повышению доступности белковых полимеров протоплазмы к действию ФС-2 [9]. В результате деструкции полисахаридов более 50% из них было переведено в растворимое состояние с образованием 13,4% редуцирующих веществ и 1,8% аминного азота в биопрепарате-1 (табл. 1). Биопрепарат-2 характеризовался повышенным содержанием общих углеводов и клетчатки.

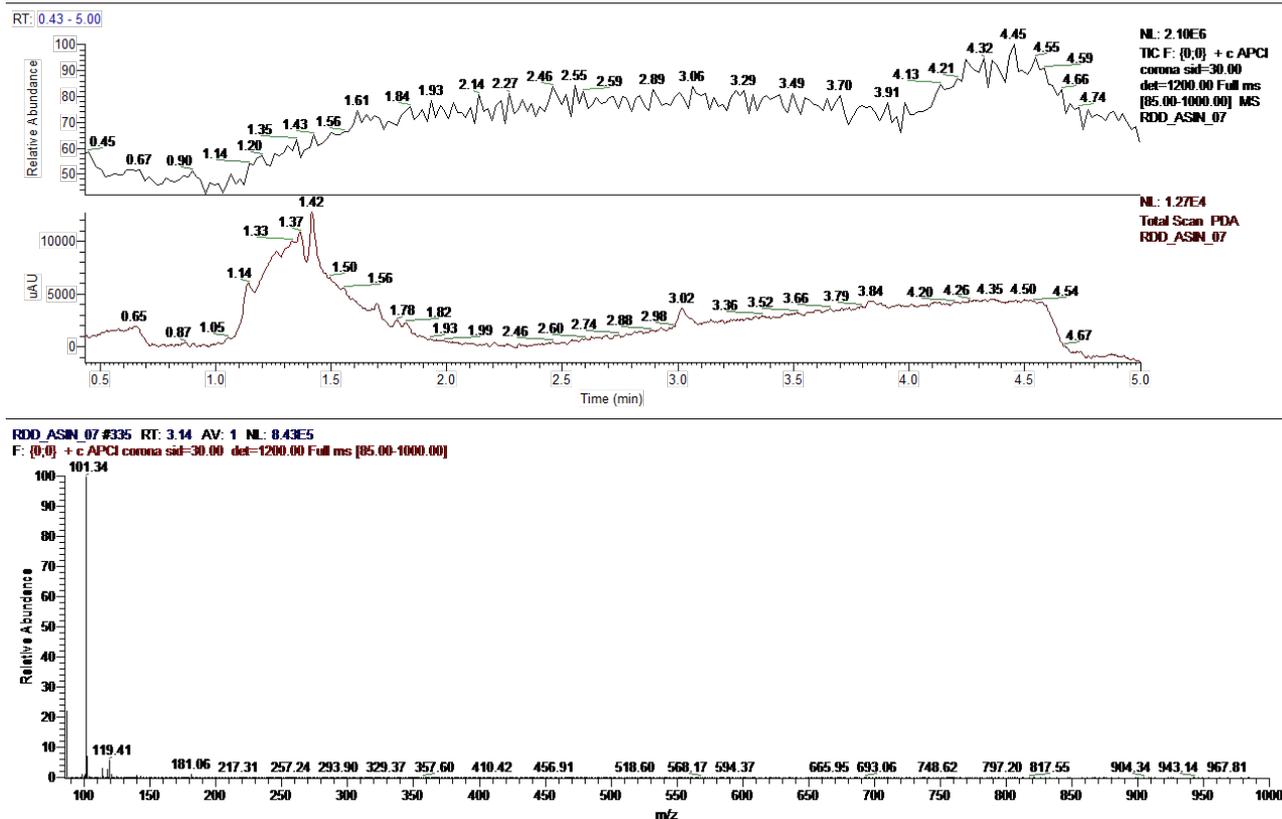
Совместное действие ферментов, катализирующих гидролиз полисахаридов КС и белковых веществ протоплазмы в течение 18 ч, способствовало существенному повышению степени ферментативной деструкции субклеточных структур, которое сопровождалось увеличением содержания в биопрепарате-3 редуцирующих веществ на 40%, аминного азота — в 2,7 раза по сравнению с показателями для биопрепарата-1 (табл. 1).

Результаты масс-спектрометрического анализа полученных биопрепаратов подтвердили их различия в фракционном составе белковых веществ. Представленный на рис. 2 спектр подвергнутой термолизу дрожжевой биомассы показывает, что термолиз не приводил к глубоким структурным изменениям. В спектре

отсутствовали способные к ионизации молекулы и поэтому в образце практически не содержалось веществ с молекулярной массой ниже 1 000 Да.

Совместное биокаталитическое действие ФС-1 и ФС-2 способствовало повышению степени гидролиза белковых веществ дрожжевой биомассы с выделением 18,1% аминокислот в свободное состояние от их общего содержания (через 6 ч) и 54,9% (через 18 ч) (табл. 2). Изменился и спектральный состав ферментоллизатов — с преимущественным образованием низкомолекулярных пептидов. Подсчет площади пиков позволил установить, что в биопрепарате-1 содержание низкомолекулярных пептидов с молекулярной массой до 500 Да составило около 25% от общего содержания белковых веществ, в биопрепарате-3 их доля увеличилась в 3,5 раза и составила 89% (табл. 2). Проведение длительной биокаталитической деструкции (14 ч) позволило повысить глубину гидролиза дрожжевого белка и содержание свободных аминокислот в 3,1 раза.

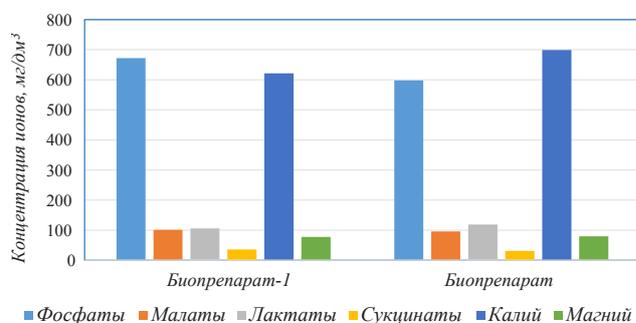
Таким образом, основные биологически ценные компоненты, содержащиеся в ферментоллизатах дрожжей (биопрепарате-1 и биопрепарате-3), находились в легкоусвояемой и доступной для организма форме. В биопрепарате-3 практически все белковые вещества представлены в виде низкомолекулярных пептидов

Рис. 2. Масс-спектр биомассы *S. cerevisiae* 985-T после термолитиза.Fig. 2. Mass spectrum of *S. cerevisiae* 985-T biomass after thermolysis.

с $M_r < 1\ 000$ Да, а углеводы — редуцирующими соединениями (86% от общего содержания) (табл.1 и 2). В биопрепарате-1 содержание низкомолекулярных пептидов и редуцирующих углеводов было несколько ниже. Биопрепарат-2, полученный на основе КС дрожжей, содержал 32,2% углеводов, из которых 7,1% составляли редуцирующие сахара и 10,5% — клетчатка; 38% белковых веществ было представлено в виде низкомолекулярных пептидов (табл.1).

Известно, что в функциональном питании важная регуляторная роль принадлежит микроэлементам [17, 18]. Как видно из полученных результатов, в анализируемых биопрепаратах в наибольшем количестве содержались фосфаты и калий (рис. 3). Среди биогенных элементов, выявленных в биопрепаратах дрожжевой биомассы, особая роль принадлежит фосфору, который является органомным элементом, входящим в состав всех живых организмов, а также калию и магнию, содержащихся в активном центре ряда важных ферментов, оказывающих регуляторное влияние на обменные процессы [19].

Результаты исследований подтвердили перспективность использования ферментолитизатов

Рис. 3. Содержание основных анионов и катионов в ферментолитизатах биомассы *S. cerevisiae* 985-T.Fig. 3. The content of major anions and cations in the lysates of *S. cerevisiae* 985-T biomass (biological products 1 and 3).

дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в технологиях пищевых и кормовых добавок в качестве источника не только полноценных белков, полисахаридов, незаменимых аминокислот, но и как медиатора, позволяющего регулировать минеральный состав питания [20]. Питательная ценность биомассы определяется также и ее богатым витаминным комплексом. В дрожжевой биомассе высокое содержание витаминов группы В, играющих

важную роль в обменных процессах, особенно это касается ниацина (В3), пиридоксина (В6), рибофлавина (В2) и холина (В4) [21–23].

Систематизированные данные научной литературы и результатов экспериментальных исследований медико-биологических свойств биопрепаратов, полученных на основе дрожжей *S. cerevisiae*, позволили обосновать перспективные направления их использования в качестве функциональных ингредиентов для создания специализированных продуктов.

Биопрепараты, полученные методом биокаталитической деструкции полисахаридов КС дрожжей, к которым относится биопрепарат-2, обладали хорошей сорбирующей способностью, поддерживали стабильность клеточной мембраны, препятствовали разрушению клеточной стенки, снижали перекисное окисление липидов. [24, 25].

Ранее показано, что пептидно-аминокислотные биопрепараты-2 и -3 проявляют не только антиоксидантный эффект, выраженный в нормализации системы клеточного и гуморального иммунитета, но и цитотоксический по отношению к перевиваемым опухолевым клеткам [22, 26–28]. Наиболее высокая противоопухолевая активность показана для биопрепарата с самой глубокой степенью деструкции внутриклеточных полимеров дрожжей — биопрепарата-3 [28]. Кроме того, выявлено избирательное противоопухолевое действие этих биопрепаратов — они вызывают апоптоз только в опухолевых клетках, не затрагивая нормальные [28, 29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показано, что, регулируя процесс биокаталитического гидролиза дрожжевой клетки, можно получать биологически активные добавки с заданными структурно-функциональными свойствами. В результате проведенных исследований установлено, что ФС, направлено катализируя гидролиз внутриклеточных полимеров микробной биомассы, способствуют получению биопрепаратов с различным биохимическим и структурно-фракционным составом, оказывающим влияние на их функциональные свойства. Показано, что ферментоллизаты микробной биомассы с более глубокой степенью деструкции содержат высокое количество ценных нутриентов (незаменимых аминокислот, низкомолекулярных биоактивных пептидов, витаминов группы В, микро- и макроэлементов) в легкодоступной для организма человека форме. Следует заметить, что интактная клетка *S. cerevisiae* не обладает

теми функциональными свойствами, которые проявляют ее субклеточные структуры после ферментативной деструкции [24, 26–29].

Биопрепараты, полученные на основе ферментоллизатов дрожжевой биомассы, могут использоваться в качестве функциональных ингредиентов для восполнения дефицита рациона питания по белку и аминокислотам, для создания специализированной пищевой продукции, обогащенной легкоусвояемыми незаменимыми аминокислотами, витаминами, микроэлементами; для конструирования профилактических и оздоровительных продуктов, способствующих улучшению состояния и восстановления работоспособности; для профилактического питания больных, страдающих нарушениями белкового обмена, нарушениями функций желудочно-кишечного тракта.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Римарева Л.В., Серба Е.М., Соколова Е.Н. и др. Ферментные препараты и биокаталитические процессы в пищевой промышленности. *Вопросы питания*, 2017, 86(5), 80–91.
2. Rimareva L.V., Sokolova E.N., Serba E.M., et al. Reduced allergenicity of foods of plant nature by the method of enzymatic hydrolysis. *Orient. J. Chem.*, 2017, 33(4), 2009–2015. doi: 10.13005/ojc/330448
3. Волкова Г.С., Белекчи А.П. Скрининг бактериоцинопродуктирующих штаммов молочнокислых бактерий для создания препарата с антимикробными свойствами. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2018, 2, 66–69.
4. Yamada E.A., Scarbieri V.C. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) protein concentrate: preparation, chemical composition, and nutritional and functional properties. *J. Agr. Food Chem.*, 2005, 53(10), 3931–3936. doi:10.1021/jf0400821
5. Поляков В.А., Римарева Л.В., Серба Е.М. и др. Биологически активные добавки микробного происхождения как фактор, формирующий функциональные свойства пищевых продуктов. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2013, 12, 43–47.
6. Лыков И.Н., Гаранин Р.А. Способ получения глюкан-хитозанового комплекса из дрожжевой биомассы отходов пивоваренного производства. Заявка: 2012116886/10, 27.04.2012. Патент РФ № 2499836 Оpubл. 27.11.2013. Бюл. № 33.
7. Серба Е.М., Таджиров П.Ю., Римарева Л.В. и др. Получение пептидно-аминокислотных ингредиентов

- на основе грибной биомассы *Aspergillus oryzae*. *Микология и фитопатология*, 2020, 54(1), 23–32.
8. Серба Е.М., Оверченко М.Б., Погоржельская Н.С. и др. Зависимость степени деструкции белковых веществ микробной биомассы от состава протеолитического комплекса. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, 2015, 2, 48–51.
 9. Серба Е.М., Римарева Л.В., Курбатова Е.И. и др. Исследование процесса ферментативного гидролиза биомассы дрожжей для создания пищевых ингредиентов с заданным фракционным составом белковых веществ. *Вопросы питания*, 2017, 86(2), 76–83.
 10. Курбатова Е.И., Соколова Е.Н., Борщева Ю.А. и др. Микромицет *Aspergillus foetidus* — продуцент комплекса гидролитических ферментов. *Микология и фитопатология*, 2017, 51(1), 34–40.
 11. Римарева Л.В., Серба Е.М., Оверченко М.Б. и др. Многоцелевое использование гриба *Aspergillus oryzae* — продуцента комплекса гидролаз для пищевой промышленности. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, 2018, (5), 29–33.
 12. Поляков В.А., Абрамова И.М., Польшалина Г.В., Римарева Л.В., Корчагина Г.Т., Пискарева Е.Н. Инструкция по техно-химическому и микробиологическому контролю спиртового производства. Москва: ДеЛипринт, 2007, 480 с.
 13. Шелехова Н.В., Поляков В.А., Римарева Л.В. Капиллярный электрофорез как высокоэффективный аналитический метод исследования состава сложных биологических сред. *Пиво и напитки*, 2017, 2, 34–38.
 14. Артеменко К.А., Самгина Т.Ю., Лебедев А.Т. Масс-спектрометрическое *de novo* секвенирование пептидов. *Масс-спектрометрия*, 2006, 3, 225–255.
 15. Росляков В.Я., Тарасенко И.С., Балабанов Н.П., Васильев П.С. Определение количества аминокислот и пептидов в препаратах парентерального питания на основе гидролиза белка. *Гематология и трансфузиология*, 1984, 3, 50–51.
 16. Калебина Т.С., Кулаев И.С. Роль белков в молекулярной организации клеточной стенки дрожжей. *Успехи биологической химии*, 2001, 41, 105–130.
 17. Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н. Коррекция микронутриентного дефицита — важнейший аспект концепции здорового питания населения России. *Вопросы питания*, 1999, 68(1), 3–11.
 18. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Рисник Д.В. и др. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы. *Вопросы питания*, 2017, 86(4), 113–124.
 19. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов, 10-е издание. Москва: Юрайт, 2016, 562 р.
 20. Тулякова Т.В., Пасхин А. В., Седов В.Ю. Дрожжевые экстракты — безопасные источники витаминов, минеральных веществ и аминокислот. *Пищевая промышленность*, 2004, 6, 60–62.
 21. Казмирова Е.А., Землякова Е.С. Обоснование совершенствования технологии получения белкового гидролизата из остаточных пивных дрожжей. *Вестник науки и образования Северо-Запада России*, 2017, 4(2), 1–9.
 22. Поляков В.А., Римарева Л.В., Серба Е.М. и др. Биологически активные добавки микробного происхождения как фактор, формирующий функциональные свойства пищевых продуктов. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2013, 12, 43–47.
 23. Банницына Т.Е., Канарский А.В., Щербаков А.В. и др. Дрожжи в современной биотехнологии. *Вестник Международной академии холода*, 2016, 1, 24–29.
 24. Орлова Е.В., Римарева Л.В. Исследование антиоксидантных свойств препарата, полученного на основе регулируемого ферментативного гидролиза биомассы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2007, 11, 63–64.
 25. Канарская З.А. Влияние полисахаридов клеточной стенки дрожжей на эффективность адсорбции Т-2 микотоксина. *Вестник Казанского технологического университета*, 2012, 15(16), 162–168.
 26. Yu K.W., Kim J.M., Oh S.H., et al. Physiological effects of yeast hydrolysate SCP-20. *Food Res. Inter.*, 2002, 35(9), 879–884. doi: 10.1016/S0963-9969(02)00097-2.
 27. Орлова Е.В., Орлова В.С., Гергергт В.Я. Применение биокорректора из дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в комбинированной терапии туберкулеза. *Пульмонология*, 2006, 6, 34–43.
 28. Орлова Е.В., Римарева Л.В., Оверченко М.Б. и др. Влияние ферментализатов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на клеточный цикл и апоптоз клеток. *Биозащита и биобезопасность*, 2012, 4(3), 48–51.
 29. Орлова Б.В., Орлова В.С., Римарева Л.В. Получение нуклеотидного препарата из дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и его биологическая эффективность. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2006, т. 12, с. 45–49.

Biotechnological Aspects of Obtaining Functional Ingredients by the Conversion of *Saccharomyces cerevisiae* 985-T Biomass

E.M. SERBA^{1*}, L.V. RIMAREVA¹, M.B. OVERCHENKO¹, N.I. IGNATOVA¹, N.V. SHELEKHOVA¹, N.S. POGORZHEL'SKAYA¹, and I.M. ABRAMOVA¹

¹ *Russian Scientific Research Institute of Food Biotechnology — a Branch of the Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow 111033 Russia*

e-mail: serbae@mail.ru

Received March 28, 2020

Revised April 16, 2020

Accepted July 24, 2020

Abstract—An algorithm for the biocatalytic conversion of polymers of subcellular structures of *Saccharomyces cerevisiae* 985-T has been developed. It was shown that the action of enzymes on cell wall mannoproteins and β -glucans led to deformation of their structure and the transfer of more than 50% of polysaccharides to a soluble state with the formation of 13.4% reducing carbohydrates, 1.8% amine nitrogen and 7.7% free amino acids (biological-1). Biological-2 had an increased content of total carbohydrates (32.2%) and fiber (10.5%). It was found that the combined action of the complex of proteinases and peptidases contributed to an increase in the degree of hydrolysis of subcellular structures, which was accompanied by a growth of the content of amino nitrogen by 2.7 times, free amino acids by 3.1 times, and low-molecular peptides (up to 500 Da) by 3.5 times (biological-3). The obtained biologicals were characterized by a high content of phosphorus and potassium. It was shown that the use of enzyme systems that catalyze the hydrolysis of intracellular polymers in yeast biomass allows us to obtain products with different biochemical and structural-fractional composition, which determines their properties.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, enzymes, structural-fractional composition, functional ingredients

Funding—The work was carried out at the expense of the subsidy for the implementation of the State Task.

doi: 10.21519/0234-2758-2020-36-4-34-41