

УДК: 663.12/.14:664(045)

Производство дрожжевых продуктов широкого профиля

Д-р техн. наук **Е.Г. Борисенко**, biotech@mgupp.ru**О.Б. Мадзу**, borisnewman@mail.ru**Е.К. Пироговская**, theoratorclub2012@gmail.com**Т.А. Маслова**, tatynam2014@mail.ru**А.А. Азанова**, sashaazanova@gmail.com*Московский государственный университет пищевых производств
125080, Россия, Москва, Волоколамское шоссе, 11*

Исследовали продуктивность биомассы нескольких штаммов дрожжей рода *Pichia* на негидролизированных целлюлозных субстратах с целью решить вопросы дефицита белка в пище человека и кормах животных путем дрожжевой биоконверсии растительного сырья. Накопление дрожжевой биомассы осуществляли методом глубинной и твердофазной ферментации дрожжей на разных растительных субстратах. Дрожжевую ферментацию вели при влажности ~50–60%, температуре ~30°C в течение 48 ч. Результаты культивирования оценивали прямым подсчетом дрожжевых клеток в камере Горяева после их необходимых разведений. Представлен экспериментальный материал продуктивности разных штаммов дрожжей рода *Pichia* на целлюлозосодержащем сырье. Доказано, что различные виды целлюлозных субстратов, такие как измельченная солома, сенная мука, пшеничные отруби, кукурузный стебель могут служить в качестве субстратов для культивирования дрожжей, так и участвовать в формировании производства микробной биомассы и белка *in vitro*. Такой белок можно будет вводить в корма, в пищу, а также использовать для обогащения почв.

Ключевые слова: биотехнология; дрожжи; растительное сырье; биоконверсия; глубинная ферментация; твердофазная ферментация; рубец.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-1-3-9

Production of yeast products of wide profile

D. Sc. **Evgeny G. Borisenko**, biotech@mgupp.ru**Onguiele B. Madzou**, borisnewman@mail.ru**Evgeniya K. Pirogovskaya**, theoratorclub2012@gmail.com**Tatyana A. Maslova**, tatynam2014@mail.ru**Alexandra A. Azanova**, sashaazanova@gmail.com*Moscow State University of Food Production
11, Volokolamskoe hwy., Moscow, 125080, Russia*

The biomass productivity of several strains of *Pichia* yeast on non-hydrolyzed cellulose substrates was studied in order to solve the problems of protein deficiency in human food and animal feed by means of yeast bioconversion of plant raw material. The accumulation of yeast biomass was carried out by deep and solid phase method of fermentation for different plant substrates. The fermentation of the yeast was conducted at the humidity of ~ 50–60% and the temperature of ~ 30°C within 48 hours. The results of cultivation were evaluated by direct counting of the yeast cells in the Goryaev camera after the required dilutions had been made. The experimental material for the productivity of different strains of the genus *Pichia* yeast on cellulosic raw materials is presented. It is proved that different types of cellulosic substrates such as crushed straw, hay flour, wheat bran, and corn stalk can serve as substrates for yeast cultivation, and to participate in the formation of microbial biomass production and protein *in vitro*. This protein can be introduced into feed, food products, and used to enrich the soil.

Keywords: biotechnology; yeast; plant raw materials; bioconversion; deep fermentation; solid-phase fermentation; rumen.

Введение

Хронический дефицит полноценного белка – важнейшая из проблем современного человечества. По данным Food and Agriculture Organization и Всемирной организации здравоохранения, на рубеже тысячелетий дефицит пищевого белка в мире составлял не менее 20 млн т/год, кормового около 40–45 млн т/год. Естественно, в первую очередь речь идет о дефиците высокоценного белка, богатого незаменимыми аминокислотами [1–3]. Данную проблему можно решить с помощью биотехнологической промышленности, производящей высокоценный дрожжевой кормовой белок на базе гидролизатов

целлюлозы и жидких углеводов нефти [4, 5]. Белок одноклеточных демонстрирует очень высокую ценность в рационах сельскохозяйственных животных. В пище россиян такой белок серьезной роли пока не играет, хотя во многих научно-исследовательских работах большое внимание уделено растительно-микробным биологически-активным добавкам [6–8]. В рационах народов целого ряда тропических стран Азии важное место занимают такие продукты полимикробной природы, как соус, полученный в ходе вторичного производства микробно-растительного нутриента, т.к. данные продукты богаты микробиологическим белком [9–12].

В России были разрушены многие работающие производства кормового белка микробного происхождения. Для увеличения производства животноводческой продукции актуальной становится задача восстановления инфраструктуры биотехнологических предприятий для выпуска целевой продукции. Еще более важным является вопрос о путях создания ферментированных продуктов пищевого назначения. На каких принципах может строиться возобновление промышленного производства белка можно понять, разобравшись в структуре пищеварения высших животных.

Пищеварение состоит из первичного преобразования пищи за счет собственных гидролитических ферментов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), симбионтного пищеварения микрофлоры ЖКТ *in vivo* и аутолитического пищеварения в ряде пищевых продуктов благодаря лизосомным ферментам. Симбионтное пищеварение моногастричных животных посредством микрофлоры толстого кишечника (преимущественно бактериальной) обеспечивает формирование из целлюлозных продуктов около 30% массы животных, симбионтное пищеварение жвачных животных за счет микрофлоры рубца и толстого кишечника (также практически бактериальной) доводит эту цифру до 70% [11, 12]. Одним из средств устранения растущего белкового дефицита в питании человека и животных является производство биомассы дрожжей на недорогом сырье. Исходя из этого, целлюлозные субстраты представляют собой разумную альтернативу для крупномасштабного микробиологического производства [13–15].

Цель настоящей работы – расширить отбор микроорганизмов, пригодных для биоконверсии негидролизованного растительного сырья и с их помощью создать новые технологии производства микробного белка для создания пищи, кормов и удобрений. Для достижения этой цели была проведена селекция дрожжей продуцентов биомассы, разработана технология дрожжерастительных базовых субстанций.

Материалы и методы

Субстраты. В качестве целлюлозосодержащих субстратов использовали измельченную солому, сенную муку, пшеничные отруби, кукурузный стебель, свекольную пульпу, т.е. продукты, которые обычно в натуральном виде являются компонентами рационов животных и человека. Усредненные данные по химическому составу сырья, примененного в работе, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав использованного сырья, %
Table 1. Chemical composition of the raw materials used, %

Ферментируемый субстрат	Влажность	Сырой протеин	Жир	Клетчатка	Безазотистые экстрактивные вещества	Зола
Сенная мука	16,3	9,3	2,6	25,6	39,7	6,5
Соломенная мука	15,1	4,6	1,5	35,1	36,8	6,9
Отруби пшеничные	13,2	13,6	3,4	8,2	50,8	5,0
Кукурузный стебель	13,8	13,1	3,9	30,1	32,1	5,1
Свекольная пульпа	76	1,6	0,1	0,7	17,3	1,1

Штаммы. Для биоконверсии целлюлозосодержащих субстратов использованы дрожжи, выделенные из различных съедобных материалов и структур, связанных с пищеварением. Идентификацию дрожжей проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР-анализа) на кафедре биологии почв МГУ. Практически все эти дрожжи отнесены к виду *Pichia guilliermondii*.

Культивирование. Проведение процесса ферментации осуществляется в два этапа. На первом – из целлюлозосодержащего субстрата готовится 8%-я стерильная жидкая гетерогенная среда, вносится дрожжевой посевной материал в количестве не менее $1 \cdot 10^8$ клеток/мл. Выращивание ведут при 30°C в колбах на качалочной установке при 220 об/мин в течение 48 ч. На втором этапе – одна партия пшеничных отрубей, сеной и соломенной муки (по 10 г на чашку Петри) стерилизовались в автоклаве,

а вторая партия оставалась нестерильной. Стерильные и нестерильные образцы доводили разными дрожжевыми культурами на жидкой отрубевой среде до влажности 50–60%. Засеянные чашки инкубировались в течение 48 ч при температуре 30°C.

Содержание сырого протеина определяли по азоту методом Кельдаля, аминокислотный состав – по ГОСТ 32195-2013 «Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот».

Продуктивность жидких и твердофазных культур оценивали прямым подсчетом клеток в камере Горяева после серийных разбавлений, необходимых для удобного подсчета клеток в этих разведениях.

Результаты и их обсуждение

В таблицах 2–4 представлена продуктивность дрожжей, выделенных из различных материалов природного происхождения, на жидкой среде из целлюлозного субстрата и на трех твердых субстратах как стерильных, так и нестерильных.

Таблица 2 – Накопление дрожжей на отрубевых средах

Table 2. Yeast accumulation on the bran medium

Штамм дрожжей	Источник выделения	Накопление дрожжей на жидких отрубевых средах, млрд. клеток/мл	Накопление дрожжей на твердых отрубевых средах, млрд. клеток/мл	
			Стерильные	Нестерильные
<i>Pichia anomala</i> 9a	грудное женское молоко	1,2	4,5	1,5
<i>Pichia guilliermondii</i> Я-1	коровье молоко	1,3	4,0	10,0
<i>Pichia guilliermondii</i> Аруф	трава	1,9	4,8	7,8
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-10	ячмень	1,8	4,5	7,0
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-11	овес	1,7	3,9	10,0
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-12	рожь	1,2	4,2	2,4
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-13	борщевик Сосновского	1,6	3,8	5,9

На основании приведенных в этих таблицах данных складывается достаточно четкое представление о реальной возможности накопления микробной биомассы на базе негидролизованного растительного сырья. Для этих целей уже сформирована коллекция дрожжей-продуцентов биомассы и отобраны самые продуктивные культуры. Вместо огромных промышленных предприятий по производству микробного белка предлагается создать модули «Рубец+», в которых по образу и подобию рубца жвачных животных на измельченной целлюлозосодержащей массе путем твердофазного культивирования отобранных дрожжей будет накапливаться биомасса одноклеточных микроорганизмов (чистых дрожжей и возможно дрожжей в консорциуме с бактериями). В пищевой цепи моногастричных организмов будет сформирован искусственный рубец, добавляющий до 30–40% необходимого организму белка (подобно микробным соусам народов Юго-Восточной Азии) и тем самым ликвидируется само понятие белкового дефицита. У жвачных животных получаемая микробная биомасса будет просто стимулятором их продуктивности подобно гидролизным дрожжам и белково-витаминным концентратам (БВК), которые ликвидируют дефицит кормового белка и, на самом деле, будет оправдывать свое название «Рубец+».

Таблица 3 – Накопление дрожжей на соломенной муке, увлажненной смывом с косяков агара

Table 3. Yeast accumulation on the straw flour moisturized with agar slope wash

Штамм дрожжей	Накопление дрожжей на соломенной муке, млрд. клеток/г	
	стерильной	нестерильной
<i>Pichia anomala</i> 9a	0,9	0,5
<i>Pichia guilliermondii</i> Я-1	1,1	1,6
<i>Pichia guilliermondii</i> Аруф	1,2	1,2
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-10 (ячмень)	0,8	1,3
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-11 (овес)	1,1	1,5
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-12 (рожь)	1,0	0,8
<i>Pichia guilliermondii</i> Г13 (борщевик Сосновского)	1,1	1,4

Особый интерес имеют представленные в этих таблицах результаты о более интенсивном росте некоторых штаммов дрожжей на нестерильных целлюлозосодержащих субстратах, т.е. при меньших затратах можно получать значительно больший выход дрожжевой биомассы. Естественно, наибольший интерес этот факт будет иметь, прежде всего, для производства удобрений по низкой цене. Селекцию дрожжей для биоконверсии исходного сырья нужно будет вести не только по суперпродуктивности микроба по биомассе, но и по дешевизне самого процесса дрожжевой биоконверсии.

Таблица 4 – Накопление дрожжей на сеной муке, увлажненной смывом с косяков агара
 Table 4. Yeast accumulation on the hay flour moisturized with agar slope wash

Штамм дрожжей	Источник выделения	Накопление дрожжей на твердой среде из сеной муки, млрд. клеток/мл	
		стерильная	нестерильная
<i>Pichia anomala</i> 9a	грудное женское молоко	3,5	1,7
<i>Pichia guilliermondii</i> Я-1	коровье молоко	3,7	5,9
<i>Pichia guilliermondii</i> Аруф	трава	4,2	7,6
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-10	ячмень	3,5	6,7
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-11	овес	3,9	6,2
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-12	рожь	3,5	1,8
<i>Pichia guilliermondii</i> Г-13	борщевик Сосновского	3,0	4,9

Диверсификация этих предприятий может создать целую гамму субстанций для производства пищевых и кормовых продуктов и стимуляторов роста растений, которые нами уже изготовлены в лабораторных условиях (рисунок 1) и ждут масштабирования в установках «Рубец+», которые могут начинать производственную цепочку любого предприятия, перерабатывающего съедобное сырье и прежде всего целлюлозосодержащее.

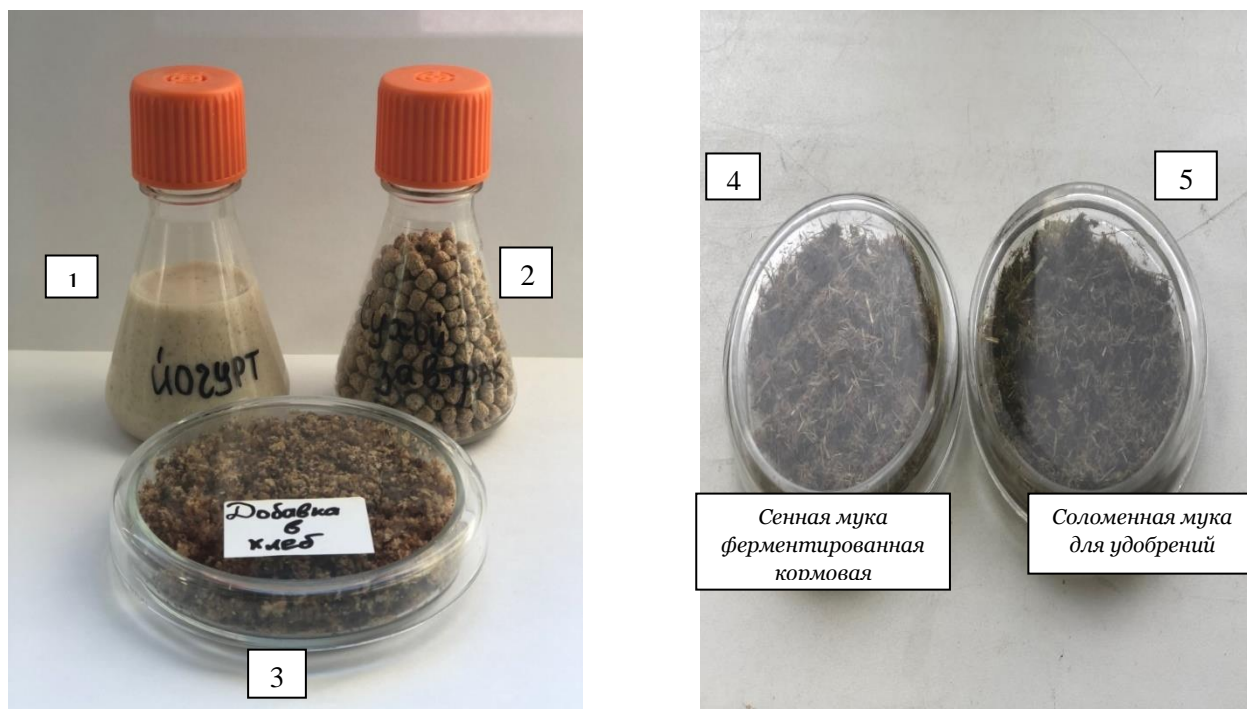


Рисунок 1 – Ферментированные продукты кафедры биотехнологии МГУПП:
 1 – йогурт; 2 – сухой завтрак; 3 – добавка в хлеб; 4 – сеной мука ферментированная кормовая; 5 – соломенная мука для удобрений
 Figure 1. Fermented products made at Biotechnology Department of Moscow State University of Food Production:
 1 – yogurt; 2 – dry breakfast cereal; 3 – bread additive; 4 – fermented hay feed flour; 5 – fertilizer straw flour

Динамика изменения химического состава исходного целлюлозного материала может быть представлена на примере комплексного растительного субстрата (стерильный измельченный кукурузный стебель с пульпой из отходов переработки свеклы, доведенные до влажности 50%). Кукуруза является важнейшим источником пищи в большинстве стран Африки и Восточной Азии и, естественно, может создавать большие массы вторичного растительного сырья. В таблице 5

представлены результаты дрожжевой биоконверсии именно этого материала, показывающие весьма значительную протеинизацию такого сырья. Наряду с этим наблюдается значительное нарастание некоторых аминокислот на 35–40%.

Таблица 5 – Динамика нарастания аминокислот и процентное содержание сырого протеина в комплексном растительном субстрате

Table 5. Dynamics of amino acids content and the percentage of raw protein in complex in complex plant substrate

Наименование	№ образцов, %		Относительное изменение, % № 2/№ 1
	№ 1*	№ 2**	
Сырой протеин	23,5	35	+48,9
Треонин	0,07	0,10	+42,9
Валин	0,11	0,15	+36,4
Изолейцин	0,07	0,09	+28,6
Лейцин	0,12	0,17	+41,7
Фенилаланин	0,09	0,11	+22,2
Лизин	0,07	0,11	+57,1
Аргинин	0,07	0,09	+28,6

*№ 1 – стерильный измельченный кукурузный стебель и свекольная пульпа, доведенные до влажности 50%

**№ 2 – образец № 1 с засевом культуры дрожжей *Pichia guilliermondii* Ар, проинкубированный 48 ч при глубинно-твердофазной ферментации, $t = 30^{\circ}\text{C}$

Реализация подобных технологий уже практически начата в Московском государственном университете пищевых производств учащимися кафедры биотехнологии, а также в Ханойском университете науки и техники Вьетнама. Для этих целей было построено несколько пилотных линий глубинно-твердофазного культивирования (рисунок 2). В России подобный проект может быть реализован на базе спиртовых заводов, имеющих ферментационное оборудование для глубинного культивирования (ферментеры и дрожжерастительные чаны) и твердофазного культивирования (солодовни разных вариантов).



Рисунок 2 – Модуль для проведения твердофазной ферментации
Figure 2. Solid-phase fermentation unit

Выводы

Приведенные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что

- дрожжи рода *Pichia guilliermondii* Ариф являются наилучшим продуцентом биомассы на негидролизированных субстратах по сравнению с другими штаммами, использованными в работе,

следовательно, они в большей степени подходят для создания крупнотоннажного производства микробного белка;

- глубинно-твердофазное культивирование микроорганизмов в «Рубец+» является перспективной моделью для организации производства биомассы одноклеточных, и такой процесс способен на 30–40% увеличить количество сырого протеина и незаменимых аминокислот в исходных материалах;
- разработанная универсальная технология биоконверсии сельскохозяйственного сырья наиболее удобна для производства различных видов пищи, кормов и удобрений для почв, поскольку сокращает время культивирования до 48 ч.

Литература

1. Борисенко Е.Г., Горин К.В., Каночкина М.С., Нгуен Чыонг Занг, Чан Ван Ти, Борисенко Е.А., Гулимова Л.А. Исследование оптимальных условий культивирования перспективных штаммов дрожжей – источников биологически активных веществ на основе растительного сырья и отходов его переработки // Производство спирта и ликероводочных изделий. 2012. № 1. С. 18.
2. Верников В.М., Арианова Е.А., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., Тутьельян В.А. Нанотехнологии в пищевых производствах: перспективы и проблемы // Вопросы питания. 2009. № 2. С. 4–17.
3. Еделев Д.А. Технологии обеспечения безопасности и качества продуктов питания: проблемы, стратегические цели, перспективы развития // Пищевая промышленность. 2010. № 10. С. 36–40.
4. Богатырёва Т.Г., Иунихина Е.В., Степанова А.В. Дрожжевые – перспективный источник эссенциальных микроэлементов // Индустрия пищевых ингредиентов XXI века: мат-лы конф. М.: Пищепромиздат, 2011. С. 165–167.
5. Комилова Д.А. Совершенствование технологии мучных изделий с использованием пророщенного зерна пшеницы: автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2011. 23 с.
6. Горбунова С.Ю., Лукьянов В.А. Экспериментальная оценка влияния *Chlorella vulgaris* на рост и развитие ячменя // Pontus Euxinus: тезисы науч.-практ. конф. Севастополь, 2013. С.37.
7. Синчурина Е.В. Разработка биотехнологии препарата регулятора роста сельскохозяйственных растений на основе синтеза биологически активных веществ микромицетом *Phialocephala fortinii*: дис. ... канд. тех. наук. М., 2011. С. 80–81.
8. Соколенко Г.Г., Карпеченко Н.А. Инулиназоактивный штамм *Saccharomyces cerevisiae* G, обладающий инулиназной активностью и хорошими хлебопекарными свойствами // Биотехнология. 2013. № 6. С. 18–22.
9. Нгуен Чыонг Занг. Разработка технологии продуктов питания на базе микробной биоконверсии комплексного растительного сырья: автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2012. 25 с.
10. Чан Ван Ти. Разработка технологии дрожже-бактериальных функциональных продуктов на базе зернового сырья: автореф. дис. ... канд. тех. наук. М., 2013. 25 с.
11. Андреева А.В., Федюнина А.В. Влияние пробиотиков различного состава на организм домашних животных // Современные аспекты сельскохозяйственной микробиологии: мат-лы конференции. М.: Литера Принт, 2016. С. 22 –23.
12. Каночкина М.С. Разработка технологии активных полимикробных посевных материалов для производства дрожже-бактериальных функциональных продуктов: дис. ... канд. тех. наук. М., 2012. 174 с.
13. Горин К.В. Разработка технологии микробных нутриентов-биокорректоров на базе целлюлозосодержащего сырья: дис. ... канд. техн. наук. М., 2011. 160 с.
14. Чан Ван Ти, Гулимова А.А., Нгуен Чыан Занг, Горин К.В., Борисенко Е.Г. Растительно-микробные нутриенты. Селекция микроорганизмов – продуцентов биомассы из биоценозов молока // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2013. Т. 9. № 1. С. 44–50.
15. Чан Ван Ти, Гулимова А.А., Нгуен Чыан Занг, Горин К.В., Борисенко Е.Г. Растительно-микробные нутриенты. Дрожжевая биоконверсия растительного сырья // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2013. Т. 9. № 2. С. 17–23.

References

1. Borisenko E.G., Gorin K.V., Kanochkina M.S., Nguen Chyong Zang, Chan Van Ti, Borisenko E.A., Gulimova L.A. Issledovanie optimal'nykh uslovii kul'tivirovaniya perspektivnykh shtammov drozhzhei – istochnikov biologicheskii aktivnykh veshchestv na osnove rastitel'nogo syr'ya i otkhodov ego pererabotki [The best conditions for cultivating prominent yeast strains being the sources of biologically active substances in the course of processing vegetable raw materials and waste thereof]. *Production of alcohol and alcoholic beverages*. 2012, no. 1, pp. 18.

2. Vernikov V.M., Arianova E.A., Gmoshinskii I.V., Khotimchenko S.A., Tutel'yan V.A. Nanotekhnologii v pishchevykh proizvodstvakh: perspektivy i problem [Nanotechnologies in the food production: prospects and problems]. *Problems of Nutrition*. 2009, no. 2, pp. 4–17.
3. Edelev D.A. Tekhnologii obespecheniya bezopasnosti i kachestva produktov pitaniya: problemy, strategicheskie tseli, perspektivy razvitiya [Food safety and quality technologies: problems, strategic objectives, development prospects]. *Food Industry*. 2010, no. 10, pp. 36–40.
4. Bogatyreva T.G., Iunikhina E.V., Stepanova A.V. Drozhzhevye – perspektivnyi istochnik essential'nykh mikroelementov [Yeast – a promising source of essential Micronutrient elements]. *Food Ingredients Industry of the 21st Century. Proceeding of the 4-th International scientific conference*. Moscow, Pishchepromizat Publ., 2011, pp. 165–167.
5. Komilova D.A. Sovershenstvovanie tekhnologii muchnykh izdelii s ispol'zovaniem proroshchennogo zerna pshenitsy [Improving the technology of flour products using the wheat sprouted grain]. *Candidate's thesis*. Moscow, 2011. 23 p.
6. Gorbunova S.Yu., Luk'yanov V.A. Eksperimental'naya otsenka vliyaniya *Chlorella vulgaris* na rost i razvitiye yachmenya [Experimental evaluation of the effect of *Chlorella vulgaris* on barley growth and development]. *Pontus Euxinus-2013. Abstracts of the scientific-practical conference*. Sevastopol', 2013. P.37.
7. Sinchurina E.V. Razrabotka biotekhnologii preparata regulatora rosta sel'skokhozyaistvennykh rastenii na osnove sinteza biologicheskii aktivnykh veshchestv mikromitsetom *Phialocephala fortinii* [Development of biotechnology of drug regulatory agricultural plant growth based on the synthesis of biologically active substances by micromycete *Phialocephala fortinii*]. *Candidate's thesis*. Moscow, 2011, pp. 80–81.
8. Sokolenko G.G., Karpechenko N.A. Inulinazoaktivnyi shtamm *Saccharomyces cerevisiae* G, obladayushchii inulinaznoi aktivnost'yu i khoroshimi khlebopekarnymi svoystvami [Inulinase-active strain of *Saccharomyces cerevisiae* G having an inulinase activity and good baking properties]. *Biotechnology*. 2013, no. 6, pp. 18–22.
9. Nguen Chyong Zang. Razrabotka tekhnologii produktov pitaniya na baze mikrobnui biokonversii kompleksnogo rastitel'nogo syr'ya [Development of technology of food products on the basis of microbial bioconversion of the complex plant raw materials]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 2012, 25 p.
10. Chan Van Ti. Razrabotka tekhnologii drozhzhe-bakterial'nykh funktsional'nykh produktov na baze zernovogo syr'ya [Development of technology for the yeast-bacterial functional products on the basis of grain raw materials]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 2013, 25 p.
11. Andreeva A.V., Fedyunina A.V. Vliyanie probiotikov razlichnogo sostava na organizm domashnikh zhivotnykh [Effect of probiotics of different composition on the organism of domestic animals]. *Modern aspects of agricultural microbiology. Proceeding of the scientific conference*. Moscow, 2016, pp. 22–23.
12. Kanochkina M.S. Razrabotka tekhnologii aktivnykh polimikrobnnykh posevnykh materialov dlya proizvodstva drozhzhe-bakterial'nykh funktsional'nykh produktov [Development of technology of active polymicrobial sowing materials for the production of yeast-bacterial functional products]. *Candidate's thesis*. Moscow, 2012, 174 p.
13. Gorin K.V. Razrabotka tekhnologii mikrobnnykh nutrientov-biokorrektorov na baze tsellyulozosoderzhashchego syr'ya [Development of technology of microbial nutrients-biocorrectors based on cellulose-containing raw materials]. *Candidate's thesis*. Moscow, 2011, 160 p.
14. Chan Van Ti, Gulimova A.A., Nguen Ch'an Zang, Gorin K.V., Borisenko E.G. Rastitel'no-mikrobnnye nutrienty. Seleksiya mikroorganizmov – produktentov biomassy iz biotsenozov moloka [Plant-microbial nutrients. Selection of microorganisms-producers of biomass from biocenosis of the milk]. *Yu. A. Ovchinnikov bulletin of biotechnology and physical and chemical biology*. 2013, V. 9, no. 1, pp. 44–50.
15. Chan Van Ti, Gulimova A.A., Nguen Ch'an Zang, Gorin K.V., Borisenko E.G. Rastitel'no-mikrobnnye nutrienty. Drozhzhevaya biokonversiya rastitel'nogo syr'ya [Plant-microbial nutrients. Selection of microorganisms-producers of biomass from biocenosis of the milk]. *Yu. A. Ovchinnikov bulletin of biotechnology and physical and chemical biology*. 2013, V. 9, no. 2, pp. 17–23.

Статья поступила в редакцию 18.02.2019