

ПРИРОДНЫЕ КОНСОРЦИУМЫ МИКРООРГАНИЗМОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ БРОДИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Е.А. Цед

Проведен обзор и анализ литературных данных об естественных, сложившихся в ходе эволюции консорциумах микроорганизмов, таких как кефирный гриб, тибетский гриб, чайный гриб, рисовый гриб с точки зрения возможности их использования в качестве источников брожения растительных субстратов. Особое внимание уделено рисовому грибу как наименее изученной полисимбиотической культуре микроорганизмов. Показана перспективность использования рисового гриба для получения безалкогольных напитков брожения как культуры, способной обеспечивать получение продуктов, обладающих иммуномодулирующими свойствами.

Введение

Классическими микроорганизмами, используемыми для получения пищевых продуктов брожения (пиво, вино, квас, кефир и т.д.), являются дрожжи и молочнокислые бактерии. Перед использованием в производстве их вначале специально размножают и адаптируют к совместному существованию в составе заквасок, используемых затем для процесса сбраживания субстрата. Однако в природе имеется ряд симбиотически сложившихся в ходе эволюции естественных консорциумов микроорганизмов, которые априори могли бы осуществлять биоконверсию углеводов. Они представляют собой особые высокоорганизованные многоклеточные организмы со специфической стратегией взаимодействия отдельных особей между собой, направленных на сохранение и увеличение популяции своих клеток, оптимизацию и расширение сферы обитания [1]. Симбиотические взаимоотношения, наблюдаемые внутри микробных консорциумов, предусматривают частичный обмен продуктами их жизнедеятельности, что повышает адаптационные возможности сформировавшихся биокультур в пределах микробиоценоза [2]. Примерами таких ассоциаций являются поливидовые сообщества (консорциумы) микроорганизмов, такие как кефирный гриб, тибетский гриб, чайный гриб, рисовый гриб, которые уже на протяжении десятилетий используют для получения напитков в домашних условиях [3].

Цель данной работы – обзор, систематизация и критический анализ литературных данных о микробном составе, свойствах указанных полисимбиотических биокультур, фактически представляющих собой естественные комбинированные закваски с точки зрения возможности использования их в биотехнологических процессах по получению безалкогольных напитков брожения.

Результаты исследований и их обсуждение

Общностью биокультур кефирного, тибетского, чайного, рисового грибов является форма их существования – зооглея (от зоо... и греч. *glóios* – липкое вещество, клей). Она представляет собой слизистую структуру, благодаря которой осуществляется адсорбция из воды питательных веществ, необходимых для существования микроорганизмов. Зооглея состоит в основном из полисахаридов – декстранов, в которую как в сетку вкраплены микроорганизмы-симбионты [4, 5].

В настоящее время нет единого мнения о происхождении зооглейных культур. Одни авторы считают, что все указанные природные консорциумы имеют одно происхождение, дивергировавшиеся на каком-то определенном этапе эволюции [6]. По мнению других исследователей, зооглейные культуры имеют разное происхождение, и единственным объединяющим их фактором является наличие в их составе уксуснокислых бактерий [7, 8].

Считают, что наиболее древней из вышеуказанных культур является кефирный грибок (*kewra*, *Mudu kekiya*) возникший предположительно на Северном Кавказе и используемый для получения кефира. По внешнему виду кефирный грибок представляет собой зерна не-

правильной формы со складчатой или бугристой поверхностью, упругой консистенции, диаметром от 1–2 мм до 3–6 см [9–11].

По данным работ [10, 12, 13], структура кефирного зерна представляет собой матрицу, состоящую из растворимого гелеобразного полисахарида kefiran (PS). Внутри матрицы в анаэробных условиях развиваются молочнокислые бактерии, а на наружной ее поверхности располагаются дрожжи и уксуснокислые бактерии.

В ряде работ [11, 12, 14, 15] показано, что микробный состав кефирных грибов представлен молочнокислыми (*p.Lactobacillus*, *p.Streptococcus*, *p.Lactococcus*), уксуснокислыми (*p.Acetobacter*) бактериями и дрожжами различных видов. Согласно данным Ninane Veronique и др., доминирующим среди молочнокислых бактерий является *p. Lactobacillus*, причем видовой состав лактобацилл значительно варьирует не только в зависимости от местонахождения биокультуры, но и сезонных факторов. Он представлен следующими видами: *Lactobacillus kefir*, *Lbc. fennentum*, *Lbc.casei*, *Lbc.brevis*, *Lbc.viridescens*, *Lbc.acidophilus*, *Lbc.gasseri*, *Lbc.kefiranofaciens*, *Lbc.parakefir*, *Lbc.plantarum*, *Lbc.delbrueckii*, *Lbc.helveticus*, *Lbc.curvatus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus termophilus*. Дрожжевая микрофлора кефирного грибка представлена *Candida kefir*, *C.pseudotropicalis*, *C.rancens*, *C.tenuis*, *Kluveromyces lactic*, *Kluveromyces marxianus var. marxianus*, *K. bulgaricus*, *K. fragilis/marxianus*, *Saccharomyces var. torulopsis holmii*, *Saccharomyces lactic*, *Saccharomyces carlsbergensis*, *C. unisporus*, *Debaryomyces hansenii*, *Zygosaccharomyces rouxii*. Уксуснокислые бактерии характеризуются наименьшим видовым разнообразием и представлены только *Acetobacter aceti*, *A. rasens*.

При этом исследователи обращают внимание на то, что идентификация видового состава любой полисимбиотической культуры, в том числе и кефирного грибка, достаточно сложна ввиду того, что выделяемые в чистом виде микроорганизмы биокультуры быстро гибнут, поскольку способны жить только в составе сформировавшегося микробиоценоза [14, 16].

Другой биокультурой естественных микроорганизмов-симбионтов является тибетский молочный гриб, или «гриб индийских йогов», который по одним данным был известен с давних времен народам Тибета [6, 7]. По данным других авторов – тибетский гриб является «молодой» биокультурой, впервые обнаруженной всего около трехсот лет назад в Болгарии [17].

Культура тибетского молочного гриба представляет собой шаровидное тело белого или слегка желтоватого цвета, напоминающее по внешнему виду гроздь винограда. Размеры культуры составляют 5–6 мм в начальной стадии развития и 40–60 мм – перед началом процесса деления. Тибетским грибом сквашивают коровье, козье, овечье, кобылье молоко для получения кисломолочного продукта [17, 18].

Видовой состав тибетского гриба очень близок к микробному составу кефирного гриба и также представлен молочнокислыми бактериями (*Lactobacillus casei*, *Lbc.paracasei*, *Lbc.hilgardii*, *Lbc. delbrueckii bulgaricus*, *Lbc. Kefiranofaciens*, *Lbc. kefyri*, *Lbc. brevis*, *Lbc.helveticus*, *Lbc.lactis*, *Lbc.plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus diacetylactis*, *Lactococcus cremoris*; *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc cremoris*, *Leuc. lactis*; *Streptococcus salivarius termophilus*), уксуснокислыми бактериями (*Acetobacter aceti*, *A. rasens*) и дрожжами (*Candida kefir*, *C.pseudotropicalis*, *Kluveromyces lactic*, *K. bulgaricus*, *K. fragilis/marxianus*, *Saccharomyces* подвид *torulopsis holmii*, *Saccharomyces kefir*, *C. unisporus*, *Torula kefir*) [18, 19]. Продукты жизнедеятельности указанных микроорганизмов определяют не только специфический вкус и аромат, но и питательные свойства получаемого кисломолочного напитка.

Общность таксономических групп микроорганизмов в составе кефирного и тибетского грибов, среды их обитания, внешнего вида позволяют предположить, что они могут быть разновидностями одной культуры, приобретшие модификационные свойства при культивировании их в различных географических точках [17].

Наиболее изученной культурой из зооглей на сегодняшний день считается чайный гриб, который имеет более чем 80 синонимичных названий: Маньчжурский чай, волжский гриб,

морской гриб, японская губка, японский чайный гриб, маньчжурский гриб, Комбуха, чудесный гриб, Скоби, Фанго, Hongo, матка, Kombucha mushroom, Manchurian mushroom, Mo-Gu, Fungojapon, Tschambucco, Pichia fermentans, Cembuya orientalis, Kwassan, Kargasok Tea, Kocha kinoko [5–8, 20–24].

По внешнему виду он представляет собой слоистую слизистую пленку, которая удерживается на поверхности субстрата и напоминает медузу, что и послужило причиной его латинского названия – *Medusomyces gisevii* [8, 20, 21].

Единого мнения о видовом составе чайного гриба, как и о составе кефирного и тибетского грибков также не существует. Считается, что микробный состав чайного гриба в значительной степени варьирует от места обитания культуры и сильно различается по составу дрожжевой и бактериальной микрофлоры [8, 24]. Большинство исследователей [25–28] сходятся в том, что микробный состав биокультуры представлен только дрожжами *Torula famata*, *T. mycoderma*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Sacch. Ludwigii*, *Candida tropicalis* и уксуснокислыми бактериями *Acetobacter xylinum*, *A. suboxydans*, *A. xylinoides*, *A. pasteurianum*, *A. ketogenum*, находящихся между собой в симбиотических взаимоотношениях.

Доминирующими микроорганизмами в биокультуре являются уксуснокислые бактерии, способные продуцировать свободную бактериальную целлюлозу в виде желатиновой мембраны с линейной структурой, что приводит к образованию зооглей. Благодаря высокой прочности указанного полисахарида при натяжении и повышенной гидрофильности по сравнению с растительной целлюлозой, она нашла широкое применение в различных отраслях промышленности [29].

В настоящее время разработаны способы получения напитков брожения с использованием чайного гриба. Для их получения готовят сусло с добавлением сахара и экстракта чая, вносят в него биокультуру *Medusomyces gisevii* и осуществляют брожение при температуре 25 °С – 28 °С в течение нескольких суток. Полученный напиток характеризуется приятным кисло-сладким вкусом и профилактическими свойствами [30].

Известен способ получения безалкогольного напитка брожения на основе чайного гриба, предусматривающий использование в качестве питательной среды для культивирования биокультуры охмеленного пшеничного сусла. Брожение ведут при температуре 20 °С в течение 6–8 суток [31].

В работе [32] изучалась возможность использования чайного гриба для получения кисломолочных продуктов. Авторами разработаны рецептуры и технология производства творога, творожных паст с использованием в качестве закваски настоя чайного гриба, что также подтверждает родственность культур, существующих в виде зооглей.

Имеются сведения [33, 34] о целесообразности использовании чайного гриба в хлебопечении. Хлеб, полученный с культуральной жидкостью *Medusomyces gisevii*, отличается ярко выраженным вкусом, ароматом, более устойчив к черствению и развитию картофельной болезни, присущей пшеничным хлебо-булочным изделиям.

В работе [35] показано, что ферментированный чай на основе чайного гриба обладает не только антиоксидантным, но и гипохолестериновым эффектом, заключающимся в значительном снижении уровня холестерина в крови мышей с высоким уровнем его содержания.

Наиболее малоизученной из природных зооглейных культур является рисовый гриб, известной также под синонимичными названиями «живой рис», «белая крупа», «змеиное просо», «японские водные кристаллы», «тибетские кристаллы», «калифорнийские пчелы». Его история уходит своими корнями во времена древнейших цивилизаций мира.

По мере распространения биокультуры рисового гриба по России и европейским странам для акцента на оригинальность происхождения морского риса и уникальность его целебных свойств к названию «морской рис» стали добавлять географические определения – «китайский», «индийский», например, «индийский морской рис», «китайский морской рис», «японский гриб», «японский рис» и т.д. [6, 7, 36, 37].

Некоторые авторы считают [37], что рисовый гриб – это те же кефирные грибки, но культивируемые не в молоке, а в воде. Однако проведенные исследования по изучению развития

указанных симбиотических культур в неспецифичных для них питательных средах (кефирных грибков – в водной среде, рисового гриба – в молоке), показали, что они являются различными биоккультурами, так как кефирный грибок быстро погибал в сахаросодержащем субстрате, а при развитии рисового гриба в молоке оно приобретало едкий запах и горький вкус [38]. Это позволяет склоняться к мысли, что единственной общностью данных микроорганизмов является их принадлежность к зооглейным культурам, состоящим из микроорганизмов различных таксономических групп.

В литературе имеются крайне противоречивые сведения о видовом составе рисового гриба: одни авторы [39–42] указывают на наличие трех групп микроорганизмов (молочнокислых, уксуснокислых бактерий и дрожжей), другие [7, 8, 36] – только двух групп (молочнокислых бактерий и дрожжей).

Такой противоречивый микробный состав консорциума рисового гриба, в особенности касающийся отсутствия уксуснокислых бактерий, составляющих основу зооглеи, может быть обусловлен различными условиями культивирования биоккультуры и ареалом обитания рисового гриба [16].

Проведенные нами исследования по идентификации микробного состава рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ, культивируемого на территории Республики Беларусь и ближнего зарубежья, показали, что он представлен микроорганизмами трех таксономических групп: дрожжами – *Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi, *Pichia membranaefaciens* Hansen, молочнокислыми бактериями – *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* и уксуснокислыми бактериями – *Acetobacter aceti* [43]. Биоккультура рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ зарегистрирована с получением паспорта в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов института микробиологии НАНБ.

Нами обнаружена способность рисового гриба продуцировать различные биологически ценные вещества – витамины, аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты и т.д. [44, 45]. Установлено, что рисовый гриб синтезирует практически весь спектр известных аминокислот, в том числе восемь незаменимых: треонин, валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, цистеин, лизин и две незаменимые аминокислоты для детского организма – аргинин и гистидин (таблица 1).

Таблица 1 – Аминокислотный состав питательных сред, сброженных рисовым грибом

Аминокислоты	Содержание, мг/100 г
Аспарагиновая кислота	8,3±1,7
Глутаминовая кислота	22,7±4,5
Серин	7,1±1,4
Треонин	20,9± 4,2
Глицин	8,1±1,6
Аланин	4,2±0,8
Аргинин	8,7±1,7
Пролин	24,5±4,9
Валин	12,5±2,5
Метионин	9,3±1,9
Лейцин	4,8±1,0
Изолейцин	3,8±0,8
Фенилаланин	4,7±0,9
Цистеин	23,7±4,7
Лизин	8,0±1,6
Гистидин	12,5±2,5
Тирозин	47,9±9,6
Суммарное количество	231,6±46,3

Установлено также, что в напитке, сброженном рисовым грибом, содержится большинство витаминов группы В (В₁, В₂, В₃, В₉), Е, РР, С, являющихся одними из основных необходимых биологически активных веществ, участвующих в метаболических процессах организма

человека (таблица 2).

Не менее важную ценность представляет способность рисового гриба синтезировать незаменимые, или эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты (НЗЖК), в первую очередь линолевую ($C_{18:2}$) и линоленовую ($C_{18:3}$) кислоты. Они являются предшественниками полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) – Омега-3 и Омега-6, выполняющих важнейшие регуляторные функции в организме человека. Причем преобладающей жирной кислотой в сброженном рисовым грибом питательном субстрате является арахидоновая кислота, относящаяся к группе Омега-6. Ей принадлежит важная роль в регуляции активности ряда ферментов, синтезе гормоноподобных веществ – простагландинов, которые, в свою очередь, являются защитными средствами организма в борьбе с преждевременным старением, болезнями сердца, раком, аллергиями, астмой, аутоиммунными заболеваниями и т.д. [45].

Таблица 2 – Содержание витаминов в сброженных рисовым грибом питательных средах

Витамины	Ед. изм.	Содержание
V ₁ (тиамин)	мг/100 г	0,040±0,080
V ₂ (рибофлавин)	мг/100 г	0,35±0,07
V ₅ (пантотеновая кислота)	мг/100 г	0,23±0,06
V ₉ (фолацин)	мкг/100 г	15,0±2,7
PP (ниацин)	мг/100 г	0,46±0,07
E (токоферол)	мг/100 г	1,10±0,22
C (аскорбиновую кислоту)	мг/100 г	0,21±0,03

Известно, что арахидоновая, линолевая и линоленовая кислоты [46, 47] являются составными компонентами жирорастворимого витамина F, который в организме человека необходим для укрепления стенок кровеносных сосудов, повышении их эластичности; он стимулирует репродуктивную функцию и процессы лактации, оказывает антисклеротическое действие. Содержание витамина F в зависимости от продолжительности культивирования рисового гриба представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Динамика содержания витамина F в напитке при культивировании рисового гриба

Необходимо отметить, что основным источником витамина F являются натуральные нерафинированные масла, рыбий жир, пророщенные зерна, орехи, поэтому обнаруженная нами способность полисимбиотической биокультуры синтезировать полиненасыщенные жирные

кислоты ПНЖК, входящие в состав витамина F, подчеркивает биологическую ценность безалкогольного напитка брожения, полученного с использованием рисового гриба.

Доклинические исследования напитка на основе рисового гриба показали [48], что его внутрижелудочное введение приводит к увеличению в крови подопытных животных общего количества белка, концентрации мочевой кислоты, ферментов углеводного обмена, снижению уровня низкомолекулярных триглицеридов, что свидетельствует об усилении белково-углеводно-липидных метаболических процессов в клетках и тканях животного организма (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимические показатели сыворотки крови мышей после внутрижелудочного введения напитка на основе рисового гриба

Исследуемые показатели	Исследуемые группы животных	
	Контрольная, n=10	Опытная, n=30
Общий белок, г/л	66,94±12,02	71,38±2,31
Активность лактатдегидрогеназы, У/л	1402,78±117,57	1420,81±113,14
Активность фракции МВ креатинкиназы, У/л	24,40±3,80	29,72±4,94
Концентрация мочевой кислоты, мкмоль/л	83,15±11,18	87,63±12,70
Концентрация мочевины, ммоль/л	15,85±1,22	16,19±0,97
Концентрация холестерина, ммоль/л	2,97±0,12	2,50±0,12
Концентрация триглицеридов, ммоль/л	1,20±0,17	1,17±0,14
Концентрация иммуноглобулина G, г/л	0,03±0,00	0,36±0,12

Примечание: n – количество животных в группе

Особого внимания заслуживает обнаруженное нами 12-кратное увеличение иммуноглобулинов G, отвечающих за иммунный статус организма животных. Это свидетельствует об иммуностимулирующем эффекте напитка брожения, полученного с использованием в качестве сбраживающего компонента биокультуры рисового гриба, и доказывает перспективность использования биокультуры для получения биологически ценных безалкогольных напитков брожения.

Заключение

Проведенный обзор и анализ литературных данных свидетельствует о том, что в природе существует ряд естественных ассоциаций микроорганизмов, сложившихся в ходе длительной эволюции, к которым относятся кефирный гриб, тибетский гриб, чайный гриб, рисовый гриб. Наиболее применяемыми человеком биокультурами являются кефирный гриб, тибетский гриб, чайный гриб, которые используются для получения кисломолочных продуктов и чайного кваса. Менее изученной из зооглейных природных консорциумов микроорганизмов является рисовый гриб. Показано, что рисовый гриб является перспективным источником ферментации при получении безалкогольных напитков брожения, поскольку позволяет получать продукты, содержащие значительный спектр биологически ценных веществ, продуцируемых микроорганизмами, входящими в состав микробной ассоциации, и обладающие иммуномодулирующим эффектом.

Литература

- 1 Янковский, Д.С. Особенности отечественных мультипробиотиков / Д.С. Янковский, Р.А. Моисеенко, Г.С. Дымент // Современная педиатрия. – 2009. – № 3(25). – С.75–82.
- 2 Уровни организации живой материи [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.ximicat.com/info.php> – Дата доступа: 15.03.2011.

- 3 Колешко, О.И. Микробиология: учеб. пособие / О.И. Колешко. – Минск: Вышэйш. школа, 1977. – 272 с.
- 4 Бабицкая, И. А. Zoogloea: уникальная культура производства напитков. [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.narod.ru.wikipedia.org> – Дата доступа: 13.03.2011.
- 5 Виды зооглей, их свойства и история их изучения [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.caston>. – Дата доступа: 12.12.2012.
- 6 Филиппова, И.А. Грибы, которые лечат / И.А. Филиппова. – СПб. : ВЕСЬ, 2004. – 224 с.
- 7 Романова, О.В. Лекарственные грибы: индийский морской рис, тибетский молочный гриб, грибы рейши, мейтаке и шиитакэ, чага / О.В. Романова. – СПб. : Вектор, 2008. – 89 с.
- 8 Юркевич, Д.И. Медузомицет (чайный гриб): научная история, состав, особенности физиологии и метаболизма / Д.И. Юркевич, В.П. Кутышенко // Биофизика. – 2002. – № 47. – Вып. 6. – С. 1116–1129.
- 9 Molska, I. Electron microscopy studies on structures and microflora of kefir grains / I. Molska, J. Kocou, S. Zmarlicki // Acta Alimentaria Polonica. – 1980. – № 6 (3). – P. 145–154.
- 10 Toba, T. Distribution of microorganism with particular reference to encapsulated bacteria in kefir grains / T. Toba, K. Arihara, S. Adachi // Int. Jnl. Food Micro. 1990. – № 10 [3/4]. – P. 219–224.
- 11 Градова, Н.Б. Исследование микробного профиля структурированной ассоциативной культуры микроорганизмов – кефирных грибов / Н.Б. Градова, А.А. Сарашцева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. – Том 14, № 5(3). – С. 704–710.
- 12 Arihara, K. Immunofluorescence microscopic studies on distribution of *L. kefirifaciens* and *L. kefir* in kefir grains. / K. Arihara, T. Toba, S. Adachi // Int. Jnl. Food Micro. 1990. – № 11. – P. 127–134.
- 13 Еникеев, Р.Р. Количество в кефире полисахарида, производимого молочнокислыми бактериями / Р.Р. Еникеев, Д.Н. Бобошко, Е.Ю. Руденко, А.В. Зимичев // Молочная промышленность. – 2010. № 7. – С. 64–66.
- 14 Witthuhn, R. Isolation and characterization of the microbial population of different south african kefir grains / Witthuhn R., Schoeman T., Britz T. // International Journal of Dairy Technology. – 2004. Т.54. – № 1. – P.33–37.
- 15 Garrote, G. Chemical and microbiological characterization of kefir grains / G. Garrote // Jnl. of Dairy Res. – 2001. – № 68[4]. – P. 639–652.
- 16 Козырева, И.И. Свойства микроорганизмов, выделенных из кефирных грибов / И.И. Козырева, Р. Г. Кабилов, Б.Г. Цугкиев // Молочная пр-ть, 2009. – № 3. – С.60–61.
- 17 Тибетский молочный гриб [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.goio.ru> – Дата доступа: 15.12.2012.
- 18 Елинов, Н.П. Микробиота природной ассоциации «Тибетский рис» / Н.П. Елинов, О.Г. Ларина // Проблемы медицинской микологии. – 1999. – Том.1, №1. – С. 51–56.
- 19 Carvalho, J. Study of anti-inflammatory activity of Tibetam mushroom a symbiotic culture of bacteria and fungi encapsulated into a polysaccharide matrix / J. Carvalho // Pharmacol Res. – 2003. – № 47[1]: 49–52.
- 20 Неумывакин, И.П. Чайный гриб. Чайный гриб – природный целитель. Мифы и реальность. // СПб. : Диля, 2005. – 160 с.
- 21 Леонова, Е.Б. Закваски на основе микрофлоры чайного гриба и кефирных грибов / Е.Б. Леонова, Э.Б. Губанова, Т.А. Кудрявцева // Молочная промышленность. – 1997. – № 4. – С. 33.
- 22 Даниелян, Л.Т. Чайный гриб. – Ереван: Айастан, 1991. – 137 с.
- 23 Зайнуллин, Р.А. Влияние условий культивирования чайного гриба (COMBUCHA) на его функциональные свойства в пищевых профилактических напитках / Р.А. Зайнуллин [и др.]. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – С. 29–31.
- 24 Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини: підручник / В.А. Домарецький [и др.]; за ред. В.А. Домарецького. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 498 с.
- 25 Хачатрян, В.А. Чайный гриб / В.А. Хачатрян. – СПб. : Диля, 2000. – 78 с.
- 26 Барабанчик, Г.Ф. Чайный гриб и его лечебные свойства / Г.Ф. Барабанчик // Омск: Обл.кн. изд-во, 1958. – 53 с.
- 27 Mayer, P. The yeast aptctrum of the tea fungus Kombucha / P. Mayer // Mycoses. – 1995. – Vol. 38. – P. 7–8.
- 28 Лойцянская, М.С. Микрофлора «чайного гриба» / М.С. Лойцянская, Л.В. Неклюдова // Труды Петергофского биологического института. – № 19, ЛГУ. – 1965. – С. 29–44.
- 29 Brown, R. Cellulose biosynthesis in *Acetobacter xylinum* / R. Brown, H. Willison, C. Richardson // Proc. Nat. Acad. Sci. – 1976. – № 73 (12). – P. 4565–4569.
- 30 Способ приготовления биологически активного напитка: пат. 2281012 Россия, МКИ7 А 23 L 2/00, С 12 G 3/02/ И.А. Сарвадинов, Н.Д. Гафурова, Ш.А. Хамидов; заявитель ООО «ЛайфЭликсир». – № 2004105828/13; заявл. 27.02.2004; опубли. 10.08.2006 // Патенты России. Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели» [Электронный ресурс]. – Электрон, дан. и прогр. (460 Мб). – М., 2006.
- 31 Промышленная микробиология: учеб. пособие для вузов / З.А. Аркадьева [и др.]; под ред. Н.С. Егорова. – М.: Высш.шк., 1989. – 688 с.
- 32 Сивенкова, Т.П. Технология молочно-белковых продуктов с использованием нетрадиционной закваски: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / Т.П. Сивенкова; Санкт-Петербург. тех. ин-т хол. пр-ти. – СПб., 1993. – 17 с.
- 33 Федорова, Р.А. Хлеб функционального назначения с добавкой настоя чайного гриба / Р.А. Федорова, О.В. Головинская // Хлебопечение России. – 2011. – № 6. – С. 22–23.

- 34 Давидович, Е.А. Перспективы использования гриба *Medusomyces gisevii* при производстве пшеничного хлеба // Е.А. Давидович // Технологии и средства механизации сельского хозяйства / С.-Петерб. гос. аграр. ун-т. – Санкт-Петербург. – 2010. – С. 117–122.
- 35 Yahg Z.-W. Hypocholesterolaemic and antioxidant effects of kombucha tea in high-cholesterol fed mice // J. Sc. Food Agr. – 2009. – Vol. 89, № 1. – P. 150–156.
- 36 Буторина, О. В. Индийский морской рис / О.В. Буторина. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 31 с.
- 37 Полевая, М.А. Индийский рис – целебный гриб / М.А. Полевая. – СПб. : Весь, 2005. – 128 с.
- 38 Pidoux, M. Characterization of the polysaccharides from a *Lactobacillus brevis* and from sugary kefir grains / M. Pidoux, J. Brillouet, B. Quermener // Biotechnology Letters. – 1988. – № 10(6). – PP. 415–420.
- 39 Composition of Water kefir Grains: Bacteria and Yeast [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.culturesforhealth.com>. – Дата доступа: 11.01.2013.
- 40 Neve, H. The microflora of water kefir: a glance by scanning electron microscopy / H. Neve, K. Heller // Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte. – 2002. – № 54. – PP. 337–349.
- 41 Gulitz, A. The microbial diversity of water kefir / A. Gulitz, J. Stadie // International Journal of Food Microbiology. – 2011. – № 151. – PP. 284–288.
- 42 Pidoux, M. The microbial flora of sugary kefir grain: biosynthesis of the grain from *Lactobacillus hilgardii* producing a polysaccharide gel. / M. Pidoux // MIRCEN Journal. – 1989. – № 5. – PP. 223–238.
- 43 Королева, Л.М. Идентификация микробного состава поликультуры рисового гриба как основы получения ферментированных безалкогольных напитков / Л.М. Королева, Е.А. Цед, Н.К. Коваленко, С.С. Нагорная // Пиво и напитки. – 2007. – № 2. – С. 40–42.
- 44 Королева, Л. М. Рисовый гриб как продуцент биологически ценных веществ при получении натуральных безалкогольных напитков брожения / Л.М. Королева, З.В. Василенко, Е.А. Цед, С.В. Волкова, А.А. Миронцева, Т.М. Тананайко // Пиво и напитки. – 2010. – № 4. – С. 12–13.
- 45 Цед, Е.А. Жирные кислоты, продуцируемые рисовым грибом при получении безалкогольных напитков брожения / Е.А. Цед, З.В. Василенко, Л.М. Королева, С.В. Волкова // Пиво и напитки. – 2012. – № 3–С. 44–47.
- 46 Harris W. Omega-6 and omega-3 fatty acids: partners in prevention. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010; 13(2):125-9.
- 47 Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М. : Колос, 2007. – 841 с.
- 48 Василенко, З.В. Профилактические и онкостатические свойства безалкогольного напитка брожения на основе рисового гриба / З.В. Василенко, Л.Н. Николаевич, Е.А. Цед, Л.М. Королева, С.В. Волкова // Весні НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2012. – № 4. – С. 113–118.

Поступила в редакцию 21.12.2012