УДК 631.466.15

# КЛАССИФИКАЦИЯ СТИМУЛЯТОРОВ ЖИЗНЕННОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ

**Л.В. Пермякова**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47*

*e-mail: delf-5@ya.ru*

*Дата поступления в редакцию: 18.06.2016*
*Дата принятия в печать: 30.07.2016*

Решение вопросов, связанных с повышением эффективности технологических процессов и обеспечением выпуска готовой продукции высокого качества, является актуальным для производств, основанных на использовании жизнедеятельности дрожжей-сахаромицетов. В работе указаны основные причины необходимости регулирования обмена веществ дрожжевой культуры, рассмотрены существующие на практике и предлагаемые приемы изменения ее метаболической активности. Цель исследования – создание с применением комплексного иерархически-фасетного метода системы классификации добавок/препаратов различного происхождения для повышения жизненной активности дрожжей путем корректировки состава питательной среды. В основе классификации лежит деление множества «добавки/препараты для повышения жизненной активности дрожжей» на подмножества, связанные с целевым использованием препарата, стадией его применения, химической и структурной организацией, достигаемыми конечными целями. Препараты разделены на группы разного предназначения: для восполнения среды недостающими соединениями и/или дополнительного обогащения биостимулирующими компонентами; для извлечения из среды нежелательных для развития дрожжей компонентов; препараты-стрессоры; антибактериальные препараты, создающие благоприятные условия для развития основной дрожжевой культуры; способствующие деградации биополимеров сырья и полупродуктов. Корректировка состава среды возможна на этапе подготовки дрожжей к ферментации, непосредственно на основной стадии технологического процесса, при выращивании чистой культуры, при хранении семенных дрожжей, на более ранних этапах производства путем обработки сырья или полупродуктов. Добавки/препараты могут быть по химической природе органические, неорганические, смешанные (комплексные) и получены путем химического или микробиологического синтеза либо иметь природное (естественное) происхождение. Предложенная классификация позволяет целенаправленно подходить к выбору препаратов, обеспечивающих изменение метаболической активности дрожжевой культуры за счет корректировки состава питательной среды.

Дрожжи, подкормки, активаторы, классификация

**Введение**

Физико-химические и органолептические показатели таких продуктов, как пиво, спирт, вино, квас, хлебопекарные дрожжи, а также эффективность технологических операций определяются не только качеством исходного сырья, но в огромной степени зависят от интенсивности обменных процессов используемой дрожжевой культуры. Физиолого-биохимическое состояние дрожжей и способность их адаптации к условиям конкретной среды существенно влияют на скорость и глубину потребления сухих веществ сусла, микробиологическую и коллоидную стабильность продукта, образование как основных продуктов спиртового брожения, так и вторичных и побочных компонентов, формирующих вкусоароматический профиль готового напитка.

Биосинтетические процессы, протекающие в дрожжевой клетке, чрезвычайно лабильны и достаточно легко поддаются регуляции. Поэтому, зная зависимость между конкретными условиями окружающей среды и теми или иными сторонами жизнедеятельности дрожжевой культуры, можно целенаправленно изменять ее рост, развитие и обмен веществ. Создание и поддержание определенных условий культивирования дрожжей позволяет управлять ходом ферментационного процесса.

В процессе производства в зависимости от принятой технологии разведения чистой культуры, осуществления брожения сусла, съема, хранения и подготовки к следующему циклу ферментации дрожжи подвергаются различным видам неблагоприятных воздействий. Выделяют стрессовые факторы, определяемые составом среды (концентрацией сухих веществ, содержанием кислорода, спирта, углекислоты, дефицитом питательных компонентов, наличием токсичных веществ) и условиями проведения вышеперечисленных процессов (температурным режимом, осмотическим и гидростатическим давлением) [1]. Каждый их рассмотренных ранее факторов может действовать самостоятельно, но чаще всего в совокупности с другими, что усугубляет существующие на предприятии проблемы, связанные с жизненной активностью дрожжей. Все это обязывает технологов для корректировки производственного процесса, нормального его протекания и получения готового продукта с соответствующими стандарту физико-химическими и органолептическими показателями применять различные способы активации дрожжей как жидких семенных, так и сухих препаратов после их регидратации.

**Цель** данного исследования – разработка классификации препаратов/добавок, используемых для изменения метаболической активности

дрожжевой культуры. Учет различных классификационных признаков (происхождение, химический состав, цели назначения, стадии использования и др.) препаратов/добавок позволяет целенаправленно подходить к выбору стимуляторов жизненной активности дрожжей и тем самым интенсификации основных технологических процессов и повышения качества готовой продукции.

**Объект и методы исследования**

Объект изысканий – результаты исследований отечественных и зарубежных авторов. В работе применяли методы сравнительного анализа, обобщения и систематизации данных литературы, совмещенный иерархически-фасетный метод классификации.

**Результаты и их обсуждение**

Для сглаживания и/или устранения стрессовых факторов, а также активизации жизнедеятельности дрожжевой культуры используют разные способы и приемы.

В ряде работ [2–4] на примере различных производств, использующих дрожжи, была сделана попытка классификации известных в настоящее время приемов, способствующих повышению метаболической активности культуры микроорганизмов. Проведем анализ некоторых из предложенных классификаций.

Все авторы выделяют два основных пути изменения физиолого-биохимических и технологических свойств дрожжей: химический и физический. Одни исследователи в первую группу включают использование ферментов, антимикробных препаратов, минеральных веществ (цинка, железа, меди, селена), витаминов, специальных подкормок для дрожжей [2]. Другие авторы [4] вычленили следующие подгруппы добавок: минеральные (диоксид кремния, соли аммония, марганца, калия, магния, фосфора, цинка), органические (кислород, гидролизаты, автолизаты микробной клеточной биомассы, органические кислоты, различные виды растительного сырья, продукты и отходы переработки молока), минерально-органические (сочетание неорганических солей, аминокислот, витаминов; комплекс солей и биомассы микроорганизмов; смесь инактивированных дрожжей с природными минералами). Ж. Риберо-Гайон, Э. Пейно указывают на использование для стимуляции размножения дрожжей и активизации процесса ферментации на примере виноградного сусла факторов роста (витаминов группы В) и активаторов брожения. К последним отнесены промежуточные продукты сбраживания (к примеру, ацетальдегид и пировиноградная кислота), стерины (необходимы только в анаэробных условиях), жирные кислоты с длинной цепью (их действие равноценно влиянию биотина), экстракты дрожжей, вещества, извлеченные из некоторых плесневых грибов.

Вторая группа способов повышения жизненной активности дрожжей включает виды физической обработки как единичными факторами: температурой, излучением (оптическим, ультрафиолетовым, ультразвуковым), электромагнитным полем, электрическим током (постоянным или переменным), гидро- или аэроионизацией, так и комплексным их воздействием: молекулярным кислородом и магнитным полем; отрицательно заряженными частицами (включая кислород в ионной форме) и током постоянной частоты; электронно-ионным. В работе [4] к физическим методам активации жизнедеятельности дрожжей, помимо ряда вышеприведенных, отнесены лазерная обработка и механическая (путем перемешивания, роторно-пульсационного воздействия). Подробная классификация физических методов воздействия на пищевые продукты, основанная на принципе непрерывности спектра электромагнитных волн, разработана академиком И.А. Роговым [3].

Кроме этого, выделяют третью группу способов, являющуюся комбинацией в различных сочетаниях первых двух (химических и физических) [2, 4].

Несмотря на то что физические методы активации не предполагают использования каких-либо химических, посторонних веществ и это является их преимуществом, они не нашли широкого распространения, так как требуют специальной, порой дорогостоящей аппаратуры, их сложно применить к большим объемам производства. Остановимся более подробно на рассмотрении приемов повышения жизненной активности дрожжевой культуры путем воздействия химическими веществами.

Одним из широко используемых средств изменения физиологических и технологических свойств дрожжей в практике пивоварения, в спиртовой, винодельческой, дрожжевой промышленности является применение так называемых подкормок («питания» для дрожжей). Краткая характеристика некоторых препаратов представлена в табл. 1 [5–7].

Препараты способствуют стимулированию размножения и роста клеток, повышению их активности, улучшению транспорта питательных веществ, более полному сбраживанию экстрактивных веществ среды, усиливают устойчивость дрожжей против стрессовых факторов, включая высокие концентрации спирта, низкие температуры, дрожжевые токсины, остатки средств защиты растений. За счет сбалансированной подачи минеральных компонентов происходит активация ферментов дрожжей. Присутствие в некоторых препаратах дрожжевых оболочек или волокон целлюлозы улучшает массообмен между клеткой и питательной средой, способствует адсорбции токсичных для дрожжей веществ. Наличие в подкормке «Экстра Хидер» пропиленгликольальгината обеспечивает дополнительный эффект, связанный с улучшением пенистых свойств пива.

Внесение препаратов в зависимости от типа (состава) осуществляется в основном в сусло перед введением дрожжей, в производстве пива, помимо этой стадии, – при кипячении сусла с хмелем (за 10-15 минут до окончания процесса). Дозирование питания для дрожжей проводят чаще всего в один прием (в начале брожения), в некоторых случаях предусмотрено дробное введение.

Приведенные в табл. 1 дрожжевые подкормки разрешены к применению в соответствии с ныне существующими законодательными нормами. Несмотря на достаточно высокую эффективность действия приведенных выше препаратов, нужно обратить внимание на то, что в составе многих из них

присутствуют минеральные компоненты в виде химических солей и синтетические витамины. Кроме того, производят эти добавки за рубежом и поступление в нашу страну идет по импорту.

Наряду с подкормками, выпускаемыми в промышленных масштабах, предлагается использование и других стимуляторов и активаторов метаболизма дрожжей и тем самым ускорения технологических процессов и повышения качества готового продукта. Анализ обобщенных данных литературы по применению различного рода добавок в производстве пива, спирта, вина, дрожжевой промышленности, хлебопечении показывает следующее.

Таблица 1

Характеристика пищевых дрожжевых подкормок

| Наименование препарата / Производитель | Состав препарата |
|---|---|
| Сульфат цинка / Murphy & Son LTD, Великобритания | 98,5 % гепагидрата цинка ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) |
| Родия Зумесит / Murphy & Son LTD | Смесь фосфата диаммония и метабисульфита калия |
| Истекс / I.E.Siebel Son's Company, США | Смесь фосфата диаммония, сульфатов марганца и цинка |
| Тиамин / Институт Энологии, Франция | Витамин $B_1$ |
| Истфилд / S.C. Cope S.A., Румыния | Смесь неорганических веществ (фосфата диаммония, метабисульфита калия, сульфатов марганца и цинка), аминокислот (аланина, лейцина, серина), диспергента |
| Алкотен / Murphy & Son LTD | Смесь аминокислот и витаминов группы В |
| Витамон® Комби / Эрбслё Гайзенхайм АГ, Германия | Фосфат диаммония и тиамин |
| Иноферм / Институт Энологии | Сульфат аммония и тиамин |
| Витамон Ультра / Эрбслё Гайзенхайм АГ | Смесь автолизата дрожжей, фосфата диаммония и тиамина |
| Хай-Вит / Hydralko Hydrocolloide GmbH, Германия | Смесь неорганических веществ (фосфата диаммония, сульфатов марганца и цинка), витаминов группы В, аминокислот (аспарагиновой, аспартамовой, глутаминовой) и пептона |
| Ист-Вит / Murphy & Son LTD | Смесь неорганических веществ, микроэлементов (цинка, марганца, калия, магния, йода), витаминов ($B_1$, $B_2$, $B_6$, Н), миоинозита, производных витаминов РР и $B_5$, аминокислот |
| Истлайф экстра / Murphy & Son LTD | Смесь пептонов, 13 аминокислот, минералов и 7 витаминов |
| Помощь для дрожжей / Murphy & Son LTD | Экстракт автолизованных дрожжей с цинком и медью |
| Фермивит В / Институт Энологии | Инактивированные дрожжи, целлюлоза и инертные оболочки |
| Экстра Хидер / Murphy & Son LTD | Смесь неорганических солей, витаминов и микроэлементов в сочетании с пропиленгликольальгинатом |
| Витамон® СЕ / Эрбслё Гайзенхайм АГ | Фосфат диаммония, витамин $B_1$, клеточные стенки дрожжей, целлюлоза |
| ВитаФерм® Ультра Ф3 / Эрбслё Гайзенхайм АГ | Дезактивированные дрожжи (источник аминокислот, пептидов, маннопротеинов и других адсорбирующих полимеров, витаминов, ненасыщенных жирных кислот и стеролов), фосфат диаммония, витамин $B_1$ |

Источником ростовых веществ и биостимуляторов для дрожжей является в большинстве случаев сырье растительного [8–11], реже животного, происхождения [12–14], включая гидробионты (в частности, морские водоросли) [15, 16]. Помимо исходного сырья как такового, часто используются отходы (или продукты их переработки) различных отраслей промышленности: солодовенной (вытяжка из солодовых ростков), пивоваренной (пивная дробина, избыточные пивные дрожжи и получаемые из них препараты – гидролизаты, ферментолизаты, автолизаты, плазмолизаты и т.п.) [15, 17], спиртовой (послеспиртовая барда, гидролизная барда, остаточные дрожжи) [12, 18], крахмало-паточной (кукурузный экстракт, картофельный сок), консервной (капустный и морковный отвары, выжимки яблок, шиповника, арбуза и т.п.) [11], винодельческой (семена, кожица винограда) [11], молочной (сыворотка творожная или подсырная) [12, 13], чайной (экстракты из отходов чая), птицеперерабатывающей (мясо-перьевая мука), продукты и отходы пантового оленеводства [14], сельского хозяйства (экстракт из фасоли, гидролизат пшеничной соломы и отрубей и т.п.) и др.

Создание современных прогрессивных технологий получения спирта и пива на основе высококонцентрированных сред требует необходимости применения физиологически активных рас дрожжей с осмофильными свойствами, которые позволяют осуществить сбраживание плотного сусла. Обеспечивают термо- и осморезистентность, а также развитие защитных реакций (предадаптацию) на стресс, интенсификацию клеточного обмена дрожжей применение химических аналогов микробных ауторегуляторов С7-АОБ, С12-АОБ, относящихся к алкилоксибензолам [19, 20]. С этой же целью другие исследователи применяют перекись водорода [21], внеклеточную щелочную РНКазу (бактериальную или панкреатическую) [22].

Олигосахарид пизамин, являющийся природным антивитамином пантотеновой кислоты, способствует увеличению синтеза биологически активных веществ, в том числе и глутатиона, стимулирующих рост культуры с сокращением лаг-фазы и инактивирующих антивитамин [23].

В качестве дополнительного источника в первую очередь минеральных веществ разные исследователи предлагают использовать как природное сырье – цеолитсодержащие туфы и глинистые минералы (самостоятельно или совместно с другими стимуляторами) [4, 14], кремнистые породы (песок бархана Сарыкум) [24], геотермальную минеральную воду нефенольного класса [25], так и химические соеди-

нения – в виде солей (сульфатов аммония, цинка, железа, селена, хлорида калия, фосфата диаммония, наночастиц меди, цинка, железа) [5–7, 26] или металлоорганических комплексов (аквакомплексов: цинка с глутаминовой кислотой, магния с аспарагиновой кислотой, марганца с метионином, кальция с фосфатом; селеноцистеина) [27].

Широкое применение находят органические кислоты, особенно янтарная кислота, являющаяся природным метаболитом живых организмов, повышающим энергетические и антиоксидантные возможности клетки [15, 28, 29].

В качестве активных антиоксидантов (ингибиторов свободно-радикального окисления) фенольной природы, обладающих ростостимулирующим действием, предлагается использовать фенозанкислоту и ее соли (натриевую, калиевую) [30] или источники полифенольных соединений – экстракты аралии, облепихи [10].

Создание благоприятных условий для жизнедеятельности дрожжевой культуры возможно и на основе эффективного подавления посторонней для данного производства микрофлоры, в частности, добавлением в сусло-дрожжевую суспензию коллоидного раствора наночастиц серебра [26].

Изменение состава питательной среды может идти не только обогащением какими-либо добавками непосредственно перед проведением ферментации, но и другими приемами, причем на более ранних стадиях технологического процесса: частичной или полной заменой основного исходного сырья на нетрадиционное для данного производства (использование амаранта, топинамбура) [9], обработкой сырья механическим или биохимическим способами. Например, для повышения стрессоустойчивости культуры к высоким значениям осмотического давления среды и температуры брожения в ряде работ корректируют состав сусла на стадии его получения (при осахаривании – в спиртовом производства, при затирании – в пивоварении) за счет добавления ферментных препаратов, в первую очередь протеолитического действия [12]. Драгуновой с соавторами [31] показано, что дезинтеграция зернового сырья путем ультратонкого измельчения, наряду с низким температурным воздействием на него, увеличивает доступность и сохранность важных для питания дрожжей компонентов, вследствие чего микробная биомасса накапливается в большей степени в сравнении со стандартной глубиной механического разрушения. В производствах, где одним из основных видов сырья является вода, ее обработка с целью умягчения, обезжелезивания, обеззараживания, извлечения токсичных элементов также оказывает влияние на химический состав сусла и в дальнейшем на жизненную активность дрожжей.

Воздействие на состав будущей среды сбраживания возможно и на этапе выращивания растительного сырья. Иллюстрацией является применение при выращивании винограда (зерновых, овощных, плодово-ягодных культур) силипланта – кремнийсодержащего удобрения, регулятора роста, способствующего снижению пестицидной нагрузки, увеличению общего содержания аминокислот, что в дальнейшем приводит к стимуляции размножения дрожжей, положительно отражается на органолептических характеристиках вина [32].

Помимо внесения в сусло собственно источников необходимых дрожжам питательных и ростовых веществ, нужно выделить еще один путь корректирования количественного и качественного содержания компонентов питательной среды – использование сорбционных материалов [4, 5, 7, 33–35]. К таковым относятся препараты, полученные из клеточных оболочек дрожжей (в частности, ОД) [5, 7, 33], лиофилизированные дрожжи [34], природные цеолитсодержащие и глинистые минералы [4], углеродные и целлюлозные волокна [7, 35], позволяющие извлекать из среды культивирования нежелательные, токсичные для дрожжевых клеток вещества (тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, микотоксины, продукты жизнедеятельности самих дрожжей).

Изменение физиологических, биохимических, технологических свойств дрожжей может идти по такому направлению, как включение непосредственно в микробную клетку каких-то химических элементов (цинка, меди, йода, селена) [6].

Существующие классификации охватывают лишь часть возможных классификационных признаков, не позволяя в полной мере понять, к какой группе можно отнести активатор в плане его состава, вида, стадии использования в производстве и получения конечного эффекта. Исходя из анализа публикаций, приведенных выше, нами предлагается классификация химических добавок/подкормок для стимулирования жизнедеятельности дрожжей путем корректировки состава питательной среды. В основу классификации положены три основные группы признаков: функционально-целевые, или телеологические (отражают назначение объекта, выполняемые им функции, цели применения и способы использования); генетические (характеризуют происхождение объекта, исходные материалы и сырье, основные компоненты химического состава); технологические (указывают на способ и процессы производства, особенности конструкции, рецептуры, степень обработки).

В группе (множестве) объектов «добавки/препараты для повышения жизненной активности дрожжей» сходной чертой является достижение общих целей (конкретных или их совокупности в зависимости от рассматриваемого производства): улучшение физиологических показателей дрожжевой культуры (количество клеток почкующихся, нежизнеспособных, с запасом резервных веществ), ее технологических свойств (бродильной активности, флокуляционной способности, скорости сбраживания); повышение ферментативной активности клеток; перестройка направленности обмена веществ клеток (с конструктивного на энергетический и наоборот, аэробного на анаэробный); адаптация дрожжевой популяции к неблагоприятным или стрессовым факторам среды; интенсификация процессов брожения (потребление сахаров, образование спирта, сокращение длительности стадии); изменение показателей готовой продукции (количественного и качественного состава вкусоарома-

тических веществ, уровня безопасности, устойчивости к помутнениям).

Для дальнейшего деления указанного множества на подмножества и ступени важно рассмотреть два аспекта: структурную характеристику добавок/препаратов и технологическую, связанную с направленностью их воздействия на объект производства в целом и его составные части. В данном случае структурный аспект будет включать в себя генетические и технологические классификационные признаки, технологический аспект – телеологические признаки.

Выделим следующие подмножества в зависимости:

▪ от различий по основному целевому назначению:

- препараты, предназначенные для восполнения среды недостающими соединениями и/или дополнительного обогащения биостимулирующими компонентами;

- препараты, предназначенные для извлечения из среды нежелательных для развития дрожжей компонентов;

- препараты-стрессоры, способствующие формированию устойчивости дрожжевой популяции к негативным условиям среды;

- антибактериальные препараты, обеспечивающие подавление посторонней микрофлоры и тем самым создающие благоприятные условия для развития основной дрожжевой культуры;

- препараты, способствующие деградации биополимеров сырья, полупродуктов и делающие их более доступными для дрожжей (ферменты и ферментные препараты);

▪ от этапа (стадии) производства, где проводят корректировку состава среды:

- чаще всего это происходит на этапе подготовки дрожжей (семенных, засевных, сухих) к ферментации;

- либо непосредственно на основной стадии технологического процесса (брожении) путем внесения добавки в сусло до введения дрожжей (при необходимости дополнительно в ходе сбраживания);

- при выращивании чистой культуры (ЧКД);

- при хранении семенных дрожжей;

- или на более ранних этапах путем обработки сырья (допустим, воды), полупродуктов (затора при затирании, сусла при осахаривании, кипячении с хмелем, осветлении охмеленного сусла);

▪ от химической природы добавки/препарата:

- органические (например, витамины, аминокислоты);

- неорганические (соли аммония, цинка, природные минералы, углеродное волокно);

- смешанные (содержат комплекс органических и неорганических веществ – молочная сыворотка, микробная биомасса);

▪ от происхождения:

- полученные путем химического или микробиологического синтеза (гетероциклические азот- и серосодержащие вещества, фенозан-кислота и ее соли, витамины, органические кислоты, неорганические соли, алкилоксибензолы);

- имеющие природное (естественное) происхождение (растительное, животное, микробное, минеральное сырье). В этом случае природный источник каких-то веществ используется либо непосредственно, то есть в нативном виде – без обработки (природные алюмосиликаты, геотермальная вода), или подготовка не подразумевает изменения его химического состава и сводится к процессам, например, мойки, сушки, измельчения (кожица винограда и его семян, выжимки яблок, арбуза, амарантовая мука), или в переработанном – после извлечения из него различными приемами (экстракцией, ферментативной обработкой, модификацией химическими агентами и т.п.) конкретных соединений или их комплекса. В данной подгруппе можно выделить также применение местного сырья, нетрадиционного (для конкретного производства), побочных и вторичных продуктов пищевой промышленности, сельхозпроизводства и животно-водства;

▪ от состава (компонентности):

- на простые, состоящие из одного вещества (соединения) (к примеру, витамин $B_1$, сульфат цинка, перекись водорода, кислород, озон, наночастицы серебра);

- и сложные, включающие конкретную группу веществ: азотистых (аминокислоты, белки), минеральных (смесь неорганических солей), витаминов (в основном группы В), липидов и липидоподобных соединений (ненасыщенные жирные кислоты, стерины) и др.

В структурной организации сложных по составу препаратов, в первую очередь дрожжевых подкормок (табл. 1), можно вычленить одно-, двух- и многокомпонентные. Под этим подразумевается, что добавка представляет собой смесь либо простых единичных веществ: например, только минеральных (Родия Зумесит, цеолитсодержащие туфы), либо комплекс различных групп соединений: минералов и витаминов (Иноферм), азотистых веществ и витаминов (Алкотен), минералов и аминокислот (Истфилд), витаминов, аминокислот и минералов (Хай-Вит, Ист-Вит). В последнем случае к ним могут вводить какие-либо специфические добавки (адсорбенты, стабилизаторы и др.), обеспечивающие дополнительные эффекты в ходе технологического процесса (Фермивит, Экстра-Хидер). Если речь идет о добавках растительного, животного, микробного происхождения, то здесь можно выделить подгруппы с количественным преобладанием в химическом составе одной или двух групп веществ или содержащих какие-то соединения в минорных количествах, но, несмотря на это, оказывающих высокий стимулирующий эффект.

В обобщенном виде классификация представлена на рис. 1.

В пределах одной группы подмножества есть препараты однотипного назначения, но предназначенные к использованию на разных стадиях технологического процесса. Препараты могут обладать общими генетическими признаками, но разнонаправленным действием (назначением), быть многоцелевыми, являясь, с одной стороны, источником, например, макро- и микроэлементов, с другой стороны, выполняя роль сорбента токсичных веществ (природные минералы).

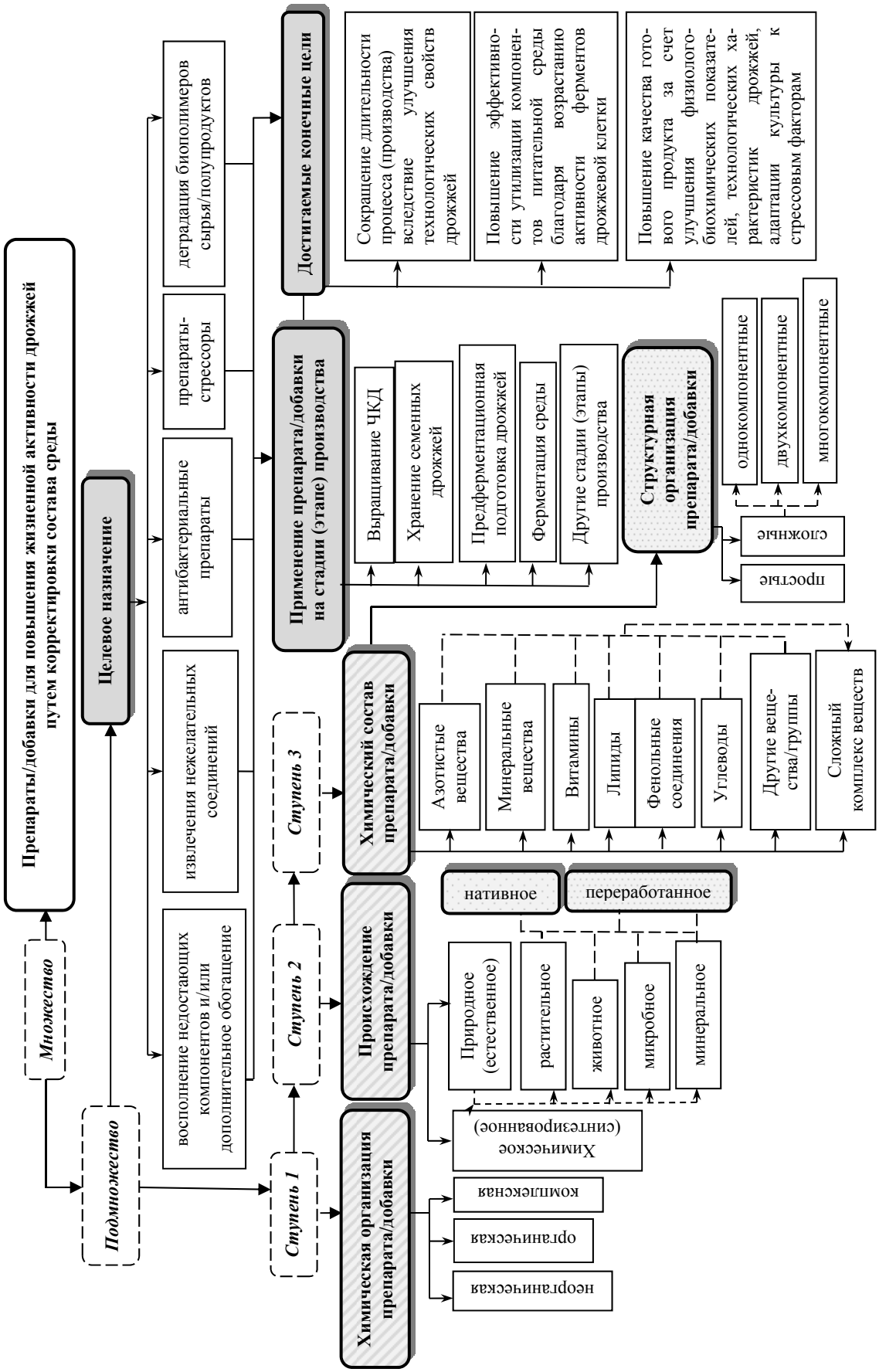


Рис. 1. Классификация препаратов для повышения жизненной активности дрожжей: блоки классификационных признаков: ▭ – телеологические; ▭ – генетические; ▭ – технологические

Используя данную классификацию, технолог более четко представляет, для каких целей предназначен препарат, на какой стадии его можно и нужно применять, решает вопрос: отдать предпочтение добавке, полученной химическим путем (что порой вызывает сомнение в плане гигиенической безопасности), или остановить свой выбор на природных источниках, содержащих совокупность ценных биологически активных веществ, обратить внимание на препараты импортного производства или использовать свои местные сырьевые ресурсы или отходы пищевых производств.

Таким образом, анализ значения классификационных признаков способствует решению вопросов, связанных с коррекцией состава среды (ферментации, хранения, суспендирования) и изменением тем самым физиолого-биохимических свойств дрожжей и хода технологического процесса, что в конечном итоге отражается на качестве готового продукта.

## Список литературы


1. Аннемюллер, Г. Дрожжи в пивоварении / Г. Аннемюллер, Г.-Й. Мангер, П. Литц. – СПб.: Профессия, 2015. – 428 с.
2. Глущенко, Л.Ф. К вопросу об управлении жизнедеятельностью микроорганизмов (на примере дрожжей) / Л.Ф. Глущенко, Н.А. Глущенко. – Издательство «Академия Естествознания», 2010. – 49 с.
3. Рогов, И.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 582 с.
4. Русских, Р.В. Обеспечение качества пива путем регулирования формирующих его факторов в процессе брожения: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Р.В. Русских. – Кемерово, 2012. – 170 с.
5. www.erbsloeh.com
6. www.murphyandson.co.uk
7. http://www.vitis.ru/docs/stacen.doc
8. Румянцева, В.В. Применение продуктов ферментолиза зерна овса для активации прессованных хлебопекарных дрожжей / В.В. Румянцева, Т.Н. Шеламова, Д.А. Орехова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 10. – С. 46–51.
9. Технологические аспекты использования растительного сырья в качестве активаторов бродильных процессов / Л.Ч. Гагиева, Б.Г. Цугкиев, Л.Б. Дзантиева, О.Н. Макиев // Пиво и напитки. – 2011. – № 2. – С. 28–29.
10. Палагина, М.В. Влияние биостимуляторов дальневосточных растений на физиологическую активность пивоваренных дрожжей / М.В. Палагина, К.А. Дрекко, Н.Г. Плехова // Пиво и напитки. – 2011. – № 2. – С. 33–35.
11. Хлебобулочные изделия, обогащенные биологически активными добавками на основе растительного сырья: монография / Ю.И. Марковский, Н.Н. Корнен, Т.В. Першакова, А.А. Шипанова. – Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2006. – 100 с.
12. Федюшкина, И.Л. Интенсификация процессов сбраживания сусла путем активации спиртовых дрожжей: автореф. дис. … канд. техн. наук / И.Л. Федюшкина. – Кемерово, 2005. – 16 с.
13. Активация пивных дрожжей / В.А. Помозова, Л.В. Пермякова, Е.А. Сафонова, В.В. Артемасов // Пиво и напитки. – 2002. – № 2. – С. 26–27.
14. Применение новых видов пищевых подкормок для дрожжей в производстве пива / Л.В. Пермякова, В.А. Помозова, А.А. Павлов, С.И. Хорунжина // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 46–52.
15. Гребенчиков, В.А. Использование активаторов дрожжей при производстве кваса / В.А. Гребенчиков, М.В. Гернет // Пиво и напитки. – 2003. – № 3 – С. 34–37.
16. БАД из морских гидробионтов к пище как модулятор жизнедеятельности дрожжей и оптимизация хлебопечения / Т.К. Каленик, Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина, С.В. Карасева // Хлебопечение России. – 2010. – № 5. – С. 25–26.
17. Хныкин, А.М. Разработка метода активации сухих пивоваренных дрожжей для заводов малой мощности / А.М. Хныкин, А.И. Садова, А.М. Тимаев // Пиво и напитки. – 2012. – № 2. – С. 12–16.
18. Активирующий эффект воздействия дрожжевого экстракта на клетки Saccharomyces cerevisiae / О.Ю. Бодрова, А.Н. Кречетникова, Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – № 3. – С. 29–30.
19. Разработка способов защиты пивоваренных дрожжей от осмотического стресса / И.А. Конаныхина, Е.Ф. Шаненко, Ю.А. Николаев, Г.И. Эль-Регистан // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 3. – С. 40–41.
20. Lu, F. Adaptive response of Saccharomyces cerevisiae to hyperosmotic and oxidative stress / F. Lu, Y. Wang, D. Bai, L. Du // Process Biochemistry. – 2005. – Vol. 40. – Pp. 3614-3618.
21. Ямашев, Т.А. Влияние предварительной активации дрожжей пероксидом водорода на их адаптацию к осмотическому стрессу / Т.А. Ямашев, О.А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 312–316.
22. Шихова, М.Н. Некоторые аспекты промышленного производства дрожжей / М.Н. Шихова, И.Е. Соколова // Вісник Дніпропетровського університету. – 2005. – № 3/1. – С. 290–294.
23. Смашевский, Н.Д. Функционально-биохимические изменения дрожжей Saccharomyces cerevisiae краснодарской расы, индуцированные адаптацией к пизамину природному антивитамину пантотеновой кислоты из проростков гороха / Н.Д. Смашевский // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 1. – С. 25–30.
24. Абрамов, Ш.А. Морфофизиологические свойства дрожжей рода Saccharomyces на кремнийсодержащих средах / Ш.А. Абрамов, О.К. Власова, С.Ц. Котенко // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 4. – С. 14–15.
25. Влияние стимулятора биосинтеза этанола – геотермальной воды на морфологические особенности дрожжей Saccharomyces cerevisiae в различных условиях культивирования / Э.А. Халилова, Ш.А. Абрамов, С.Ц. Котенко, Э.А. Исламмагомедова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 8. – С. 44–46.
26. Баландин, Г.В. Применение наночастиц серебра для обеспечения безопасности дрожжей рода Saccharomyces / Г.В. Баландин // Пиво и напитки. – 2015. – № 5. – С. 8–12.
27. Шишков, Ю.И. Регулирование метаболизма дрожжей Saccharomyces cerevisiae / Ю.И. Шишков // Индустрия напитков. – 2008. – № 2. – С. 52–55.

28. Активация пивных дрожжей смесью органических кислот / А.А. Павлов, В.А. Помозова, Л.В. Пермякова, А.Л. Верещагин // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http: //www.science-education.ru/111-10553 (дата обращения: 29.10.2013).

29. Влияние янтарной кислоты на метаболизм дрожжей Saccharomyces cerevisiae / Л.Н. Крикунова, С.М. Рябова, В.А. Песчанская, Л.М. Урусова // Пиво и напитки. – 2015. – № 1. – С. 36–38.

30. Влияние антиоксидантов на рост и биотехнологические свойства хлебопекарных дрожжей / З. Мингалеева, О. Старовойтова, С. Борисова, О. Решетник // Хлебопродукты. – 2008. – № 6. – С. 46–47.

31. Драгунова, Ю.Е. Влияние степени измельчения зернового сырья и предварительной активации дрожжей на выход спирта / Ю.Е. Драгунова, Н.А. Атыкян, В.В. Ревин // Вестник ОГУ. – 2012. – № 10 (146). – С. 72–77.

32. Кукушкин, А.В. Влияние регуляторов роста и биологически активных препаратов нового поколения на аминокислоты в винах / А.В. Кукушкин, А.К. Раджабов, А.Л. Марутян // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 5. – С. 22–23.

33. Карпенко, Д.В. Способы активации дрожжей при сбраживании плотного сусла / Д.В. Карпенко, Е.О. Чуланов // Пиво и напитки. – 2008. – № 5. – С. 26–27.

34. Palomero, F. Reduction of wine 4-ethylphenol concentration using lyophilised yeast as a bioadsorbent: influence on anthocyanin content and chromatic variables / F. Palomero, K. Ntanos, S. Benito, J.A. Suarez-Lepe // European Food Research and Technology. – 2011 (232). – № 6. – P. 971–977.

35. Пат. RU № 2527071. Способ сбраживания пивного сусла / Пермякова Л.В., Хорунжина С.И.; заявитель и патентообладатель Кемеровский технол. ин-т пищ. пром-ти. – № 2013123079/10; заявл. 20.05.2013; опубл. 27.08.2014.

# CLASSIFICATION OF PREPARATIOPNS TO PROMOTE YEAST VITAL ACTIVITY

**L.V. Permyakova**

*Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia*

*e-mail: delf-5@ya.ru*

*Received: 18.06.2016*
*Accepted: 30.07.2016*

Problems concerning the efficiency of production processes and manufacturing high quality goods are important for productions based on the activity of Saccharomyces cerevisiae. The paper identifies major reasons for the need to regulate yeast culture metabolism, considers existing practice and proposed methods of changing its metabolic activity. The purpose of the research is to create the classification of the supplements / preparations of different origin to improve yeast vital activity by adjusting its culture medium composition with the use of complex hierarchical faceted method. The classification is based on the division of the set of "supplements / preparations to enhance yeasts vitality" into subsets related to the intended use of the preparation, stage of its application, chemical and structural organization, and ultimate goals. Preparations are divided into groups for various purposes: to fill in the medium with missing compounds and / or additional enrichment with biostimulating components; to extract undesirable components from the medium for the yeast development; preparations-stressors; antibacterial agents, creating favorable conditions for the development of basic yeast culture; contributing to the degradation of raw material biopolymers and intermediates. Medium composition adjustment is possible at the stage of preparation the yeast for fermentation, directly at the main step of the technological process, during pure culture growing and seed yeast storage, at earlier stages of manufacture by processing raw materials or intermediates. According to chemical nature supplements / preparations can be organic, inorganic, mixed (complex) ones and those obtained by chemical or microbial synthesis or be of natural origin. This classification enables a more targeted approach to choosing preparations that provide the change of metabolic activity of the yeast culture by adjusting the composition of the culture medium.

Yeast, culture medium, promoters, classification

## References

1. Annemiuller G., Manger G.-I., Litts P. *Drozhzhi v pivovarenii* [Yeast in brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2015. 428 p.

2. Glushhenko L.F., Glushhenko N.A. *K voprosu ob upravlenii zhiznedeyatel'nost'yu mikroorganizmov (na primere drozhzhey)* [To the management activity of microorganisms (for example yeast)]. Penza, Natural Science Academy Publ., 2010. 49 p.

3. Rogov I.A. *Elektrofizicheskie metody obrabotki pishchevykh produktov* [Electrophysical methods of food processing]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 582 p.

4. Russkikh, R.V. *Obespechenie kachestva piva putem regulirovaniya formiruyushchikh ego faktorov v protsesse brozheniya. Diss. кand. tekhn. nauk* [Ensuring the quality of beer by adjusting its forming factors in the fermentation process. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2012. 170 p.

5. *Erbslöh Geisenheim AG*. Available at: http://www.erbsloeh.com (accessed 30 April 2016).

6. *Murphy & Son Limited*. Available at: http://www.murphyandson.co.uk (accessed 28 April 2016).

7. *Vinogradarstvo i vinodelie v Krasnodarskom krae* [Viticulture and winemaking in the Krasnodar region]. Available at: http://www.vitis.ru/docs/stacen.doc. (accessed 30 April 2016).

8. Rumyantseva V.V., Shelamova T.N., Orekhova D.A. Primenenie produktov fermentoliza zerna ovsa dlya aktivatsii pressovannykh khlebopekarnykh drozhzhey [Product Applications fermentative grain oats to activate the compressed baker's yeast]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and processing of farm products], 2009, no. 10, pp. 46–51.

9. Gagieva L.Ch., Tsugkiev B.G., Dzantieva L.B., Makiev O.N. Tekhnologicheskie aspekty ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya v kachestve aktivatorov brodil'nykh protsessov [Aspects of technology use vegetable raw materials as activators of fermentation processes]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2011, no. 2, pp. 28–29.

10. Palagina M.V., Drekko K.A., Plehova N.G. Vliyanie biostimulyatorov dal'nevostochnykh rasteniy na fiziologicheskuyu aktivnost' pivovarennykh drozhzhey [Influence of biostimulators Far East plants on the physiological activity of brewing yeast]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2011, no. 2, pp. 33–35.

11. Markovskiy Yu.I., Kornen N.N., Pershakova T.V., Shchipanova A.A. *Khlebobulochnye izdeliya, obogashchennye biologicheski aktivnymi dobavkami na osnove rastitel'nogo syr'ya* [Bakery products, enriched with biologically active additives based on vegetable raw materials]. Krasnodar, KubSTU Publ., 2006. 100 p.

12. Fedyushkina I.L. *Intensifikatsiya protsessov sbrazhivaniya susla putem aktivatsii spirtovykh drozhzhey. Avtoref. diss. кand. tekhn. nauk* [Intensification of processes of fermentation of the wort by activating the alcohol yeast. Cand. eng. sci. thesis]. Kemerovo, KemIFST Publ., 2005. 16 p.

13. Pomozova V.A., Permyakova L.V., Safonova YE.A, Artemasov V.V. Aktivatsiya pivnykh drozhzhey [Activation of brewer's yeast]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2002, no. 2, pp. 26–27.

14. Permyakova L.V., Pomozova V.A., Pavlov A.A., Khorunzhina S.I. Primenenie novykh vidov pishchevykh podkormok dlya drozhzhey v proizvodstve piva [The application of new types of food nutrients for the yeast in beer production.]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 2, pp. 46–52.

15. Grebenchikov V.A., Gernet M.V. Ispol'zovanie aktivatorov drozhzhey pri proizvodstve kvasa [The use of activators of yeast in the production of kvass]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2003, no. 3, pp. 34–37.

16. Kalenik T.K., Fedyanina L.N., Smertina Ye.S., Karaseva S.V. Biologicheskiye aktivnyye dobavki iz morskikh gidrobiontov k pishche kak modulyator zhiznedeyatel'nosti drozhzhey i optimizatsiya khlebopecheniya [Supplements made of marine aquatic food like yeast modulator of life and optimization of the baking]. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia], 2010, no. 5, pp. 25–26.

17. Khnykin A.M., Sadova A.I., Timaev A.M. Razrabotka metoda aktivatsii sukhikh pivovarennykh drozhzhey dlya zavodov maloy moshchnosti [Development of a method of activation of dry brewing yeast for small power plants]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2012, no. 2, pp. 12–16.

18. Bodrova O.Yu., Krechetnikova A.N., Il'yashenko N.G., Shaburova L.N. Aktiviruyushchiy effekt vozdeystviya drozhzhevogo ekstrakta na kletki Saccharomyces cerevisiae [Activating effect of yeast extract on the cells of Saccharomyces cherevesiae]. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdeliy* [Production of alcohol and alcoholic beverages], 2006, no. 3, pp. 29–30.

19. Konanykhina I.A., Shanenko E.F., Nikolaev Yu.A., El'-Registan G.I. Razrabotka sposobov zashchity pivovarennykh drozhzhey ot osmoticheskogo stressa [Developing ways to protect the brewing yeast from osmotic stress]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and processing of farm products], 2007, no. 3, pp. 40–41.

20. Lu F., Wang Y., Bai D., Du L. Adaptive response of Saccharomyces cerevisiae to hyperosmotic and oxidative stress. *Process Biochemistry*, 2005, vol. 40, pp. 3614–3618.

21. Yamashev T.A., Reshetnik O.A. Vliyanie predvaritel'noy aktivatsii drozhzhey peroksidom vodoroda na ikh adaptatsiyu k osmoticheskomu stress [Effect of pre-activation of yeast with hydrogen peroxide on their adaptation to osmotic stress]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2010, no. 11, pp. 312–316.

22. Shikhova M.N., Sokolova I.E. Nekotorye aspekty promyshlennogo proizvodstva drozhzhey [Some aspects of the industrial production of yeast]. *Vestnik dnepropetrovskogo universiteta* [Bulletin of Dnepropetrovsk University], 2005, no. 3/1, pp. 290–294.

23. Smashevskiy N.D. Funktsional'no-biokhimicheskie izmeneniya drozhzhey Saccharomyces cerevisiae krasnodar-skoy rasy, indutsirovannye adaptatsiey k pizaminu prirodnomu antivitaminu pantotenovoy kisloty iz prorostkov gorokha [Functional and biochemical changes in the yeast Saccharomyces cerevisiae strain Krasnodar induced adaptation pizamin – natural antivitamin pantothenic acid from pea seedlings]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2010, no. 1, pp. 25–30.

24. Abramov Sh.A., Vlasova O.K., Kotenko S.Ts. Morfofiziologicheskie svoystva drozhzhey roda Saccharomyces na kremniysoderzhashchikh sredakh [Morphological and physiological properties of the genus Saccharomyces yeast on media containing a silicon]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2008, no. 4, pp. 14–15.

25. Khalilova E.A., Abramov Sh.A., Kotenko S.Ts., Islammagomedova E.A. Vliyanie stimulyatora biosinteza etanola – geotermal'noy vody na morfologicheskie osobennosti drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* v razlichnykh usloviyakh kul'tivirovaniya [Effect of ethanol biosynthesis stimulator – geothermal water on the morphological features of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in different culture]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya* [Storage and processing of farm products], 2010, no. 8, pp. 44–46.

26. Balandin G.V. Primeneniye nanochastits serebra dlya obespecheniya bezopasnosti drozhzhey roda *Saccharomyces* [The use of silver nanoparticles safety yeast of genus Saccharomyces]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2015, no. 5, pp. 8–12.

27. Shishkov Yu.I. Regulirovaniye metabolizma drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* [Regulation of the metabolism of yeast *Saccharomyces cerevisiae*]. *Industriya napitkov* [Beverage Industry], 2008, no. 2, pp. 52–55.

28. Pavlov A.A., Pomozova V.A., Permyakova A.L. Aktivatsiya pivnykh drozhzhey smes'yu organicheskikh kislot [Activation of brewer's yeast with a mixture of organic acids]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2013, no. 5. Available at: http: //www.science-education.ru/111-10553 (Accessed 29 October 2013).

29. Krikunova L.N., Ryabova S.M., Peschanskaya V.A., Urusova L.M. Vliyaniye yantarnoy kisloty na metabolizm drozhzhey Saccharomyces cerevisiae [Effect of succinic acid on the metabolism of the yeast Saccharomyces cerevisiae]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2015, no.1, pp. 36–38.

30. Mingaleyeva Z., Starovoytova O., Borisova S., Reshetnik O. Vliyaniye antioksidantov na rost i biotekhnologicheskiye svoystva khlebopekarnykh drozhzhey [Effect of antioxidants on growth and biotechnological properties of baker's yeast]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2008, no. 6, pp. 46–47.

31. Dragunova Yu.Ye., Atykyan N.A., Revin V.V. Vliyaniye stepeni izmel'cheniya zernovogo syr'ya i predvaritel'noy aktivatsii drozhzhey na vykhod spirta [Effect of fineness of grain raw materials and pre-activation of yeast in the alcohol yield]. *Vestnik OGU* [Vestnik of the Orenburg State University], 2012, no. 10 (146), pp. 72–77.

32. Kukushkin A.V., Radzhabov A.K., Marutyan A.L. Vliyaniye regulyatorov rosta i biologicheski aktivnykh preparatov novogo pokoleniya na aminokisloty v vinakh [Influence of growth regulators and active new generation of drugs to the amino acids in the wine]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2011, no. 5, pp. 22–23.

33. Karpenko D.V., Chulanov Ye.O. Sposoby aktivatsii drozhzhey pri sbrazhivanii plotnogo susla [Methods for activation of yeast during the fermentation of the wort of high density]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2008, no. 5, pp. 26–27.

34. Palomero F., Ntanos K., Benito S., Suarez-Lepe J.A. Reduction of wine 4-ethylphenol concentration using lyophilised yeast as a bioadsorbent: influence on anthocyanin content and chromatic variables. *European Food Research and Technology,* 2011, no. 6, pp. 971–977.

35. Permyakova L.V., Khorunzhina S.I. *Sposob sbrazhivaniya pivnogo susla* [The process of fermentation of beer wor]. Patent RF, no. 2527071, 2014.

## Дополнительная информация / Additional Information

Пермякова, Л.В. Классификация стимуляторов жизненной активности дрожжей / Л.В. Пермякова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 46–55.

Permyakova L.V. Classification of preparatiopns to promote yeast vital activity. *Food Processing: Techniques and Technology,* 2016, vol. 42, no. 3, pp. 46–55. (in Russ.).

**Пермякова Лариса Викторовна**
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: delf-5@yandex.ru

**Larisa V. Permyakova**
Cand.Sci.,(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: delf-5@yandex.ru