

УДК 663.421

***Lactobacillus acidophilus* — ингибиторы технически вредной микробиоты пивоваренного солода**Канд. техн. наук **Е.С. Белокурова**, oldseadog@inbox.ru**А.З. Афонина**Канд. техн. наук **И.А. Панкина**, pankina_ilona@mail.ru*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий**194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50*

Исследовали проблемы контаминации микроорганизмами ячменя пивоваренного. Предложена возможность снижения микробной обсемененности светлого пивоваренного солода с использованием молочнокислых бактерий. Использовали образцы ячменя, выращенные на территории Российской Федерации — ячмень пивоваренный двухрядный западноевропейской селекции: Анабель (Annabell), Маргрет (Margret), Скарлетт (Scarlett), Ксанаду (Xanadu) и российской селекции — Сигнал. Рассмотрены способы снижения эпифитной микробиоты зерна при солодоращении с использованием отечественного лиофилизата молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* штамма n.v.Ер 317/402. Установлено, что применение чистых и смешанных культур молочнокислых бактерий при замачивании и проращивании ячменя пивоваренного не влияет на динамику прорастания ячменного зерна, но оказывает существенное влияние на снижение микробной обсемененности готового солода. Выявлено, что в образцах солода, выращенного с использованием молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*, произошло двукратное снижение количества дрожжей и плесневых грибов. Определено, что при хранении полученного пивоваренного солода не наблюдалось активного роста мицелиальных грибов, а даже некоторое снижение их количества после 3-х месяцев хранения, что свидетельствовало о наличии веществ, препятствующих их росту.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень; солод; микробиота; молочнокислые бактерии; экологическая безопасность сырья.

DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-2-50-57

Lactobacilli – inhibitors microbiota of brewing maltPh.D. **Elena S. Belokurova**, oldseadog@inbox.ru**Anastasia Z. Afonina**Ph.D. **Iona A. Pankina**, pankina_ilona@front.ru*Saint-Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great**High School of Biotechnology and Food Technologies**194021, Russia, St. Petersburg, Novorossiyskaya str., 50*

The article deals with the problems of malting barley contamination by microorganisms. To reduce microbial contamination of light malting barley the use of lactic acid bacteria is proposed. The barley grown in Russia was used: Annabell, Margret, Scarlett, and Xanadu two-row malting barley of Western Europe selection and Signal barley of Russian selection. The ways of reducing the epiphytic microbiota grains during malting with the use of Russian *Lactobacillus acidophilus* lysate strain (n.v.Ер 317/402) are analyzed. It was found that the use of pure and mixed cultures of lactic acid bacteria in soaking and germination of malting barley does not affect the dynamics of germination of barley grain, but has a significant impact on the microbial contamination reduction of the finished malt. The barley grown with the use of *Lactobacillus acidophilus* is shown to demonstrate reducing of yeast and mold fungi content. Filamentous fungi are found not to grow actively in storage of the malting barley under investigation, moreover, their content reduced after three-months storage, that proves the presence of some substances preventing their growth.

Keywords: malting barley; malt; microbiota; lactic acid bacteria; ecological safety of raw materials.

Введение

В последнее десятилетие как в мире, так и в России сильно возрос интерес к вопросам биотехнологии и возможности использования ее достижений в пищевой, аграрной, энергетической промышленности, в медицине и других областях. Одним из направлений современной биотехнологии является разработка технологий использования микроорганизмов в пищевой промышленности, в том

числе и пивоваренной. Сегодня одной из актуальных проблем, стоящих перед производителями сельскохозяйственной продукции, является контаминация зернового сырья микроорганизмами [1].

Степень контаминации или колонизации зерна микроорганизмами зависит от условий произрастания и переработки зерна после сбора. К микробиоте относятся виды микроорганизмов, обсеменяющих и контаминирующих зерно на полях, а также другие микроорганизмы, в первую очередь мицелиальные грибы, развивающиеся при хранении зерна.

По данным последних исследований, 25% всех зерновых в мире в той или иной степени поражены мицелиальными грибами и их токсинами, а по данным ЕС, до 20% собираемого зерна содержит микотоксины, в т.ч. опасные для человека [2].

Одной из основных причин, оказывающих отрицательное влияние на формирование технологических показателей качества, является высокая восприимчивость культуры ячменя к комплексу фитопатогенной и сапротрофной микробиоты [3].

Микробиота зерна состоит из различных групп микроорганизмов: бактерий и мицелиальных грибов, находящихся на поверхности, под семенной оболочкой, а также внутри зерна. Богатое питательными веществами зерно – благоприятная среда для активного развития микроорганизмов, способных питаться его органическими веществами, что разрушает его, изменяя физические и химические свойства [4].

Фитопатогенные грибы, находящиеся на поверхности зерна, могут проникать и в область зародыша зерна, что приводит к ослаблению его жизненной функции, т.е. зерно теряет способность прорасти. Показатель жизнеспособности важен для семенного зерна и при солодоращении [5].

Так, например, экспериментально доказано, что наличие микроорганизмов, находящихся на поверхности, а в ряде случаев и в глубине зерен пивоваренного ячменя, может существенно влиять как на протекание процесса солодоращения, так и на качество свежепросоженного и сушеного солода и, как следствие, готового пива [6].

По данным различных исследований известно, что степень зараженности ячменя не должна превышать 5–10% зерен. Особенно опасно наличие плесневых грибов при солодоращении. При производстве солода ячмень проходит стадии замачивания и проращивания, на которых из-за повышенной влажности и температуры создаются благоприятные условия для роста и размножения микроорганизмов. В этой связи контроль микробиологического состояния зерна и продуктов метаболизма контаминирующей микробиоты пивоваренного ячменя является важной частью санитарно-гигиенических мероприятий, проводимых на солодорастильных предприятиях.

Не менее важен показатель микробной обсемененности при хранении, т.к. урожай зерновых собирается только один раз в году и должен сохраняться без изменения качества как минимум до урожая следующего года [8].

Для снижения микробиологической обсемененности зерна перед использованием в производстве солода ячмень моют и дезинфицируют. В настоящее время изучены и нашли широкое распространение различные способы обеззараживания зерна: физические; химические; биологические.

При применении физических методов обеззараживания используют обработку зерновой массы ультразвуком, полем сверхвысоких частот, двухфазную или однофазную термическую обработку.

В химических методах в качестве консервантов используют разнообразные химические вещества и препараты такие, как низкомолекулярные жирные кислоты (пропионовая, уксусная, муравьиная, сорбиновая) и их смеси в различных соотношениях, которые подавляют рост бактерий и мицелиальных грибов на поверхности зерна. Но в промышленности применение этих препаратов пока еще ограничено, что связано с тем, что они не обеспечивают экологическую безопасность сырья, готовой продукции, побочных продуктов и отходов производства [9].

В настоящее время на предприятиях России для обеззараживания применяются растворы перманганата калия и перекиси водорода.

К биологическим способам относят обработку зерновой массы чистыми или смешанными культурами микроорганизмов.

Целью нашего исследования явилось изучение возможности снижения микробной обсемененности светлого пивоваренного солода с использованием молочнокислых бактерий. Подобные работы проводились большей частью в Германии, т.к. использование химических препаратов при

производстве солода в этой стране запрещено. Таким образом, немецкие пивовары были лишены возможности использовать химические методы дезинфекции, хотя проблема загрязненности ячменя пивоваренного мицелиальными грибами для Германии актуальна. Как следствие, ими были предприняты попытки найти альтернативу химическим соединениям. Был проведен ряд исследований, в которых проверялась антимикробная эффективность ряда микроорганизмов, в том числе лактобактерий [10, 11].

В своей работе Рюдигер Бернхард Лиске (Rüdiger Bernhard Liske) исследовал такие молочнокислые бактерии, как *Lactobacillus salivarium*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus sanfranciscensis* и другие. Он установил, что при солодоращении с лактобактериями в большинстве случаев наблюдается снижение обсемененности зерновой массы мицелиальными грибами, в том числе грибами рода *Fusarium* [12].

В России также проводились похожие исследования, в частности, в Москве, в Московском государственном университете пищевых технологий, где М.Э. Гусовым была разработана технология получения «кисломолочного солода» с помощью препарата «Бифидумбактерин» и установлена эффективность обработки ячменя молочнокислыми бактериями для того, чтобы ограничить развитие микрофлоры зерновой массы при солодоращении.

Анализ литературных источников показал, проведенные ранее исследования в основном были направлены на борьбу с фузариозом. Грибы рода *Fusarium* относятся к «полевым плесеням» и контаминируют зерно ячменя еще во время роста и созревания зерна. При транспортировании и хранении ячменя пивоваренного может происходить обсеменение из окружающей среды «плесенями хранения», к которым относятся преимущественно грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Многие виды плесневых грибов способны вырабатывать микотоксины и зерно становится опасным для человека. Так *Aspergillus flavus*, *Penicillium glaucum* и *Aspergillus glovatus* способны накапливать токсины. Наши исследования были направлены на изучения влияния *Lactobacillus acidophilus* на «плесени хранения».

Из обзора литературы ясно, что наиболее актуальным вопросом является применение различных видов молочнокислых бактерий на стадии замачивания и проращивания ячменя пивоваренного. Эти стадии достаточно продолжительные, и введенные в замочную воду бактерии успевают размножиться, т.к. ячмень пивоваренный содержит все необходимые питательные вещества для размножения этих бактерий, а температура процесса замачивания также благоприятна для роста микроорганизмов. Одними из таких бактерий являются *Lactobacillus acidophilus*. В качестве продуктов метаболизма данного вида микроорганизмов образуется D- и L-молочная кислота. Кроме того, *Lactobacillus acidophilus* способны продуцировать бактериоцины, проявляющие выраженную антагонистическую активность в отношении патогенных микроорганизмов [13, 14].

В нашей работе использовался лиофилизат молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* штамм n.v.Ер 317/402. Одним из явных преимуществ этого препарата является тот факт, что штамм *Lactobacillus acidophilus* выведен в нашей стране и его легко приобрести, он хорошо хранится, переносит транспортировку и имеет относительно невысокую цену по сравнению с импортными штаммами данных бактерий.

Основными задачами нашего исследования являлись:

- выбор необходимой концентрации данного вида микроорганизмов;
- приготовление рабочего раствора из лиофилизата молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* штамм n.v.Ер 317/402;
- проращивание ячменя на солод в присутствии молочнокислых бактерий;
- исследование микробиологических показателей готового солода;
- исследование изменения микробиологических показателей солода при хранении.

Материалы и методы исследования

Объекты исследования: ячмень пивоваренный двухрядный западноевропейской селекции, Анабель (Annavell), Маргрет (Margret), Скарлетт (Scarlett), Ксанаду (Xanadu) и 1 образец ячменя двухрядного российской селекции Сигнал. Все образцы ячменя пивоваренного были выращены на территории России.

Пивоваренный ячмень поступал из различных хозяйств Центрально-Черноземной зоны Российской Федерации. Зерно принимали партиями. Партия зерна пивоваренного ячменя – это зерно

однородное по качеству, предназначенное к одновременной приемке, отгрузке или одновременному хранению, оформленное одним документом о качестве.

Из нескольких однородных по качеству партий зерна пивоваренного ячменя, поступивших автомобильным транспортом, из одного коллективного хозяйства в течение оперативных суток формировали одну общую партию зерна.

Для проверки соответствия качества зерна пивоваренного ячменя требованиям нормативно-технической документации, анализировали среднюю пробу массой 2,0±0,1 кг, выделенную из объединенной пробы зерна. Результаты анализа средней пробы распространяли на всю партию зерна.

При поступлении партий зерна пивоваренного ячменя для перевозки водным транспортом перед загрузкой в порту проводили предварительный осмотр зерна пивоваренного ячменя для определения качества по органолептическим показателям и на зараженность вредителями.

По органолептическим и физико-химическим показателям качества все образцы отвечали требованиям стандарта, предъявляемым к пивоваренному ячменю.

В качестве антифунгицидного средства для снижения микробной обсемененности ячменя при солодоращении использовался микробный препарат: лиофилизат молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* штамм n.v.Ер 317/402.

В нашей работе при проведении исследований все образцы ячменя пивоваренного проращивали по общепринятой схеме согласно инструкции по теххимическому контролю пивоваренного производства. Схема проращивания ячменя пивоваренного представлена на рисунке 1 [15].

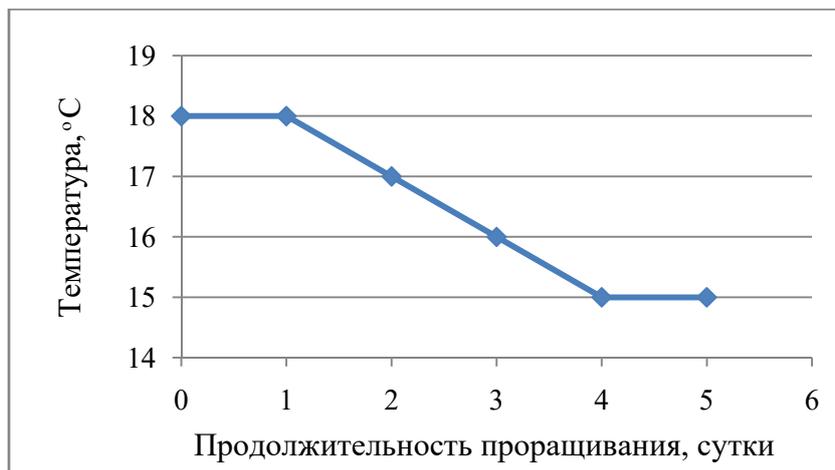


Рисунок 1– Схема проращивания ячменя пивоваренного

Затем пророщенные образцы подсушивали. Технологический режим сушки зеленого солода представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Режим сушки солода

При проведении исследования контролем служили образцы ячменя пивоваренного, пророщенного в водопроводной воде, т.е. максимально приближенные к производственным условиям. Опытные образцы замачивали и проращивали в присутствии молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* штамм n.v.Ер 317/402.

Пророщенный ячмень подсушивали и хранили полученный солод.

В данной работе основное внимание было уделено технически вредной микробиоте пивоваренного солода, выращенного из имеющихся образцов ячменя. На обсемененность ячменного зерна мицелиальными грибами большое влияние оказывает влажность самого ячменного зерна, относительная влажность воздуха и температура хранения. Поскольку при проведении эксперимента относительная влажность воздуха и температура были одинаковыми, а образцы изначально отличались по содержанию влаги, то этот показатель был определен.

Влажность определяли стандартным методом высушивания до постоянной массы при температуре 105°C.

Из микробиологических показателей определяли количество дрожжей и плесеней в 1 г солода и проводили качественный анализ микробиоты готового солода по морфологическим характеристикам. Определение общего количества дрожжей и плесеней проводили стандартным методом в соответствии с ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. При проведении исследований сначала готовили образец. Для этого ячмень растирали в ступке в стерильных условиях. Затем с помощью метода титра проводили разведения ячменной пробы. 1 мл 2-го и 3-го разведений высевали на среду Сабуро и выращивали в термостате при (30±1)°C в течение (72±3) ч.

Результаты обрабатывали и пересчитывали отдельно для дрожжей и плесневых грибов. Количество дрожжей и плесневых грибов в 1 г ячменя пивоваренного и солода вычисляли по формуле

$$X = \frac{\sum C}{n_1 + n_2 \cdot 0,1} \cdot 10^n,$$

где $\sum C$ – сумма всех подсчитанных колоний на чашках Петри в двух последовательных десятикратных разведениях;

n_1 – количество чашек Петри, подсчитанное для меньшего разведения, т.е. для более концентрированного разведения продукта;

n_2 – количество чашек Петри, подсчитанное для большего разведения;

n – степень разведения продукта (для меньшего разведения).

Разделение колоний дрожжей и плесневых грибов проводили с помощью микроскопического исследования. Для этого из отдельных колоний готовили препараты методом раздавленной капли и изучали морфологические свойства с помощью микроскопа МИКМЕД на увеличении x120 или x600 раз.

Результаты исследования и их обсуждение

Из литературных источников известно, что на обсемененность готового солода оказывает большое влияние качественный и количественный состав микробиоты используемого сырья. Степень контаминации ячменя пивоваренного зависит от многих причин:

- ботанического сорта (имеются сорта, устойчивые к некоторым микроорганизмам);
- почвенно-климатических условий выращивания ячменя пивоваренного (в особенности от количества и периодичности выпадающих осадков);
- агротехнических приемов, используемых при выращивании ячменя пивоваренного, а именно от применения удобрений и таких средств защиты растений, как пестициды, фунгициды, гербициды и др.;
- степени зрелости зерен ячменя пивоваренного;
- технических мероприятий по сбору урожая и его транспортировке (состояние средств перемещения зерна: шнеков, норий и т.д. во избежание травмирования зерен) [16].

Ячмень перерабатывается на солод не сразу после уборки, а должен пройти послеуборочное дозревание. Ячмень пивоваренный обладает способностью длительное время сохранять жизнеспособность, находясь в состоянии покоя. Главным фактором, определяющим состояние покоя ячменного зерна на этапах послеуборочного дозревания, хранения и транспортировки, является вода [17].

Определение влажности всех исследуемых образцов пивоваренного ячменя представлено рисунке 3.

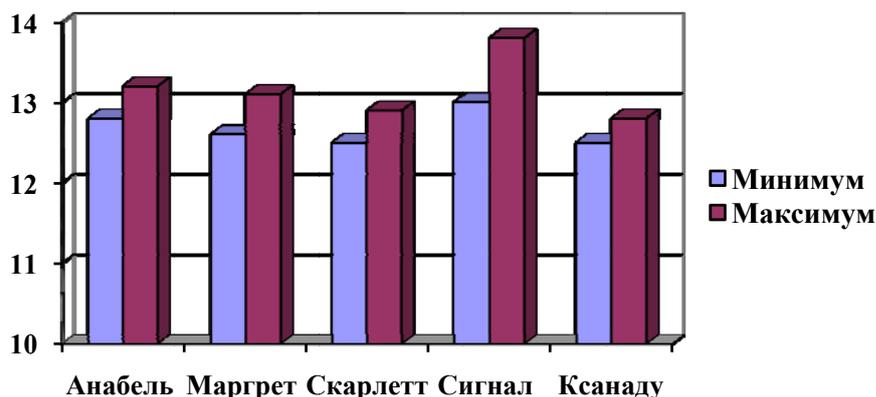


Рисунок 3 – Содержание влаги в зерне ячменя, %

Результаты определения количества микроорганизмов порчи: дрожжей и плесневых грибов, приведены на рисунке 4.

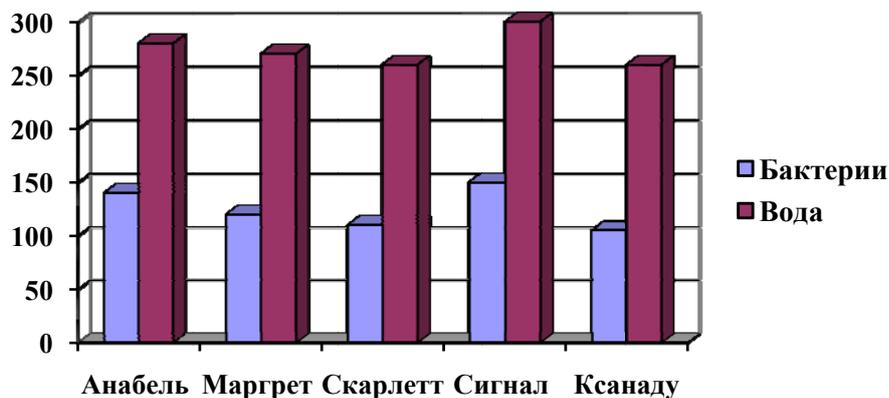


Рисунок 4 – Количество дрожжей и плесеней, КОЕ/1 г

По результатам исследований установлено, что влажность ячменя пивоваренного коррелирует с микробной обсемененностью солода, что подтверждается литературными данными.

Из рисунков 3 и 4 видно, что в образцах солода, выращенного с использованием молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*, произошло значительное снижение количества дрожжей и плесневых грибов. При этом необходимо отметить, что уменьшение степени колонизации готового солода микроорганизмами наблюдается у ячменя разных ботанических сортов.

Таким образом, в данном случае можно говорить о губительном воздействии *Lactobacillus acidophilus* на дрожжи и плесневые грибы.

Ингибирующие свойства *Lactobacillus acidophilus* по отношению к технически вредной микробиоте пивоваренного солода можно объяснить метаболической антибиотической активностью данного вида микроорганизмов. Уменьшение количества дрожжей и плесневых грибов происходит за счет продуктов жизнедеятельности *Lactobacillus acidophilus*. В качестве продуктов метаболизма данного вида микроорганизмов образуется D- и L-молочная кислота. Кроме того, *Lactobacillus acidophilus* способны продуцировать бактериоцины, проявляющие выраженную антагонистическую активность в отношении патогенных микроорганизмов [18, 19].

Хранение солода, полученного с применением *Lactobacillus acidophilus*, показало, что такие образцы более устойчивы и при хранении в них накапливается меньшее количество бактерий.

Выводы

В настоящее время вопрос о сохранности собранного урожая зерновых культур и о защите его от поражения микроорганизмами актуален для всех стран, особенно с влажным климатом. В последние

годы отмечается увеличение количества ячменя пивоваренного, пораженного фузариозом. Поэтому контроль содержания дрожжей и плесеней очень важен при хранении ячменя пивоваренного и при переработке его на солод, т.к. на таких технологических этапах производства солода, как замачивание и проращивание, создаются благоприятные условия для роста и развития различных микроорганизмов.

Результаты проведенных исследований показывают прямую зависимость между влажностью исходного сырья и микробной обсемененностью солода: чем выше влажность, тем больше микроорганизмов находится в солоде. Это согласуется с литературными данными и объясняется тем фактом, что для развития микроорганизмов необходимо достаточное количество свободной воды.

Внесение молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* на стадии замачивания и проращивания ячменя пивоваренного не оказывает влияния на органолептические показатели готового солода.

Использование *Lactobacillus acidophilus* штамм n.v.Ер 317/402 на стадии замачивания и проращивания при переработке ячменя на солод позволяет значительно уменьшить степень контаминации готового продукта технически вредными микроорганизмами:

- по количественному составу в контрольном образце дрожжей и плесневых грибов (в сумме) почти в 2 раза выше, чем в опытных образцах;
- количественный состав микроорганизмов в полученном светлом ячменном солоде зависит от сорта используемого ячменя, так, в нашем случае, наименее обсеменены образцы солода, изготовленного из ячменя сортов Скарлетт и Ксанаду, наиболее обсеменен образец солода, изготовленный из ячменя сорта Сигнал. Это свидетельствует о различной устойчивости сортов ячменя к комплексу фитопатогенной микробиоты.

Морфологические исследования выросших колоний микроорганизмов свидетельствуют о доминировании дрожжей и незначительном количестве мицелиальных грибов.

При хранении полученного пивоваренного солода не наблюдалось активного роста мицелиальных грибов, а даже некоторое снижение их количества после 3-х месяцев хранения, что свидетельствует о наличии веществ, препятствующих их росту.

Исследования в данном направлении продолжаются и направлены на изучение влияния *Lactobacillus acidophilus* на «полевые плесени».

Литература

1. Белокурова Е.С. Микромицеты пивоваренного ячменя // Пиво и напитки безалкогольные и алкогольные, соки, вино. 2009. № 3. С. 30–31.
2. Белокурова Е.С., Борисова Л.М. Анализ показателей безопасности ячменя пивоваренного // Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО: сб. трудов. Екатеринбург, 2015. С. 12–17.
3. Шмаль В.В. Торговые ресурсы ячменя и овса в России // Зерновое хозяйство России. 2011. № 3. С. 23–32.
4. Лапина Т.П. Характеристика микрофлоры пивоваренных ячменей // Пиво и напитки. 2001. № 5. С. 22–23.
5. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Лепеш Г.В. Стратегия подбора партий ячменя пивоваренного для солодоращения // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2013. № 1(23). С. 64–68.
6. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Методология определения активности прорастания ячменя пивоваренного // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 18–23.
7. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Лепеш Г.В. Физиологические показатели качества ячменя пивоваренного – основа для получения солода высокого качества // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2012. Т. 22. № 4. С. 57–61.
8. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна. М.: Агропромиздат, 1985. 217 с.
9. Цугленок Н.В., Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г. Комплексная система обеззараживания зерна и продуктов его переработки. Красноярск: Изд-во Красноярского гос. аграр. ун-та, 2004. 240 с.
10. De Muynck C., Leroy A.I.J., De Maeseneire S., Arnaut F., Soetaert W., Vandamme E.J. Potential of selected lactic acid bacteria to produce food compatible antifungal metabolites. *Microbiological Research*, 2004, no. 159, pp. 339–346.
11. Strom K., Sjogren J., Broberg A., Schnurer J. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo (l-Phe-l-Pro) and cyclo (l-Phe-trans-4-OH-l-Pro) and 3-phenyllactic acid. *Applied and Environmental Microbiology*, 2002, no. 68, pp. 4322–4327.
12. Liske R.B., Niessen L., Vogel R.F. Potential of Lactic Acid Bacteria to Reduce the Growth of *Fusarium culmorum* in the Malting Process. *Mycotoxin Research*. 2000, no. 16A (1), pp. 62–65.
13. Abee T., Krockel L., Hill C. Bacteriocins: modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *International Journal of Food Microbiology*, 1995, no. 28, pp. 169–185.

14. Bechtel D.B., Kaleikau L.A., Gaines R.L., Seitz L.M. The Effect of *Fusarium graminearum* Infection on Wheat Kernels. *Cereal Chemistry*. 1985, no. 62(3), pp. 191–197.
15. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения. СПб.: Профессия, 2007. 584 с.
16. Юсупова Г.Г. Обеспечение микробиологической безопасности зерна, муки и хлеба // Хлебопечение России. 2007. № 2. С. 26–28.
17. Юсупова Г.Г., Косован А.П., Юсупов Р.Х. Микробиологический контроль производства пищевых продуктов из зерна. М.: Московская типография, 2010. № 2. 420 с.
18. Frede´ric Leroy and Luc De Vuyst Lactic acid bacteria as functional start ercultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2004, no. 15, pp. 67–78.
19. Aymerich M.T., Garriga M., Cost S., Monfort J.M. & Hugas M. Prevention of ropiness in cooked pork by bacteriocinogenic cultures. *International Dairy Journal*. 2002, no.12, pp. 239–246.

References

1. Belokurova E.S. Mikromitsety pivovarenного yachmenya [Micromycetes of brewing barley]. *Beer and soft drinks and alcoholic beverages, juices, wine*. 2009, no. 3. pp. 30–31.
2. Belokurova E.S., Borisova L.M. Analiz pokazatelei bezopasnosti yachmenya pivovarenного [Analysis of barley brewery safety indicators]. *The Consumer Market of Eurasia: Current Status, Theory and Practice in the Conditions of the Eurasian Economic Union and the WTO*. Proceedings of the conference title. Ekaterinburg, 2015, pp. 12–17.
3. Shmal' V.V. Sortovye resursy yachmenya i ovsa v Rossii [Varietal resources of barley and oats in Russia]. *Grain economy of Russia*. 2011, no. 3, pp. 23–32.
4. Lapina T.P. Kharakteristika mikroflory pivovarennykh yachmenei [Characteristics of the microflora of brewing barley]. *Beer and Beverages*. 2001, no. 5, pp. 22–23.
5. Belokurova E.S., Borisova L.M., Lepesh G.V. Strategiya podbora partii yachmenya pivovarenного dlya solodorashcheniya [The strategy of selection of parties of barley brewing for malting]. *Technical and technological problems of service*. 2013, no. 1(23), pp. 64–68.
6. Belokurova E.S., Borisova L.M., Pankina I.A. Metodologiya opredeleniya aktivnosti prorastaniya yachmenya pivovarenного [Methodology for determination of barley germination activity of brewing]. *Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and Food Production Equipment*. 2015, no. 2, pp. 18–23.
7. Belokurova E.S., Borisova L.M., Lepesh G.V. Fiziologicheskie pokazateli kachestva yachmenya pivovarenного – osnova dlya polucheniya soloda vysokogo kachestva [Physiological indicators of the quality of barley brewing – the basis for obtaining high quality malt]. *Technical and technological service problems*. 2012, V. 22, no. 4, pp. 57–61.
8. Trisvyatskii, L.A. *Khranenie zerna* [Storage of grain]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 217 p.
9. Tsuglenok N.V., Tsuglenok G.I., Yusupova G.G. *Kompleksnaya sistema obezzarazhivaniya zerna i produktov ego pererabotki* [Complex system of disinfection of grain and products of its processing]. Krasnoyarsk, Krasnoyarsk State Agrarian University Publ., 2004. 240 p.
10. De Muynck C., Leroy A.I.J., De Maeseneire S., Arnaut F., Soetaert W., Vandamme E.J. Potential of selected lactic acid bacteria to produce food compatible antifungal metabolites. *Microbiological Research*, 2004, no. 159, pp. 339–346.
11. Strom K., Sjogren J., Broberg A., Schnurer J. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo (l-Phe-l-Pro) and cyclo (l-Phe-trans-4-OH-l-Pro) and 3-phenyllactic acid. *Applied and Environmental Microbiology*, 2002, no. 68, pp. 4322–4327.
12. Liske R.B., Niessen L., Vogel R.F. Potential of Lactic Acid Bacteria to Reduce the Growth of *Fusarium culmorum* in the Malting Process. *Mycotoxin Research*. 2000, no. 16A(1), pp. 62–65.
13. Abee T., Krockel L., Hill C. Bacteriocins: modes of action and potentials in food preservation and control of food poi soning. *International Journal of Food Microbiology*, 1995, no. 28, pp. 169–185.
14. Bechtel D.B., Kaleikau L.A., Gaines R.L., Seitz L.M. The Effect of *Fusarium graminearum* Infection on Wheat Kernels. *Cereal Chemistry*. 1985, no. 62(3), pp. 191–197.
15. Nartsiss L. Пивоварение. Т.1. Tekhnologiya solodorashcheniya [Brewing. V.1. Technology of malting]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2007, 584 p.
16. Yusupova G.G. Obespechenie mикробиологической bezopasnosti zerna, muki i khleba [Ensuring microbiological safety of grain, flour and bread]. *Baking of Russia*. 2007, no. 2, pp. 26–28.
17. Yusupova G.G., Kosovan A.P., Yusupov R.Kh. Mикробиологический kontrol' proizvodstva pishchevykh produktov iz zerna [Microbiological control of food production from grain]. Moscow, Moskovskaya tipografiya Publ., 2010, no. 2, 420 p.
18. Frede´ric Leroy and Luc De Vuyst Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2004, no. 15, pp. 67–78.
19. Aymerich M.T., Garriga M., Cost S., Monfort J.M., Hugas M. Prevention of ropiness in cooked pork by bacteriocinogenic cultures. *International Dairy Journal*. 2002, no.12, pp. 239–246.