

Прикладная биохимия и биотехнологии

УДК 663.42

МИЦЕЛИАЛЬНАЯ КОНТАМИНАЦИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ПУТИ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ

Ю.И. Кретова

Снижение качества зерновых культур, в том числе зерна ячменя, обусловлено его высокой восприимчивостью к комплексу фитопатогенных микроорганизмов. Микроорганизмы, обсеменяющие зерно ячменя, отрицательно влияют не только на жизнеспособность зародыша, но и приводят к изменению химического состава зерна. Под воздействием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов в зерне ячменя происходят биохимические процессы, которые приводят к изменению белково-углеводного баланса, появлению большого количества низкомолекулярных белков, повышению кислотности. При далеко зашедших процессах плесневения в зерне можно обнаружить токсические вещества, образуемые некоторыми штаммами мицелиальных грибов: афлатоксины, цитринин, охратоксин, зеаралено. По этой причине зерновая масса может стать непригодной для производства солода и пива. Вместе с тем, вредоносность микроорганизмов, заражающих зерно ячменя, многократно усиливается из-за образования в нем токсинов, опасных для здоровья человека. Степень контаминации зерна микроорганизмами зависит от многих факторов, основным из которых является условия обработки зерна после сбора. В связи с этим обработка зерна ячменя является актуальным и своевременным мероприятием. Традиционные методы обработки зерна не могут рассматриваться как удовлетворительные, поскольку не все они отвечают требованиям безопасности, кроме того, некоторые из них весьма энергоемки, требуют дополнительных затрат и имеют ограниченную область применения и, самое главное, не позволяют получить экологически чистую продукцию. Одним из путей снижения мицелиальной контаминации является применение электрофизического воздействия, в частности сверхвысокочастотный нагрев.

Ключевые слова: электрофизические методы воздействия, безопасность, зерновое сырье, фитопатогенные микроорганизмы.

На сегодняшний день низкое качество зерна является одним из главных факторов, сдерживающих развитие солодовенной промышленности. Причиной низкого качества зерна ячменя является высокая восприимчивость культуры к комплексу фитопатогенных микроорганизмов. Вредоносность микроорганизмов, заражающих зерно ячменя, многократно возрастает из-за образования в нем токсинов, опасных для здоровья человека и животных [1–3].

Для подъема и становления солодовенной промышленности решающее значение имеет создание и освоение новых, эффективных, экологически безопасных, прогрессивных методов, основанных на энерго- и ресурсосбережении и обеспечивающих значительное повышение выхода и качества готовой продукции. Одним из таких методов являются методы электрофизического воздействия, в частности сверхвысокочастотный нагрев [9–11].

Зерно ячменя поражается микроорганизмами еще в процессе вегетации и созревания. Состав микроорганизмов, обсеменяющих свежееубранное зерно, разнообразен и представлен в основном бактериями (до 90...98 %), небольшим количеством мицелиальных грибов (менее 1...4 %), а также вирусами, дрожжами и актиномицетами. Общее количество микроорганизмов в 1 грамме свежееубранного ячменя составляет в среднем 10^6 клеток [1, 4, 5].

Состав микрофлоры зерна в количественном и качественном отношении постепенно изменяется при уборке, перевозке и хранении. На начальных этапах развития зерно ячменя поражается «полевыми грибами» (*Alternaria*, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Cladosporium*), бактериальной микрофлорой (*Pseudomonas*, *Bacillus*) и в незначительном количестве дрожжами. На зерне можно обнаружить и актиномицеты. При хранении зерна происходит перераспре-

деление состава микрофлоры, обсеменяющей зерно. Постепенно представителей «полевых грибов» вытесняют «плесени хранения». В эту группу входят грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Phizopus* [6–8].

Микроорганизмы, обсеменяющие зерно ячменя, не только отрицательно влияют на жизнеспособность зародыша, но и приводят к изменению химического состава зерна. Под воздействием продуктов жизнедеятельности микроорганизмов в зерне ячменя происходят биохимические процессы, которые приводят к изменению белково-углеводного баланса, появлению большого количества низкомолекулярных белков, повышению кислотности. При далеко зашедших процессах плесневения зерно ячменя теряет блеск, темнеет, приобретает неприятный запах. В таком зерне можно обнаружить токсические вещества, образуемые некоторыми штаммами мицелиальных грибов: афлатоксины, цитринин, охратоксин, зеараленон и др. [1, 6]. По этой причине зерновая масса может стать непригодной для производства солода и пива.

Для обеззараживания зерна ячменя с целью снижения обсемененности его микроорганизмами, снижения потерь ценных веществ, улучшения качества применяют химические, биологические, биохимические и физические методы воздействия. Однако применительно к пищевым продуктам они не могут рассматриваться как удовлетворительные, поскольку небезопасны в экологическом отношении, приводят к существенному и нежелательному изменению физико-химических и биологических свойств обрабатываемых объектов, некоторые из них весьма энергоемки, требуют дополнительных затрат и имеют ограниченную область применения и, самое главное, не позволяют получить экологически чистую продукцию [12].

Альтернативой вышеперечисленным методам является применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты, воздействие которого на инфицированный объект позволяет не только снизить обсемененность зерна ячменя микроорганизмами, улучшить качество готовой продукции, но и самое главное, получить безопасную в экологическом отношении продукцию [9–11].

Целью наших исследований являлось исследование эффективности применения энергии СВЧ-поля при производстве солода. Наши исследования заключались в изучении степени влияния некоторых факторов воздей-

ствия СВЧ-поля (экспозиции и скорости нагрева) на развитие мицелиальных грибов.

Необходимо отметить высокий процент зараженности грибной инфекцией сырья, отобранного для производства солода. В контрольных образцах он составлял от 50 до 78 %.

В ходе анализа фитопатогенного комплекса зерна ячменя пивоваренного, был установлен его родовой состав. Наиболее часто в группе «плесеней хранения» встречаются возбудители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*.

Грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium* являются главными источниками поражения и гибели зародыша зерна ячменя. Они способствуют не только разрушению покровных тканей, запасных веществ зерна, но и ухудшению его качества в результате выделения продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. При хранении зерна ячменя с влажностью, превышающей критическую, количество зерен, инфицированных грибами рода *Aspergillus*, возрастает до 40...100 % [1, 2, 8]. При этих же условиях происходит гидролиз крахмала, обусловленный повышением активности собственных ферментов и действием ферментов мицелиальных грибов, а также наблюдается заметное снижение растворимости белковых фракций. Потери крахмала в зерне ячменя под действием грибов рода *Aspergillus* могут достигать 15...45 %.

Аммиак, образующийся в результате биохимических процессов, ингибирует развитие зародыша, блокирует ростовые процессы, что приводит к потере зерном жизнеспособности [4]. В результате этого зерно ячменя становится непригодным для производства солода, поэтому не рекомендуется хранить зерно ячменя даже короткое время при повышенной влажности, в противном случае в зерновой массе начинается процесс самосогревания. Кроме того, развитие грибов видов *Aspergillus flavus* и *Aspergillus fumigatus* приводит к наибольшим потерям белкового азота, в этом случае отмечается максимальная убыль общего азота, накопление продуктов гидролиза белков [7]. *Aspergillus flavus* образуют округлые конидиальные головки ярко-желтого цвета. Грибы вида *Aspergillus fumigatus* характеризуются образованием конидиальных головок серо-седого цвета, плотно скученных.

Экспериментальные данные по влиянию СВЧ-энергии на зараженность зерна ячменя грибами рода *Aspergillus* представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние параметров СВЧ-поля на зараженность зерна ячменя
пивоваренного возбудителями рода *Aspergillus*

№ варианта	Режимы воздействия СВЧ-поля		Температура нагрева зерна ячменя t , °С	Зараженность зерна ячменя, %
	экспозиция обработки τ , с	скорость нагрева V_t , °С/с		
1	90	0,8	78	0
2	30	0,8	35	0
3	90	0,4	52	2
4	30	0,4	30	2
5	90	0,6	63	0
6	30	0,6	33	6
7	60	0,8	62	0
8	60	0,4	48	4
9	60	0,6	55	2
10	Контроль (воздействию СВЧ-поля не подвергался)		23	15

На основании экспериментальных данных построены графические зависимости зараженности зерна ячменя пивоваренного грибами рода *Aspergillus* в зависимости от параметров воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (рис. 1).

Анализируя графические зависимости зараженности зерна ячменя пивоваренного грибами рода *Aspergillus*, можно отметить, что при минимальных нагрузках СВЧ-поля наблюдается значительное снижение заражен-

ности зерна ячменя (от 15 до 2 %) даже при температуре нагрева его до 30 °С.

При увеличении нагрузки СВЧ-поля, независимо от экспозиции обработки, происходит нагрев зерна и в то же время интенсивное испарение влаги, которое приводит к активному развитию микроорганизмов. Максимум зараженности наблюдается при скорости нагрева 0,5 °С/с.

При дальнейшем увеличении скорости нагрева (свыше 0,5 °С/с) наблюдается тенден-

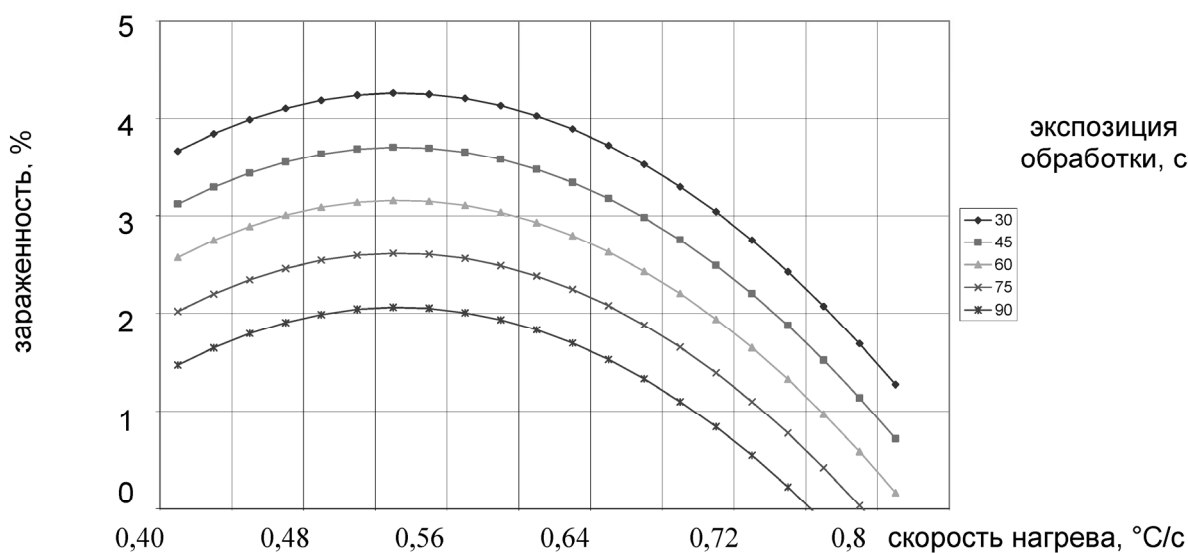


Рис. 1. Зараженность зерна ячменя пивоваренного грибами р. *Aspergillus* в зависимости от параметров СВЧ-поля

ция к снижению зараженности зерна ячменя пивоваренного по данному роду патогенов. При увеличении скорости нагрева (до $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$), независимо от времени обработки, зараженность зерна грибами рода *Aspergillus* резко снижается и приближается к нулевой отметке за счет мгновенного нагрева зерна.

Таким образом, быстрый и полный обеззараживающий эффект по данному роду патогенных грибов наблюдается при скорости нагрева $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и экспозиции $60\text{...}90\text{ с}$, но при этом необходимо учитывать, что такие нагрузки СВЧ-поля могут привести к гибели самого зерна.

Наиболее эффективными режимами обеззараживания зерна ячменя пивоваренного от грибов рода *Aspergillus* можно считать следующие: варианты со скоростью нагрева $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и экспозицией обработки $60\text{...}90\text{ с}$, а также варианты со скоростью нагрева $0,6\text{...}0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и экспозицией обработки $30\text{...}90\text{ с}$.

Плесени хранения рода *Penicillium* можно обнаружить на зерне ячменя, влажность которого находится в равновесии с относительной влажностью воздуха ($65\text{...}90\%$), а также на зерне ячменя пониженного качества. Заражение зерна ячменя грибами рода *Penicillium* происходит при хранении с влажностью ниже 15% [9, 10]. В качестве первичного прививочного материала могут служить споры грибов, находящиеся на поверхности зерен, а также грибицы, расположенные под оболоч-

кой у небольшого числа зерен. Источником первичной инфекции могут быть воздух и пыль зернохранилищ, которые содержат большое количество спор.

Грибы рода *Penicillium* оказывают отрицательное воздействие на качество зерна, вызванное действием токсических продуктов метаболизма плесеней (аммиака, цитринина и др.): вызывают гибель зародыша, снижают жизнеспособность зерна, способствуют разрушению покровных тканей и запасных веществ зерна. На таком зерне наблюдается так называемое вялое плесневение [1, 6, 7], которое характеризуется медленным нарастанием плесневой микрофлоры и ее внедрением во внутренние ткани зерновки. Начальный период развития плесеней на зерне ячменя протекает внешне незаметно, и его качество ухудшится прежде, чем появятся явные признаки порчи.

Наибольшую опасность представляют собой микотоксины, вырабатываемые грибами этого рода, поэтому обработка зерна ячменя электромагнитным полем сверхвысокой частоты становится важным профилактическим моментом с целью сохранения его солодовенных (технологических) качеств.

Данные по реакции грибов рода *Penicillium* на воздействие СВЧ-поля отображены на рис. 2.

Даже при «слабых» режимах воздействия СВЧ-поля (скорости нагрева $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ и экспозиции 30 с) наблюдается обеззараживающий

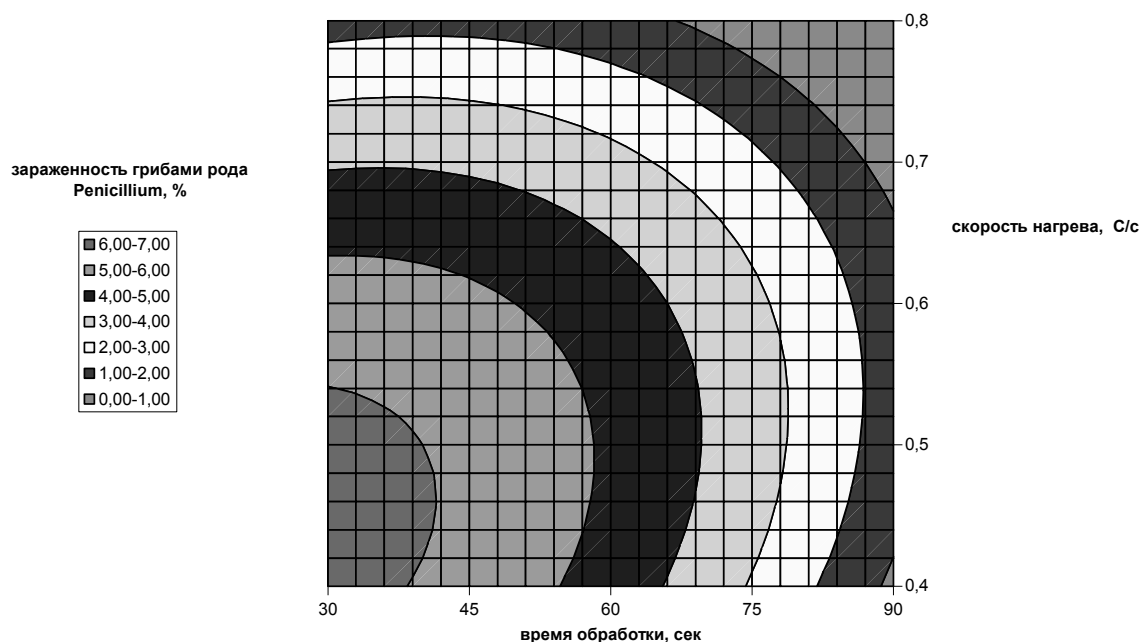


Рис. 2. Зараженность зерна ячменя пивоваренного грибами р. *Penicillium* в зависимости от параметров СВЧ-поля

эффект по этой грибной инфекции: зараженность снижается в два раза по сравнению с контролем и составляет 6 %. При увеличении скорости нагрева, независимо от экспозиции обработки, наблюдается снижение зараженности зерна ячменя пивоваренного грибами рода *Penicillium*.

В дальнейшем зараженность сохраняет свою тенденцию к снижению независимо от выбранной скорости нагрева. Зерно ячменя пивоваренного практически освобождается от грибной инфекции при скорости нагрева 0,4 °C/с и экспозиции обработки 90 с. Полное обеззараживание по этому роду грибной инфекции наблюдается при скорости нагрева 0,8 °C/с и экспозиции обработки 90 с. Однако при таких жестких режимах воздействия СВЧ-поля снижается основной показатель физиологической полноценности ячменя пивоваренного: жизнеспособность (до 65 %).

Таким образом, обеззараживающий эффект по этому роду грибной инфекции будут проявлять следующие режимы СВЧ-воздействия: скорость нагрева 0,4 °C/с и экспозиция обработки 90 с, а также скорость нагрева 0,6...0,8 °C/с и экспозиция обработки 30...60 с.

Мукоровые грибы родов *Mucor* и *Rhizopus* приводят к снижению жизнеспособности зерна (до 59 %), если оно хранится в течение года и имеет влажность 18...20 %. Солод, полученный из зерна ячменя, пораженного этими грибами, вызывает фонтанирование пива [4].

При исследовании реакции зерна ячменя пивоваренного на зараженность его плесеня-

ми хранения в зависимости от параметров воздействия СВЧ-поля были обнаружены только грибы рода *Mucor* (табл. 2).

По результатам проведенных исследований и данным регрессионного и дисперсионного анализов получено уравнение регрессии, с помощью которого установлена взаимосвязь параметров СВЧ-поля и зараженности зерна ячменя от мукоровой инфекции (рис. 3).

Экспериментальные данные по влиянию СВЧ-поля на зараженность грибами этого рода показывают, что грибы рода *Mucor* проявляют чрезвычайную устойчивость к температурному воздействию. Выбранные режимы воздействия лишь снижают пораженность зерна ячменя до 12 % и не позволяют полностью освободиться от данной инфекции. Однако графические зависимости (см. рис. 3) показывают, что можно наблюдать тенденцию к снижению зараженности зерновок ячменя. Этот эффект наблюдается сильнее при экспозиции обработки 30...60 с и различных скоростях нагрева.

При увеличении экспозиции обработки до 90 с, независимо от скорости нагрева, наблюдается снижение зараженности зерна ячменя пивоваренного грибами рода *Mucor* (до 17...31 %), в то же время снижается его жизнеспособность. Для того, чтобы полностью освободить зерно ячменя пивоваренного от этой грибной инфекции и сохранить его жизнеспособность, необходимо увеличить экспозицию обработки, но при этом скорость нагрева оставить минимальной. Исследованиями Г.Г. Юсуповой (2004) было подтверждено,

Таблица 2
Влияние СВЧ-энергии на зараженность зерна ячменя пивоваренного возбудителями
рода *Mucor*

№ варианта	Режимы воздействия СВЧ-поля		Температура нагрева зерна ячменя t , °C	Зараженность зерна ячменя, %
	экспозиция обработки τ , с	скорость нагрева V_t , °C/с		
1	90	0,8	78	17
2	30	0,8	35	20
3	90	0,4	52	31
4	30	0,4	30	34
5	90	0,6	63	23
6	30	0,6	33	26
7	60	0,8	62	12
8	60	0,4	48	24
9	60	0,6	55	14
10	Контроль (воздействию СВЧ-поля не подвергался)		23	49

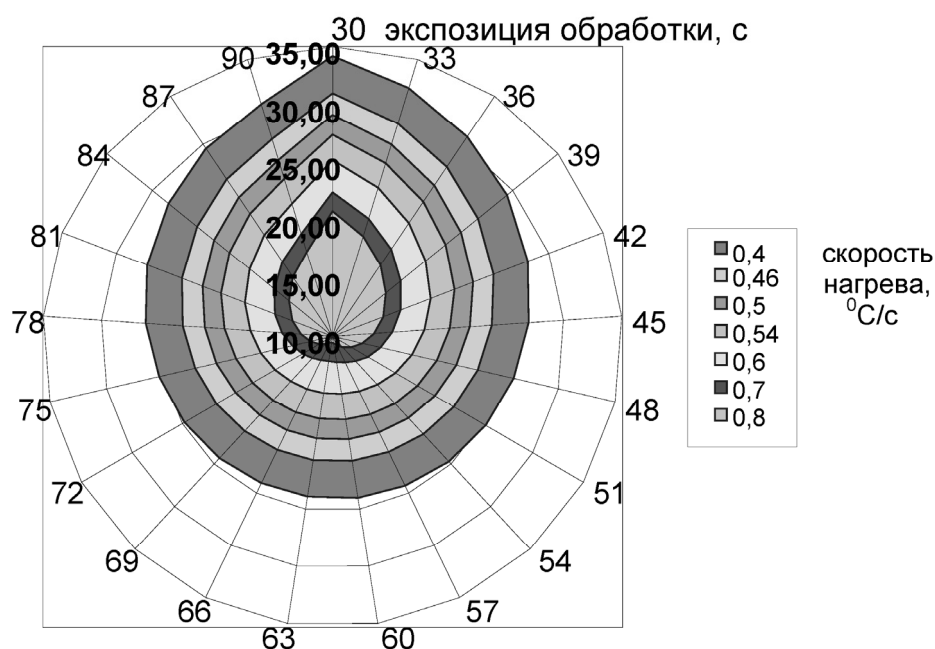


Рис. 3. Зараженность зерна ячменя пивоваренного грибами р. *Mucor* в зависимости от параметров СВЧ-поля

что эффективными режимами воздействия являются следующие: скорость нагрева 0,24...0,4 °C/c и экспозиция обработки 240...360 с [10].

Таким образом, обработка зерна ячменя СВЧ-полем при скорости нагрева 0,6...0,8 °C/c и экспозиции обработки 60...90 с вызывает обеззараживающий эффект практически по всем видам грибной инфекции, температура нагрева зерна при этом составляет 60...70 °C. Кроме того, эффективное обеззараживающее действие оказывают и другие параметры СВЧ-поля:

- для возбудителей рода *Penicillium* область эффективного обеззараживающего действия находится в интервале значений: скорость нагрева 0,4 °C/c, экспозиция обработки 90 с, температура нагрева 55 °C и скорость нагрева 0,6...0,8 °C/c, экспозиция обработки 30...60 с, температура нагрева 32...62 °C (зараженность снижается в 2...6 раз, вплоть до полного обеззараживания);

- для возбудителей рода *Aspergillus* эффективной является температура от 47 до 52 °C и от 32 до 77 °C при следующих режимных параметрах: скорости нагрева 0,4 °C/c и экспозиции 60...90 с; скорости нагрева 0,6...0,8 °C/c и экспозиции обработки 30...90 с соответственно (зараженность снижается в

3...8 раз, вплоть до полного обеззараживания);

- для возбудителей рода *Mucor*, выдерживающих высокую температуру 85...90 °C, эффективное обеззараживающее действие оказывают скорость нагрева 0,24...0,4 °C/c, экспозиция обработки 240...360 с при температурах от 65 до 85 °C (зараженность снижается в 1,4...4 раза).

В целом можно отметить, что развитие мицелиальных грибов на зерне ячменя в процессе хранения и производства солода можно устранить или значительно снизить при использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Обработка СВЧ-полем позволяет наряду с обеззараживанием зерна интенсифицировать процесс получения солода и улучшить его качество.

Литература

1. Билай, В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И. Билай, Р.И. Гвояк, И.Г. Скрипаль. – Киев: Наукова думка, 1988. – 297 с.
2. Карцев, В.В. Санитарная микробиология пищевых продуктов / В.В. Карцев, Л.В. Белова, В.П. Иванов. – СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова, 2000. – 249 с.

3. Койшибаев, М.К. *Болезни зерновых культур* / М.К. Койшибаев. – Алма-Ата: Изд. КазНИИЗР, 2002. – 264 с.

4. Кулебакина, Т.П. *Микрофлора ячменя и ее влияние на качество солода и пива* / Т.П. Кулебакина, К.А. Калюяц, А.И. Садова // *Пивоваренная и безалкогольная промышленность: Обзорная информация. – Серия 10. – 1982. – 39 с.*

5. Лапина, Т.П. *Характеристика микрофлоры пивоваренных ячменей* / Т.П. Лапина // *Пиво и напитки. – 2001. – № 5. – С. 22–23.*

6. Пересыпкин, Е.О. *Сельскохозяйственная фитопатология* / Е.О. Пересыпкин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 294 с.

7. Смиронова, Т.А. *Микробиология зерна и продуктов его переработки: учебное пособие для вузов* / Т.А. Смиронова, Е.И. Кострова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с.

8. Трисвятский, Л.А. *Хранение зерна* / Л.А. Трисвятский. – 5-е изд., перераб и доп. – М.: Агропромиздат, – 1985. – 217 с.

9. Цугленок, Н.В. *Тепловое действие электромагнитного поля сверхвысокой частоты на биологический объект* / Н.В. Цугленок // *Электрификация с-х производства СО ВАСНИЛ. – Новосибирск, 1983. – С. 78–79.*

10. Цугленок, Н.В. *Комплексная система обеззараживания зерна и продуктов его переработки* / Н.В. Цугленок, Г.И. Цугленок, Г.Г. Юсупова. – Красноярск: КрасГАУ, 2004.

11. Цугленок, Г.И. *Методология и теория системы исследований энерготехнологических процессов* / Г.И. Цугленок. – Красноярск: КрасГАУ, 2003. – 192 с.

12. *Способ производства солода из пивоваренных сортов ячменя. Пат. 2283861, опуб. 20.09.2006, БИ 26/ Ю.И. Кретьова (Зданович), Г.И. Цугленок, Н.В. Цугленок и др.*

Кретьова Юлия Игоревна. Кандидат сельскохозяйственных, доцент кафедры, и.о. зав. кафедрой «Оборудование и технологии пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, zdanovich76@mail.ru

Поступила в редакцию 5 августа 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University
Series "Food and Biotechnology"
2014, vol. 2, no. 3, pp. 5–12**

MYCELIAL CONTAMINATION OF FOOD RAW MATERIAL AND WAYS OF ITS REMOVAL

Y.I. Kretova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The deterioration in grain crops quality including barley is determined by its high sensibility to the complex of phytopathogenic microorganisms. Microorganisms which kern barley have a negative effect on growing power of germ and lead to changes of grain chemical composition. Under the influence of metabolic byproducts of microorganisms there are biochemical processes in barley which lead to the changes in protein and carbohydrate balance, appearance of a great number of low molecular weight proteins and acidification. At far gone processes of mold formation in a grain one can observe toxic elements formed by mycelial fungi strains: aflatoxins, citrinin, ochratoxin, zearalenone. For this reason grain mass can become unsuitable to produce malt and beer. In addition the harmfulness of microorganisms contaminating barley grains is multiple intensified because of toxigenesis which is dangerous for human health. The level of contamination of grains by microorganisms depends on many factors, basic of which are the conditions of grain handling after harvesting. In this respect barley grain handling is very important and urgent. Traditional methods of grain handling can't be considered as satisfactory as not all of them meet safety requirements. Moreover some of them are energy consuming and require

additional expenses, they have a limited sphere of application and do not allow us to obtain ecologically clean production. One of the methods to decrease mycelial contamination is the use of electrophysical effect, super-high frequency heating in particular.

Keywords: electrophysical testing methods, safety, grain material, phytopathogenic microorganisms.

References

1. Bilay V.I., Gvodyak R.I., Skripal' I.G. *Mikroorganizmy – vozбудiteli bolezney rasteniy* [Microorganisms are Causative Agents of Plant Diseases]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1988. 297 p.
2. Kartsev V.V., Belova L.V., Ivanov V.P. *Sanitarnaya mikrobiologiya pishchevykh produktov* [Sanitary Microbiology of Food Products]. St. Petersburg, 2000. 249 p.
3. Koyshibaev M.K. *Bolezni zernovykh kul'tur* [Grain Crops Diseases]. Alma-Ata, 2002. 264 p.
4. Kulebakina T.P., Kaluyants K.A., Sadova A.I. [Barley Microbial Flora and its Influence on the Quality of Malt and Beer]. *Pivovarennaya i bezalkogol'naya promyshlennost': Obzornaya informatsiya* [Brewing and Soft Drink Industry: Review]. 1982, iss. 10. 39 p. (in Russ.)
5. Lapina T.P. [Characteristics of Malt Barley Microbial Flora]. *Pivo i napitki* [Beer and Drinks]. 2001, no. 5, pp. 22–23. (in Russ.)
6. Peresyarkin E.O. *Sel'skokhozyaystvennaya fitopatologiya* [Agricultural Plant Pathology]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 294 p.
7. Smirnova T.A., Kostrova E.I. *Mikrobiologiya zerna i produktov ego pererabotki* [Microbiology of Grains and Products of its Processing]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 159 p.
8. Trisvyatskiy L.A. *Khranenie zerna* [Grain Storage]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 217 p.
9. Tsuglenok N.V. [Heat Effect of Electromagnetic Field of Super-High Frequency on Biological Object]. *Elektrifikatsiya s-kh proizvodstva SO VASNIL* [Electrification of Agricultural Industry SD of ARAAS]. Novosibirsk, 1983, pp. 78–79. (in Russ.)
10. Tsuglenok N.V., Tsuglenok G.I., Yusupova G.G. *Kompleksnaya sistema obezzarazhivaniya zerna i produktov ego pererabotki* [Integrated System of Grain and its Products of Processing Decontamination]. Krasnoyarsk, 2004.
11. Tsuglenok G.I. *Metodologiya i teoriya sistemy issledovaniy energotekhnologicheskikh protsessov* [Methodology and Theory of the System of Research of Power Engineering Processes]. Krasnoyarsk, 2003. 192 p.
12. Kretova Yu.I. (Zdanovich), Tsuglenok G.I., Tsuglenok N.V. et al. *Sposob proizvodstva soloda iz pivovarenykh sortov yachmenya* [Method of Malt Production out of Brewing Sorts of Barley]. Patent 2283861, published on September 20, 2006, БИ 26.

Kretova Yulia Igorevna, Candidate of Science (Agriculture), associate professor, Department “Equipment and technology of food production”, South Ural State University, Chelyabinsk, zdanovich76@mail.ru

Received 5 August 2014