**ГБПОУ ВО «Бутурлиновский механико-технологический колледж**

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

**«Идентификация факторов риска при приемке зерна на элеватор»**

**Выполнила студентка**

**ТЗ-31 группы: Помещикова Влада Сергеевна**

**Руководитель: Жидкова Елена Владимировна**

**Бутурлиновка-2019**

**Содержание**

Введение 4

Литературный обзор 6

1 Идентификация факторов риска при приемке зерна на элеватор 6

1.1 Биологические факторы риска и биозагрязнение зерна 9

* + 1. Плесневые грибы – продуценты микотоксинов 10
    2. Вредные примеси микробиологического происхождения 17

1.1.3 Спорообразующие бактерии – возбудители «картофельной» болезни хлеба 20

1.1.4 Другие вредные примеси, регламентируемые санитарными правилами и нормативами 24

1.1.5 Вредители хлебных запасов 31

1.2 Химические факторы риска 37

1.2.1 Химические опасности биологического происхождения 37

1.2.2 Химические опасности как следствие загрязнения окружающей среды и использования специальных средств защиты растений и зерна 39

1.3 Физические факторы риска 45

Заключение 51

Литература 53

Приложение 54

**Введение**

Зерно является стратегическим сырьем и одним из ключевых факторов продовольственной безопасности России.

Безопасность – важнейшее свойство, которым должны обладать все потребительские товары, в том числе товарные партии зерна, являющиеся сырьем для многих продуктов питания ежедневного спроса.

Безопасность пищевых продуктов, и в частности получаемых на зерновой основе, означает отсутствие токсического, канцерогенного, мутагенного или иного неблагоприятного воздействия на организм человека при употреблении их в регламентирующих количествах.

Превышение допустимого уровня показателей безопасности переводит продукцию в категорию опасной: она должна быть использована на другие цели или уничтожена.

Продукты питания растительного и животного происхождения начинают свое формирование в поле. «От поля до потребителя» - тезис экономически значимый сегодня как никогда, так как большинство сельскохозяйственных регионов России находятся в довольно сложном экологическом положении. Сегодня многие предприятия страны – металлургические, химические, нефтехимические, машиностроительные и другие – оказывают неблагоприятное воздействие на природу и на человека. Около 80% отходов, содержащих соли токсичных и редких металлов, соединений мышьяка, образуются на металлургических и агрохимических предприятиях, засоряя атмосферу, почву, воду, часто переходя в грунтовые воды. Авария на Чернобыльской АЭС привела к резкому росту содержания радионуклидов (цезия, стронция) и других элементов в зерне, заготовляемом даже на значительном расстоянии от объекта аварии.

Применение азотных удобрений вызвало повышение количества нитратов и нитритов в зерне, овощах и фруктах. Нарушение культуры севооборота привело к возрастанию зараженности зерна микотоксинами. Быстро изменить состояние почвы, воды и воздуха практически нереально. Поэтому важно уметь управлять технологическими процессами с целью предупреждения или устранения вредных для человека и животных элементов исходного сырья в конечных продуктах переработки.

В соответствии с действующим законодательством РФ персональную ответственность за безопасность продукции несет индивидуальный предприниматель или физическое лицо. Безопасность зерна должна соответствовать требованиям органов государственного контроля и надзора.

Важное значения имеет соответствие фактического качества сырья и продукции требованиям государственных стандартов, регламентирующих показатели качества и безопасности во избежание введения покупателя в заблуждение.

Большую актуальность приобретает гармонизация отечественных требований к безопасности сырья и выработанных из него продуктов питания с Международной Системой безопасности продуктов питания на основе принципов НАССР (ХАССП) – аббревиатура от английского выражения: «Hazard Analysis and Critical Control Point», что в переводе на русский означает «Анализ опасностей и Критические Контрольные Точки».

В настоящее время многие предприятия пищевой промышленности России сертифицированы на соответствие требованиям ХАССП. Поэтому актуальность анализа опасностей и научное обоснование критических контрольных точек (ККТ) при послеуборочной обработке и хранения зерна не вызывают сомнения.

**Литературный обзор**

**1 Идентификация факторов риска при приемке зерна на элеватор**

На основании анализа опубликованных отечественных и зарубежных источников информации, посвященных безопасности продуктов питания в соответствии с принятыми в международной практике принципами ХАССП (анализ опасностей и Критически Контрольные Точки), все факторы риска и/или опасности делятся на три основные группы: биологические, химические и физические (рис. 1)

В окружающей среде (температура, относительная влажность и др.)

Факторы риска (опасности)

Биологические

Физические

Химические

В зерновой массе (влажность, температура, газовый состав, травмированное зерно)

Биологического происхождения (микотаксины, алкалоиды и гликозиды, мочевая кислота, хиноны)

Нарушение технологии возделывания, обработки и хранения зерна

Результат техногенного загрязнения окружающей среды

Рисунок 1. Классификация факторов риска при хранении продовольственного зерна.

Такое деление позволяет установить причинно-следственные связи между различными группами опасностей и определить наиболее эффективные предупреждающие действия по установлению или сведению их до требуемого по санитарно-эпидемиологическим нормам уровня.

В действующих санитарно-эпидемиологических правилах и нормативах МЗ России такое разделение отсутствует.

Поэтому нами был проведен анализ на принадлежность нормированных гигиенических показателей к различным группам факторов риска. Установлено, что к биологическим факторам относятся: вредная примесь в том числе семена ядовитых сорных растений, головня и спорынья; головневые зерна пшеницы (мараные и синегузочные), фузариозные зерна пшеницы, ржи и ячменя, зерна ржи с розовой окраской и зерна кукурузы с ярко желто-зеленой флуоресценцией (ЖЗФ), а также зараженность вредителями хлебных запасов из мира насекомых и клещей. К химическим факторам риска относятся: токсичные элементы, микотоксины, нитраты, нитриты и нитрозоамины, бензапирен, пистициды и радионуклиды, загрязненность вредителями (табл. 1)

Таблица 1- Распределение гигиенических требований к зерну на химические и биологические факторы риска

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды продуктов | | Показатели | Допустимые уровни, мг/кг, не более | Примечание |
| 1 | | 2 | 3 | 4 |
| Зерно продовольственное, в т.ч пшеница, рожь, тритикале, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза, сорго | | Токсичные элементы: | | |
| свинец | 0,5 |  |
| мышьяк | 0,2 |  |
| кадмий | 0,1 |  |
| ртуть | 0,03 |  |
| Микротоксины: | | |
| афлатоксин В1 | 0,005 |  |
| дезоксиниваленол | 0,7 | пшеница |
| 1,0 | ячмень |
| Т-2 токсин | 0,1 |  |
| зеараленон | 1,0 | пшеница, ячмень, кукуруза |
| Нитрозамины:  Сумма НДМА и НДЭА | 0,015 | Пивоваренный солод |
| Бенз(а)пирен | 0,001 |  |
| Пестициды\*: |  | |
| гексахлорциклогексан 0,5 (α, β, ,γ-изомеры) | 0,5 |  |
| ДДТ и его метаболиты | 0,02 |  |
| гексахлорбензол | 0,01 | пшеница |
| ртутьорганические пестициды | не допускается |  |
| 2,4-Д кислота, ее соли, эфери | не допускается |  |
| Радионуклиды Бк/кг | | |
| цезий-137 | 70 |  |
| стронций-90 | 40 |  |
| Вредные примеси: |  |  |
| спорынья | 0,05 |  |
|  | | горчак ползучий, софора лисохвостая, термопсис ланцетный (по совокупности) | 0,1 | рожь, пшеница |
|  | | вязель разноцветный гелиотроп опущенноплодный | 0,1 | рожь, пшеница |
|  | | триходесма седая | не допускается | рожь |
|  | |  |  |  |
|  | головневные (маранные, синегузочные) зерна | | 10,0 | пшеница |
|  | фузуариозные зерна | | 1,0 | рожь, ячмень, пшеница |
|  | зерна с розовой окраской | | 3,0 | рожь |
|  | наличие зерен с ярко желто-зеленой флуоресценцией (ЖЗФ) | | 0,1 | кукуруза |
|  | Загрязненность и зараженность вредителями хлебных запасов(насекомые, клещи) | | 15,0 | суммарная плотность живыхи мертвых вредителей, экз/кг, не более |

Результаты этих исследований подвели к необходимости при разработке проекта классификации более подробно остановится на причинно-следственных связях между отдельными биологическими и химическими опасностями и существенно их дополнить. Кроме того, необходимо было научно обосновать физические факторы риска, влияющие на интенсивность загрязнения зерна биологическими и химическими опасностями, с целью использования их для устранения или снижения опасностей до требуемого гигиенического уровня в зерне продовольственного назначения.

**1.1 Биологические факторы риска и биозагрязнение зерна**

К биологическим относят риски, обусловленные жизнедеятельностью микро- и макроорганизмов, присутствующих в зерновой массе и прямо или косвенно влияющих на безопасность продуктов питания.

Известно, что основной спецификой зерновой массы любой культуры является ее состав, представляющий конгломерат из биологических компонентов. К их числу относятся:

− зерно основной культуры, в том числе токсичное, дефектное зерно;

− микроорганизмы (плесневые грибы, бактерии, актиномицеты, дрожжи), практически всегда присутствующие на поверхности или внутри зерна;

− примеси, в том числе опасные токсичные фракции зерна основной культуры (фузариозные, испорченные и поврежденные при плесневении и самосогревании зерна, зерна ржи с розовой окраской), вредная примесь: спорынья, головня, семена токсичных сорных и культурных растений (клещевины, рапса и др.).

Неизменными спутниками зерновой массы являются вредители хлебных запасов – насекомые и клещи, а также зерноядные птицы и грызуны (мыши и крысы).

Особое место в этом ряду занимает зерновая пыль, обогащенная микроорганизмами, которая практически всегда в том или ином количестве образуется и накапливается в зерновой массе при уборке урожая, транспортировке, загрузке-выгрузки зерна из силоса элеваторов и т.д.

Биологические факторы риска при послеуборочной обработке и хранении зерна на элеваторах играют первостепенную роль, т.к. являются одной из причин накопления в зерне высоких химических веществ, регулируемых Санитарно-эпидемиологическими Правилами и нормативами МЗ России.

Плесневые грибы являются основной и наиболее физиологически активной частью микроорганизмов зерновой массы, интенсивно воздействующей на качество, гигиеническое состояние и безопасность зерна.

* + 1. **Плесневые грибы – продуценты микотоксинов**

На поверхности зерна и семян любой культуры находится большое количество микроорганизмов. Основной источник микрофлоры зерновой массы − почва, чрезвычайно богатая микроорганизмами. Определенное количество микроорганизмов попадает на поверхность растений с пылью и насекомыми. Их становится еще больше при уборке и обмолоте из-за того, что микроорганизмы скапливаются на шероховатой поверхности зерна.

На поверхности зерна и семян различных культур содержится разное количество микроорганизмов. Семена бобовых менее насыщены ими, чем зерновки злаковых. В зерне и зерновых продуктax обычно присутствуют бактерии, дрожжи, актиномицеты и грибы. Их видовой состав и количество зависят от климатических условий формирования и условий хранения зерна и зернопродуктов. Микрофлора продуктов переработки зерна определяется ее составом в зерновой массе и способом переработки.

Микроорганизмы, населяющие зерно, по образу жизни и воздействию на зерно подразделяют на три группы: сапрофитные, фитопатогенные и патогенные для животных и человека.

Сапрофитные микроорганизмы, которые не паразитируют на растениях, так как живут за счет выделений клеток зерна, получили название эпифитных и относятся к микроорганизмам, населяющим здоровые растения и зерно. Прочие сапрофиты для развития нуждаются в органических веществах, которые они добывают из зерна, частично или полностью разрушая и изменяя его химический состав. Изменение качества зерна при хранении происходит в основном в результате деятельности сапрофитных и некоторых полупаразитных микроорганизмов.

Сапрофитные микроорганизмы представлены бактериями, дрожжами, плесневыми грибами и актиномицетами.

В составе микофлоры (грибная флора) свежеубранной зерновой массы всегда находится то или иное количество спор микроскопических грибов, получивших название плесневых.

При благоприятных условиях (повышенной влажности и температуре) находящиеся на зерне споры плесневых грибов прорастают, образуют мицелий и органы спороношения. Развитие плесневых грибов в зерновой массе всегда сопровождается потерями сухих веществ, снижением качества или порчей зерна. Разрушается органическое вещество зерна; плесени образуют продукты распада, обладающие специфическим неприятным запахом, цвет и вкус зерна также изменяются. Многие сапрофитные микроорганизмы продуцируют опасные микотоксины.

Все плесневые грибы не требовательны к условиям окружающей среды и способны размножаться в широком диапазоне влажности и температуры.  
Фитопатогенные микроорганизмы не влияют на сохранность зерновой массы. Однако наличие в партиях зерна признаков поражения фитопатогенными микроорганизмами учитывают при общей оценке их качества и последующем использовании. Широко распространены микозы. Это головня, спорынья и фузариозы хлебных злаков (о чем изложено выше).

Пораженные микроорганизмами зерна могут стать ядовитыми, поэтому их количество в партиях зерна ограничивается государственными стандартами. Наличие фитопатогенных микроорганизмов в зерновой массе необходимо учитывать и для правильного размещения зерна, и при его отпуске.  
Микроорганизмы, патогенные для животных и человека, могут быть косвенным источником распространения некоторых инфекций. Это − возбудители заболеваний только для человека или только для животных.

Встречаются микроорганизмы, патогенные как для человека, так и для животных. К их числу относятся возбудители бруцеллеза, туберкулеза и некоторых других болезней.

Патогенные микроорганизмы распространяются через больных людей и животных или их бациллоносителей. Почва также может быть источником опасных заболеваний. Переносчиками инфекций служат и грызуны.  
Микроорганизмы оказывают отрицательное воздействие в первую очередь на качество зерна при хранении. Вследствие их жизнедеятельности снижаются масса сухого вещества зерна, его жизнеспособность, технологические и товарные показатели качества, питательная ценность. В некоторых случаях зерно становится ядовитым.

Под действием микроорганизмов изменяются, прежде всего, основные показатели свежести зерна: цвет, блеск, запах и вкус. Изменение цвета зерна сопровождается образованием запахов разложения, обусловленного развитием микроорганизмов. Результатом накопления в зерне продуктов активной жизнедеятельности плесеней, прежде всего грибов из рода Penicillium spp., являются плесневый и затхлый запахи.

Затхлый запах относится к одному из недопустимых дефектов зерна. Хлебоприемные предприятия не принимают затхлое зерно, так как этот запах трудно или совсем не удаляется из зерна и при его переработке передается муке, крупе, печеному хлебу и другим изделиям. Затхлому запаху сопутствуют неприятный вкус зерна, увеличение титруемой кислотности, а также содержания аминосоединений и аммиака. Повышение показателя титруемой кислотности зерна при хранении свидетельствует о снижении его свежести. Необходимо отметить, что плесневый и затхлый запахи в партиях зерна с повышенной влажностью могут появиться очень быстро − через несколько суток хранения.

Плесневение зерна сопровождается снижением его всхожести. Потеря всхожести объясняется отравлением клеток зародыша семени продуктами метаболизма плесневых грибов, обладающих токсичными свойствами. На этот дефект зерна обращают особое внимание. Так, зерно пшеницы с потемневшим зародышем считается больным.

Развитие плесневых грибов в зерне в период хранения может сопровождаться образованием микотоксинов.

При хранении микрофлора зерновых масс может изменяться в зависимости от их состояния и условий хранения.

На состояние микрофлоры зерновой массы влияют следующие основные факторы: ее общая средняя влажность и влажность отдельных компонентов (основного зерна, примесей и воздуха в межзерновом пространстве); температура зерновой массы; степень ее аэрации; целостность и состояние покровных тканей зерна; количество и видовой состав примесей и др.  
Влажность зерновой массы − важнейший фактор, определяющий стойкость ее при различных условиях хранения. Одной из основных причин плохой сохранности зерновых масс с повышенной влажностью является доступность их воздействию микроорганизмов. Наличие в семенах всех культур большого запаса различных питательных веществ делает каждое семя при содержании в нем определенного минимума влаги благоприятной средой для активного развития многих микроорганизмов.

Низшая граница влажности зерна, при которой становится возможным развитие плесневых грибов в зерновой массе различных культур, приближается к величине критической влажности. Граница критической влажности семян для пшеницы, ржи и ячменя находится в пределах 14,5−15,5%, для семян кукурузы − 13,0−14,0, проса − 12,0−13,0, семян кормовых трав − 11,0−13,0, низкомасличных семян подсолнечника − 10−11, высокомасличных − 6−9 %. Эти уровни критической влажности зерна и семян соответствуют относительной влажности воздуха 60−65 %.

При повышенной относительной влажности воздуха (80−90 % и более) происходит процесс сорбции паров воды семенами, и наблюдается явление капиллярной конденсации. Влага, находящаяся в капиллярах, используется микроорганизмами и позволяет им интенсивно развиваться. В атмосфере с содержанием влаги ниже минимального уровня споры плесневых грибов постепенно погибают.

В России влажность зерна нормируют с учетом стойкости его при хранении. Так, в силосы элеваторов на хранение разрешается загружать зерно сухое или средней сухости, что для пшеницы, ржи и ячменя в первом случае соответствует влажности в пределах 14 %, во втором − свыше 14 до 15,5 %. Загрузка в силосы партий зерна с более высокой влажностью разрешается только на короткие сроки с обязательным предварительным охлаждением и очисткой от примесей. При закладке партий зерна на многолетнее хранение влажность его не должна превышать 14 %.

Таким образом, правильно организованное хранение зерновой массы в сухом состоянии надежно защищает от активного развития микроорганизмов, предотвращает потери массы и снижение качества зерна за счет микробиологического фактора.

Температура зерновой массы определяет возможность жизнедеятельности микроорганизмов. Это вызвано тем, что она влияет на интенсивность различных процессов в теле микроба и на активность ферментов, участвующих в них. При повышении температуры интенсивность процессов увеличивается, а при снижении − замедляется.

Повышение температуры зерновой массы свыше оптимальной снижает жизнеспособность микроорганизмов, а температура выше 40−50 °С приводит к их гибели (за исключением термофилов). Однако использование высоких температур для стерилизации зерна неприемлемо, так как эти температуры губительны для самого зерна.

Пониженные температуры тормозят развитие микроорганизмов, но не приводят к их гибели. Консервирующее действие пониженных температур, при которых заметно замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, наблюдается при 8−10°С. При этих условиях в партии зерна с невысокой влажностью развитие плесневых грибов задерживается.

Охлаждение зерновой массы до отрицательных температур лишь приостанавливает рост микроорганизмов. Они не гибнут даже при -20 °С. При отогревании они вновь начинают размножаться. Однако охлаждение зерновой массы — полезное мероприятие, которое используют для защиты зерна от активного воздействия микроорганизмов и сохранения его качества.  
Доступ воздуха в зерновую массу может лимитировать жизнедеятельность микроорганизмов. Микрофлора зерновой массы состоит в основном из аэробных микроорганизмов, жизнедеятельность которых при недостатке кислорода в воздухе межзернового пространства прекращается.

При доступе воздуха и благоприятных влажности и температуре в зерновой массе активно развиваются микроорганизмы, прежде всего плесневые грибы. Такая закономерность в развитии микрофлоры зерновой массы имеет большое практическое значение, и ее используют для обоснования режима хранения зерна без доступа воздуха.

Покровные ткани предохраняют зерно от воздействия микроорганизмов. Некоторые сапрофиты не способны разрушить клетчатку и проникнуть внутрь зерна. Кроме того, жизнеспособные зерна, обладая иммунитетом, препятствуют проникновению паразита в глубь организма. Поэтому микроорганизмы развиваются прежде всего на битых, поврежденных и утративших жизнеспособность зернах.

**Загрязнение зерна микотоксинами в поле**

Исследователями ВНИИЗ был изучен видовой состав, токсигенность и распространенность плесневых грибов − продуцентов микотоксинов, и уровни загрязнения микотоксинами зерна различных культур на всех этапах его производства и хранения.

Накопление микотоксинов в зерне в полевых условиях наблюдается чаще всего вследствие поражения растений факультативными паразитами из рода Fusarium. Фузариоз колоса, вызываемый Fusarium graminearum, периодически возникает в южных районах России. Риск накопления микотоксинов в пшенице и ячмене, пораженных при созревании фузариозом, очень высок.

В отдельные годы распространение фузариоза колоса приводило к поражению более 4 млн. т пшеницы на Северном Кавказе и массовому загрязнению зерна токсинами грибов р. Fusarium.

Популяция фузариев, вызывающая так называемый «южный» фузариоз зерновых, обладала высокой потенциальной токсигенностью.

Фузариозное зерно имеет пониженную жизнеспособность, оболочки зерна разрушаются, ядро зерна замещается мицелием гриба. Интенсивность дыхания такого зерна выше, чем у нормального в 1,5-5,0 раз.

Вследствие этого при хранении свежеубранного фузариозного зерна возникают две опасности:

− возможность дальнейшего накопления микотоксинов при неблагоприятных условиях хранения;

− ухудшение сохранности зерновой массы вследствие жизнедеятельности фузариев, потери жизнеспособности пораженных зерновок и ускоренного развития грибов хранения;

Некоторые авторы уже высказывали предположение о возможности интенсивного накопления дезоксиниваленол (ДОН) в фузариозной пшенице, убранной во влажном состоянии, и рекомендовали ее немедленную сушку. Однако минимальные значения температуры и влажности, исключающие образование микотоксинов и обеспечивающие безопасное хранение фузариозного зерна, были впервые установлены во ВНИИЗ в результате серии многофакторных и однофакторных экспериментов.

**1.1.2 Вредные примеси микробиологического происхождения**

Наряду с микотоксинами, жестко регламентируется другие неблагоприятные последствия жизнидеятельности микроскопических грибов: содержание фузариозных зерен (пшеница, рожь, ячмень) − в пределах 1%; зерна с розовой окраской у ржи − в пределах 3%; наличие зерен кукурузы с ярко желто-зеленой флуоресценцией (ЖЗФ) – в пределах до 0,1%.

**Фузариозные зерна.**

Содержание фузариозных зерен в пшенице, ржи и ячмене не должно превышать 1%, поскольку:

- они содержат основную часть микотоксинов ДОН и зеараленона (ЗН), присутствующих в зерновой массе; концентрация микотоксинов в пораженных фузариозом зернах превышает среднюю по партии в 10-100 раз;

- в фузариозных зернах могут накапливаться и другие ядовитые метаболиты грибов, не нормируемые в настоящее время.

Фузариозные зерна ухудшают технологические и хлебопекарные свойства зерна ввиду изменения химического состава и накопления активных амилаз и протеаз грибов.

3ерно ржи с розовой окраской образуются в период созревания при развитии на ржи пигментообразующих грибов р. Alternaria и стерильного мицелия − т. е. обычной микофлоры здорового свежеубранного зерна. Альтернариозные розовые зерна внешне отличаются от фузариозных, они имеют форму, массу и блеск, аналогичные здоровому зерну. Грибы − продуценты розовой окраски не образуют поверхностный грибной налет; зародыш жизнеспособный, соломенного цвета.

Причиной розового окрашивания зерна являются красные, оранжевые и желтые пигменты грибов антрахиноидной природы (катенарин, эмодин и др.), которые накапливаются на поверхности гифов грибов, растущих в оболочках зерна. В более глубокие части зерна мицелий и пигменты не проникают. Как показали исследования НИИ питания, антрахиноидные пигменты безопасны для человека и животных в концентрациях, присутствующих в товарном зерне. При существующих уровнях поражения зерна с розовой окраской не влияют на технологические и хлебопекарные свойства ржи.

Содержание зерен, испорченных в результате действия микробиологических процессов при плесневении и самосогревании, в стандартах на зерно ограничивается 1% т. к. в таких зернах сосредоточена основная часть токсинов, накопившихся в зерновой массе.

Исследования показали, что концентрации ЗН и афлатоксин (АТ) в испорченных и поврежденных зернах были в 80420 раз выше, чем в нормальном зерне из той же партии. В ряде случаев испорченные зерна содержали микотоксины (афлатаксины и зеараленон) в количествах свыше предельно допустимая концентрация (ПДК), хотя в средней пробе зерна из партии они не были обнаружены.

Поврежденные и испорченные зерна являются следствием микробиологической порчи и поэтому могут поражаться микроорганизмами в сотни и даже тысячи раз сильнее нормального зерна из той же партии. Очевидно, что поврежденные и испорченные зерна являются источником загрязнения зерна и муки «картофельной» палочкой. Аналогичная картина наблюдалась и по плесневым грибам.

**Зерновая пыль.**

Зерновая пыль, скапливающаяся на предприятиях, связанных с хранением и переработкой зерна, относится к физическим факторам риска из-за создания потенциальной опасности взрывов на предприятиях. Наряду с физической она представляет и биологическую опасность, т. к. обычно сильно обогащена спорами и вегетативными формами микроорганизмов. Численность их может достигать сотен и тысяч миллионов микробов в 1 г пыли. Видовой состав микрофлоры пыли близок к перерабатываемому зерну и семенам. Пыль, образующаяся при работах с самосогревшимся и заплесневевшим сырьем. может содержать токсигенные и условно-патогенные грибы, а также микотоксины (АТ, фузариотоксины и пр.). Так, при измельчении кукурузы концентрация АТ в воздушной пыли в помещении достигала 2,6-4,6 мг/кг и превышала его содержание в перерабатываемом зерне.

Микотоксины, наряду с другими грибными метаболитами, вместе с зерновой пылью проникают в нижние доли легких. Установлено, что грибы, находящиеся в зерновой пыли, могут вызывать три типа заболеваний у человека:

− микозы, или поражение тканей и органов грибами (например, аспергиллез, фиброз);

− микотоксикозы, которые являются следствием поглощения (вдыхания с воздухом) ядовитых продуктов, выделенных грибами. Причиной микотоксикозов являются грибы родов Aspergillus, Penicillium, Fusarium и др. Выделяемые ими микотоксины вызывают канцерогенные или остро ядовитые последствия при попадании в организм человека;

− аллергические заболевания, проявляющиеся при попадании пыли в дыхательные пути как бронхиальная астма или альвеолит. Возможны дерманекротические аллергические реакции (покраснение, опухание и шелушение кожи).

Показано, что заболеваемость респираторными заболеваниями у работников зерновых элеваторов была в 3-6 раз выше, чем у работников в обеспыленных условиях. Зерновая пыль более опасна, чем мучная, в основном, из-за более высокого содержания грибов и бактерий, вызывающих гнойные воспалительные процессы. Главным возбудителем респираторной инфекции считается гриб Aspergillus fumigatus, вызывающий самосогревание зерна. Хотя все компоненты зерновой пыли могут отрицательно влиять на здоровье человека и сельскохозяйственных животных, на практике наиболее важным представляется вред от грибной флоры зерна. Вредное воздействие зерновой пыли можно значительно снизить современными способами борьбы с запыленностью сырья, помещений и оборудования.

В целях борьбы с загрязнением окружающей среды и охраны здоровья населения в РФ были уточнены нормы содержания зерновой пыли в атмосферном воздухе вокруг элеваторов. Впервые были разработаны нормативы для содержания в воздухе грибов хранения. Максимальная разовая ПДК для пыли составляет 0,5 мг/м3, для грибов хранения - 260 КОЕ/м3; среднесуточная ПДК ~ 0,2 мг/м3 и 160 КОЕ/м3, соответственно.

Исходя из полученных результатов, для обеспечения гигиенической безопасности зерна особое значение приобретают технологические приемы предупреждения самосотревания: своевременная сушка, обеспыливание и очистка зерна, активное вентилирование и охлаждение, систематический контроль температуры, влажности, зараженности вредителями.

Помимо улучшения традиционных приемов, перспективы разработки новых технологий, которые должны способствовать производству безопасных зернопродуктов высокого качества. В ряду таких технологий следует отметить обработку зерна озоном, СВЧ, холодной плазмой; внедрение фракционной технологии сепарированием с целью выделения опасных для здоровья зерен и семян сорных растений и пр.

**1.1.3 Спорообразующие бактерии – возбудители «картофельной» болезни хлеба**

К числу специфических биологических факторов риска для зерна и выработанных из него продуктов питания могут быть отнесены спорообразующие бактерии Васillus mesentericus и В. sublilis — возбудители «картофельной» болезни хлеба. «Картофельная» болезнь в последние годы все чаще встречается в хлебе и представляет серьезную проблему для хлебопеков и мукомолов в России.

Возбудителями заболевания являются термотолерантны порооб-разующие бактерии, относимые ранее к группе «сенной палочки» и «картофельной палочки». В первую очередь это В. subtilis и В. mes-enfencus. По новой классификации типовым видом рода Вacillus-I при-знан только вид В. subtilis («сенная палочка»). Сутцествование В. mes-enterrcus («картофельной палочки») как отдельного вида исключается, он рассматривается как вариант типового вида (В. subtilis аsр. mes-entericus). Некоторые исследователи относят к возбудителям также В. mycoides, В. cereus, В. licheniformis, В. pumilis, В. роlуmуха и другие виды, однако их роль в этом заболевании хлеба не является бесспорной.

Причины, приводящие к загрязнению зернопродуктов споровыми бактериями, следующие (рисунок 2):

− механическое загрязнение зерна почвой и зерновой пылью при уборке и хранении. Спорообразующие бактерии являются непре-менной составной частью микрофлоры почвы и растений, их чис-ленность возрастает по мере продвижения на юг, на нее влияет тип почвы и агротехнический фон:

− процесс самосогревания зерна в неблагоприятных условиях хране-ния; в самосогревшемся зерне численность спорообразующих бак-терий может возрастать в сотни и тысячи раз;

− загрязнение муки при ее выработке на мельницах вследствие на-рушения правил санитарии:

− заражение теста и хлеба в процессе его подготовки и выпечки.

В зерне и муке стандартного качества численность споровых бактерий незначительна и колеблется в пределах от десятков до сотен КОЕ/г. Они составляют 0,3−0,5% от общей численности бактериальной флоры. Однако при выпечке хлеба основная масса мезофильных бактерий погибает под действием высоких температур, а более термофильные бациллы начинают активно развиваться в мякише хлеба. Для полной стерилизации субстрата и гибели спор необходима его обработка текучим паром (100 °С) 5,5-6 часов или нагрев до 120 °С в течение 30-40 мин.

Температура же внутри мякиша хлеба лишь на последних минутах вы-печки достигает 98−100 оС. Поэтому значительная часть спор сохраняет жизнеспособность и при последующем хранении хлеба прорастает, ак-тивно развивается и вызывает его заболевание.

Уровень загрязнения, КОЕ/г-103

Характер загрязнения

Источник загрязнения

Этап загрязнения

Биологический

Созревание в поле

А

0.01 – 0.05

Зональная фоновая зараженность

Механический

Уборка, обмолот

До 50.0

Биологический

Самосогревание при хранении

Первичное производственное загрязнение при хранении

Б

Биологический

Возрастание в 2-3 раза

Заражение зерна насекомыми - вредителями

Загрязнение пылью, отходами при переработке зерна

Зерновая пыль до 18000.0

Механический

Отруби – до 70.0 Отходы, сметки – 10-200.0

Вторичное производственное загрязнение

Механический

Перераспределение при помоле Загрязнение отходами, сметками

В

Зараженность муки:

до 0.2 – норм. 0.2-1.0 – повыш. св. 1.0 - сильная

Биологический

Выпечка хлеба

Рисунок 2. Основные источники загрязнения зерна и муки возбудителями «картофель-ной» болезни хлеба

Оптимальными условиями для возникновения в хлебе «картофель-ной» болезни являются: кислотность, близкая к нейтральной, влажность мякиша 45−48%, температура 36−40 оС. Возбудители болезни обладают активными протеазами, липазами и α-амилазой, поэтому их развитие приводит к гидролизу белка, крахмала и липидов хлеба, накоплению продуктов распада. Мякиш хлеба декстринизируется, превращается в слизистую тягучую массу, приобретает гнилостный запах за счет обра-зования продуктов распада белков и летучих жирных кислот (уксусной, пропионовой, изомасляной, масляной, изовалериановой).

Такой хлеб не может использоваться в пищу в связи с резким ухудшением потребительских свойств (вкус, запах, цвет). Имеются данные о токсичности хлеба, пораженного «картофельной» болезнью. По данным Р. Рахимберлиной (1980), потребление его приводит к по-явлению острого гастрита и гибели 70% экспериментальных животных, причем количество вирулентных штаммов возбудителей заболевания может достигать 47%.

Наличие «картофельной» болезни, согласно дополнению и измене-нию №2 к СанПиН 2.3.2.1078-01 (СанПиН 2.3.2.1280-03), является бра-керажным показателем для пшеничной муки, что приводит к экономи-ческим потерям в мукомольной промышленности. В муке не допуска-ется зараженность возбудителями «картофельной» болезни хлеба через 36 часов после пробной лабораторной выпечки.

Меры борьбы с «картофельной» болезнью при хранении и перера-ботке зерна включают в себя (рисунок 3):

− рациональное хранение зерна, исключающее развитие самосогре-вания;

− совершенствование приемов подработки и переработки зерна, снижающих конечное загрязнение продуктов переработки споро-выми бактериями;

− регулирование условий выпечки хлеба;

− строгое соблюдение санитарных требований при производстве му-ки и особенно хлеба.

В «Инструкции по предупреждению «картофельной» болезни хле-ба» (М., 1998 г.) разработаны предупредительные (корректирующие) мероприятия: повышение кислотности теста на 1 градус за счет молоч-нокислых и пропионовокислых заквасок, жидких дрожжей, уксусной и пропионовой кислот и их солей и др.

В поле после уборки

Предупреждение загрязнения зерна почвой при уборке и обмолоте

Тщательная первичная очистка вороха

Рисунок 3. Меры борьбы с загрязнением зерна возбудителями «картофель-ной» -болезни хлеба

В связи с этим, контроль обсеменения зерна возбудителями «кар-тофельной» болезни необходим на всем пути превращения его в хлеб -− поля до потребителя. Однако до настоящего времени не разработаны быстрые методы количественного определения этого показателя для зерна и муки.

**1.1.4 Другие вредные примеси, регламентируемые санитарными правилами и нормативами**

К важным факторам биологического риска следует отнести содер-жание в зерновой массе вредной примеси, к которой, наряду с дефект-ным зерном микробиологического происхождения, относятся: споры-нья, головня, головневые (мараные и синегузочные) зерна, а также ядо-витые семена сорных и некоторых культурных растений с ядовитыми свойствами; предельно допустимое содержание первых регламентирует-ся СанПиНом МЗ. В стандартах на зерно они входят в состав сорной примеси, содержание их показывают отдельной строкой, как «вредную примесь». Особо выделяют спорынью, головню, головневое зерно, а также ядовитые семена горчака ползучего розового, софоры лисохво-стной, термопсиса ланцетовидного, вязеля разноцветного, гелиотропа опушенноплодного, триходесмы седой. Наиболее полная характери-стика и вредоносность этих примесей в зерне и зернопродуктах отра-жены в работах отечественных исследователей.

**Спорынья**

Заболевание зерна спорыньей вызывают несколько видов грибов из класса сумчатых. Поражаются главным образом рожь, реже − пшеница, ячмень, совсем редко − овес. Большая легкость поражения ржи связана с особенностями строения ее цветков и более продолжительным цвете-нием −периодом, в течение которого происходит заражение. Цветки пшеницы, ячменя и овса прикрыты цветковыми пленками и кроющими чешуями, тогда как у ржи они долгое время находятся в открытом со-стоянии.

В пораженных колосьях вместо части зерен развиваются особые рожки, темно-фиолетовые снаружи и беловатые внутри, длиной о 4,5 см и диаметром до 3−5 мм. Рожки представляют собой склероции − гриб-ницу, приспособленную для зимовки (плотное, затвердевшее сплетение грибных нитей − гиф). Сердцевина рожка обогащена жиром, количест-во которого достигает 30 − 35% от веса всего рожка.

Из рожков спорыньи выделено три группы ядовитых веществ:

− алкалоиды − эрготоксин, эрготамин и эргозин;

− менее токсичные алкалоиды − эргобазин (эргометрин) и его изомер эргометринин;

− биогенные амины − тиамин и гистамин.

Попадая в организм алкалоиды спорыньи вызывают сужение кро-веносных сосудов -конечностей. Болезнь проявляется в двух формах: конвульсивной («злая корча») и гангренозной, которая сопровождается проявлением очень болезненных некрозов (омертвение тканей) переферических частей конечностей («антонов огонь»). У животных при отравлении спорыньей наблюдается отмирание конечностей и абортирование.

Ядовитые свойства спорыньи при хранении постепенно ослабева-ют. Сушка зерна также снижает ядовитые свойства спорыньи.

При очистке ржи и пшеницы от спорыньи применяют различные зерноочистительные машины: крупные рожки удаляют сходом с сита диаметром 6 − 7 мм и триерной поверхности с ячейками диаметром 8 мм, мелкие рожки − сильным аспирированием и проходом через сита 1,8х20 мм (рожь) и 2,2х20 мм (пшеница), а также триерованием с ячей-ками диаметром 4,5 − 5 мм.

Зерно, направляемое после очистки на первую драную систему, во избежание опасности загрязнения зернопродуктов вредными вещест-вами не должно содержать спорыньи больше 0,05% (вместе с головней и семенами горчака, вязеля и мышатника)

Головня − болезнь, вызываемая грибами из класса базидиальных. Она поражает все ведущие зерновые культуры: пшеницу, рожь, ячмень, овес, кукурузу, просо и другие, на долю которых приходится до 80% посевных площадей.

Пшеница поражается тремя видами головни: твердой (Tilletia tritici и Tilletia levis), пыльной (Ustilago tritici) и стеблевой (Urocystis tritici).

При поражении твердой (вонючей, мокрой) головней зерно пре-вращается в головневые мешочки, заполненные темной мажущейся споровой массой с неприятным запахом триметиламина.

Во время уборки урожая, при молотьбе, транспортировке, пропус-ке через зерноочистительные машины головневые мешочки в основном разрушаются, споры загрязняют почву, солому и здоровые зерна. Мок-рые споры прилипают к поверхности зерен (их называют «мараными»), а сухие забивают бородку (их называют «синегузочными»). Часть го-ловневых мешочков остается в зерне, предельное их содержание (со-вместно со спорыньей) не должно превышать 0,15% (переработка в му-ку) и 0,1% (переработка в крупу).

Споры загрязняют муку. С примесью спор мокрой головни мука приобретает запах порченой селедки и темный (грязный) цвет. Хлеб из такой муки плохо пропекается, имеет сладкий вкус и неприятный за-пах, корку серовато-коричневого цвета с надрывами.

Пыльная головня разрушает колос, он покрывается черной пыля-щей массой спор. По внешнему виду зараженное зерно различить не удается, хотя оно иногда приобретает слегка морщинистую поверх-ность с матовым оттенком. Внутри зерна находится грибница. Иногда наблюдается щуплость зерна. Пыльная головня не имеет неприятного запаха, характерного для твердой головни.

Стеблевая головня снижает содержание сырой клейковины и ухудшает ее качество. В поражении ржи, ячменя. овса твердой и пыль-ной головней много общего. Кукуруза поражается пузырчатой и пыль-ной головней. При пузырчатой головне на початках образуются взду-тия или желваки, прикрытые беловато-серой пленкой и наполненные черной массой спор. Пыльная головня разрушает початки, остающиеся прикрытыми сухими обертками. Здоровые початки несут на себе спо-ры. Соцветие проса, пораженное пыльной головней, превращается в бурую порошкообразную массу, покрытую тонкой белой пленкой. Здо-ровое зерно загрязняется спорами во время уборки.

Споры различных видов головни способны причинять вред живому организму. Они могут проникать через ткани, вызывать раздражение слюнных желез, расстройства в работе кишечника. Будучи унесенными потоком крови в мелкие кровеносные сосуды, способны закупоривать их, что приводит к местным кровоизлияниям. Выявлен токсический эффект спор головни: усиленный распад эритроцитов и поражение ор-ганов на пути циркуляции токсина (печени и почек).

Споры головни принято считать весьма нежелательной, вредной примесью. По действующим правилам пшеница не должна содержать свыше 10% мараных зерен. Очистка зерна от спор головни сухим спо-собом, при котором его пропускают через зерноочистительные маши-ны (щеточную и обоечную машины, пневмоаспираторы), не обеспечи-вает требуемого снижения содержания головневых спор. Лучшие вари-анты: трехкратная обработка зерна на щеточной машине с пропуском после каждой машины через пневмоаспиратор или обработка на ще-точной и обоечной машинах и пневмоаспираторах в сочетании с мой-кой. В этом случае до 99% спор головни удаляется с поверхности зер-на. Содержание мешочков головни в стандарте на пшеницу продоволь-ственную ограничивается 0,15% в совокупности со спорыньей.

**Семена сорных растений с ядовитыми свойствами**

Особую группу вредной примеси составляют семена сорных расте-ний с ядовитыми свойствами, характеристика которых приводится ни-же.

**Гкорчак ползучий розовый (василек горький)**

Горчак ползучий является карантинным сорняком. Это − злостный и опасный сорняк многих регионов России.

Горчак ползучий считается ядовитым растением из-за наличия в нем алкалоидов и гликоалкалоидов. Ядовитые свойства семян горчака связаны с содержанием до 6,5% ядовитого гликозида гитагина (аргате-мина). Поверхность семян покрыта крупными шипиками, внешние − более крупные, матовые; окраска интенсивно черная или темно-коричневая. Засоряет яровые зерновые, реже − озимые посевы в Евро-пейской части (повсеместно), на Кавказе, в Западной и Восточной Си-бири и на Дальнем Востоке.

**Софора лисохвостая**

Софора лисохвостая принадлежит к опасным карантинным сорня-кам. Бобы содержат 3 − 5 неравномерно распределенных семян. Поверхность семян гладкая, матовая, слабо блестящая; окраска желтая, корич-невая, зеленовато-коричневая, у основания семенного рубчика − более темная. Семена ядовитые, горькие. Мука, содержащая примесь семян софоры лисохвостой, приобретает специфический привкус и сильную горечь, становится негодной к употреблению. При использовании в пищу муки и крупы из зерна с примесью софоры лисохвостой наступа-ет острое отравление. Ядовитые вещества софоры лисохвостой (алка-лоиды) действуют на нервные центры, их содержание достигает 2,7%. Известны следующие алкалоиды софоры лисохвостой: софоридин, со-форамин, софокарпин, алоперин, цитизин.

Признаки отравления (головокружение, состояние опьянения, го-ловные боли, рвота, общая слабость, нередко судороги) появляются через 3 − 4 ч после употребления в пищу продуктов, содержащих софору лисохвостую, и исчезают через 20 − 30 ч. Примесь 0,01% семян софоры лисохвостой в муке уже опасна для здоровья человека. Признаки силь-ного отравления наступают при употреблении в пищу муки, содержа-щей 0,2% и больше семян софоры лисохвостой.

При выпечке хлеба горечь, придаваемая муке примесью семян со-форы лисохвостой, не уменьшается. Горький вкус из-за примеси софо-ры лисохвостой в муке и хлебе проявляется уже при содержании ее в количестве 0,1 − 0,2%. По-видимому, алкалоиды устойчивы к действию высоких температур и процессов брожения; ядовитые свойства их со-храняются в печеном хлебе, каше и других изделиях из муки и крупы.

**Термопсис ланцетовидный (пьяная трава, мышатник)**

Семена имеют шаровидно-яйцевидную форму, слегка сжатые, с носиком, голые, темно-коричневые, с зеленоватым отливом, почти черные, с блестящей поверхностью.

В посевах зерновых термопсис развивается в нижнем ярусе, семена его попадают в зерновую массу при низком скашивании хлебов.

Семена термопсиса − очень ядовитые, содержат отравляющие ве-щества − смесь алкалоидов. Примесь семян термопсиса к зерну хлеб-ных культур даже в небольшом количестве придает муке горький вкус и приводит к отравлению людей (действие на нервные центры).

Засоряет посевы зерновых культур в Европейской части (Завол-жье), Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке.

**Вязель разноцветный**

Поверхность семян гладкая, матовая; окраска красновато-коричневая и коричневая. Вязель содержит ядовитый гликозид − корониллин. Наи-большее количество корониллина находится в зрелых семенах. В боль-ших дозах корониллин действует на сердце, вызывает тошноту, рвоту, воспаление слизистой оболочки желудка и кишечника. Даже незначи-тельная примесь семян вязеля разноцветного, размолотая вместе с зер-ном, придает муке хинно-горький привкус, делая ее несъедобной.

Вязель засоряет посевы зерновых в Европейской части (централь-ные и южные районы), Западной Сибири.

**Гелиотроп опушенноплодный**

Орешки (плоды) − обратно-яйцевидные, в поперечном сечении − овальные. Вершина округлая, основание слегка вытянутое. Поверх-ность бугорчатая, с коротким густым опушением, матовая. Окраска бу-ровато-зеленоватая, зеленовато-коричневая. Плоды гелиотропа опу-шенноплодного содержат ядовитые вещества − алкалоиды гелиотропин и лазиокарпин.

Гелиотроп опушенноплодный вызывает у человека тяжелое забо-левание − гелиотропный токсикоз (токсический гепатит с асцитом). Употребление в пищу продуктов даже с небольшим содержанием ге-лиотропа опушенноплодного вредно для человека. При выпечке хлеба ядовитые алкалоиды гелиотропа опушенноплодного не разрушаются.

Гелиотроп опушенноплодный опасен и для животных.

В стандартах на зерно продовольственное указывается допустимое содержание семян гелиотропа опушенноплодного: не более 0,1 мг/кг.

**Трихадесма седая**

Плод триходесмы седой состоит из четырех, реже − двух-трех ореш-ков. Орешки крупные, плоские, яйцевидные, в верхней части заострен-ные, в нижней части закругленные; поверхность спинки морщинисто-бугорчатая; окраска коричневая, серовато-зеленая, темно-коричневая.

Употребление в пищу зерна пшеницы, содержащего примесь орешков триходесмы седой, приводит к заболеванию триходесмоток-сикозом. Это тяжелое заболевание, вызывающее поражение централь-ной нервной системы и кроветворных органов. Признаки заболевания: резкие головные боли, тошнота, рвота, судороги, нарушение психики.

Заболевание наступает при употреблении в пищу в течение одной-шести недель хлеба и других изделий из зерна, засоренного триходес-мой седой, ее стеблями или листьями. Установлено, что зерно, увлаж-ненное соком вегетативных частей триходесмы седой (что может иметь место при уборке урожая), также становится ядовитым.

В состав триходесмы седой входят алкалоиды. Наибольшее их ко-личество содержат вполне зрелые семена растения − до 2,7%.

Из триходесмы седой выделено три алкалоида: триходесмин, инка-нин и N-оксидная форма инканина.

Ранняя уборка урожая до созревания триходесмы седой предот-вращает засорение ею зерновых культур. Примесь в зерне семян три-ходесмы седой не допускается. Использование для пищевых целей зер-на, засоренного семенами триходесмы седой, запрещается. Отходы, получающиеся при очистке зерна, содержащего примесь триходесмы седой, необходимо сжигать.

В связи с изложенным, очевидно, что вредная примесь, являясь био-логическим фактором риска, приводит к загрязнению зерна содержащи-мися в ней вредными химическими веществами, такими, как алкалоиды, биогенные амины (гистамин, парамин) и гликозиды, которые относятся к химическим факторам риска биологического происхождения.

**1.1.5 Вредители хлебных запасов**

**Насекомые и клещи**

Запасы зерна и зернопродуктов при хранении могут повреждаться множеством различных видов насекомых и клещей. Но из них только полтора-два десятка видов встречаются наиболее часто.

В каждой конкретной партии зерна чаще всего можно встретить только 2 − 3 вида вредителей. Зная вид вредителя, можно оценить сте-пень его опасности и правильно выбрать те или иные средства и спосо-бы борьбы с ним.

Насекомые в своем развитии, как правило, проходят четыре ста-дии: яйцо, личинка, куколка и имаго (взрослое насекомое).

По образу жизни насекомых можно разделить на две группы. К первой относятся те, кто полностью или частично развивается внутри зерновок. Они образуют так называемую скрытую форму заражения, в отличие от явной формы заражения, когда вредитель находится в меж -зерновом пространстве. К первой группе следует отнести рисового и амбарного долгоносиков, зернового точильщика и зерновую моль − са-мых опасных вредителей зерна злаковых культур, а также различных личинок бобовых зерновок, повреждающих семена бобовых культур.

Представители второй группы развиваются в межзерновом про-странстве или на поверхности продукта. К ним можно отнести все ос-тальные виды вредителей хлебных запасов.

Самка рисового или амбарного долгоносика после оплодотворения ее самцом выгрызает в зернышке небольшое углубление и откладывает в него яичко, сверху запечатывая быстрозатвердевающим секретом. Вылупившаяся через несколько дней из яйца личинка выгрызает около половины эндосперма зерновки и, пройдя 3 − 4 линьки, превращается в куколку. Через несколько дней из куколки появляется жук. Окрепнув, он прогрызает оболочку зерновки и выходит наружу.

Зерновой точильщик и зерновая моль приклеивают свои яички кучками на поверхность зернышка. Вылупившиеся из них личинки расползаются, и каждая внедряется в отдельную зерновку. Дальнейшее развитие происходит как у долгоносиков.

Среди многих факторов среды (пища, температура, влажность, свет, конкуренция, состав атмосферы и др.) основным, определяющим интенсивность жизни насекомых и клещей, является температура. Как правило, оптимум для большинства видов находится в пределах от 22 до 30оС. В этих условиях они больше откладывают яиц, меньше поги-бают, быстрее развиваются, дольше живут, много едят, т. е. наносят максимальный вред.

Более холодостойки клещи, отдельные виды которых могут разви-ваться, хотя и медленно, при температуре 5 – 7 оС.

Таким образом, зерно может находиться в безопасности от насеко-мых и клещей во время хранения, если его температура во всех участ-ках насыпи не превышает 10 оС. В иных обстоятельствах зерно можно защитить от повреждения вредителями, лишь «законсервировав» его путем обработки инсектицидами контактного действия. В условиях, благоприятных для развития разных видов жуков, одна самка способна откладывать в среднем от 300 до 600 яиц. Учитывая, что цикл развития от яйца до имаго составляет в среднем полтора-два месяца, численность насекомых в зерне может катастрофически увеличиваться. Например, при температуре 25 оС численность жуков рисового долгоносика через один месяц может возрасти в зерне пшеницы почти в 70 раз, амбарного долгоносика − в 45 раз, зернового точильщика − в 60 раз, булавоусого хрущака − а 18 раз, сурииамского и короткоусого мукоедоа − а 10 раз.

Насекомые и клещи в процессе своей жизнедеятельности наносят следующий ущерб зерну:

− делают зерно непригодным для питания (ядовитым);

− снижают его массу;

− ухудшают качество зерна;

− уменьшают выход муки при помоле зерна;

− подавляют жизнеспособность зерна (энергию прорастания и всхо-жесть).

Насекомые и клещи снижают безопасность зерна, являясь перенос-чиками спор и вегетативных частей патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Помимо этого они являются первопричиной самосо-гревания сухого зерна.

Экспериментальные данные, свидетель-ствуют о том, что в зерне, поврежденном насекомыми„ понижается со-держание белка, липидов и витаминов, накапливается мочевая кислота.

У подопытных крыс, питавшихся зерном, загрязненным насеко-мыми, оказалась пониженной активность фермента крови аланинами-нотрансферазы, уменьшилось количество эритроцитов и гемоглобина в крови, повысилась проницаемость сосудов, произошли изменения па-ренхимы печени, почек и кишечника. Одним словом, зерновка стала ядовитой и опасной для здоровья человека. Поэтому загрязненность зерна вредителями, как показатель безопасности, нормируется доку-ментом «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и норма-тивы» (СанПиН 2.3.2.1078-01 и СанПиН 2.3.2.1280-03). Допустимый уровень этого показателя составляет 15 экз./кг по суммарной плотности загрязненности (СПЗ). Опасности, связанные с жизнедеятельностью вредителей хлебных запасов, представлены ниже.

Опасности, связанные с зараженностью:

- Увеличение содержания мочевой кислоты, хитина, линочных шку-рок, экскрементов, секретов (хиноны и др.).

- Превышение норм безопасности по зараженности и загрязненности зерна вредителями.

- Опасности при транспортировке, хранении и применении пестици-дов и превышение уровня пестицидов в зерновой продукции.

Токсические опасности дли теплокровных:

- Снижение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови Изменение активности ферментов крови.

- Повышение проницаемости сосудов

- Дистрофические изменения паренхимы печени, почек, кишечника

**Зерноядные птицы и грызуны**

Зерноядные птицы и грызуны могут стать переносчиками различных возбудителей болезней человека: бубонной чумы, холеры, брюшного ти-фа, дизентерии, туляремии, инфекционной желтухи, туберкулеза, ящура, бруцеллеза, «птичьего» гриппа и многих других инфекций.

Запасы зерна поедают птицы, в основном голуби и воробьи. Напа-дают стаями, едят чрезвычайно много.

Голуби − дневные птицы, гнезда строят на деревьях и в кустарни-ках, в дуплах, на складах, в постройках, реже на земле. Образуют по-стоянные пары. В году обычно делают две кладки яиц, реже четыре-пять. Насиживают яйца разные виды голубей от 14 до 30 суток. Вне периода гнездования голуби держатся стаями. Основной их корм — зер-новые. За сутки один голубь съедает около 50 г зерновой смеси. Кроме зерна голубям необходим зеленый корм.

Голуби не только уничтожают зерно, но и загрязняют его экскре-ментами, удалить которые практически невозможно. В поле голуби выклевывают высеянные семена,

Воробьи − оседлые или кочующие птицы. Гнездятся в дуплах, но-рах, строениях или устраивают шарообразные гнезда на деревьях. Птенцов сначала кормят насекомыми, а затем семенами.

Экономический ущерб от грызунов настолько велик и разнообра-зен, что не поддается точной оценке. Одна крыса в год съедает около 12 кг зерна, мышь − около 2 кг. Но мышь имеет обыкновение бросать только начатую пищу и портит продуктов больше, чем съедает. Пропи-танное мочой зверьков зерно не спасает мойка. Не так просто удалить из зерна их экскременты и шерсть.

Общеизвестна роль грызунов как переносчиков инфекций.

Подсчитано, что четверть пожаров неизвестного происхождения вызывается грызунами, повреждающими электрокабели.

Среди многообразия грызунов на предприятиях хлебопродуктов особенно выделяются три вида: серая крыса Ratus norvegicus, черная крыса Ratus rattus и домовая мышь Mus musculus.

Таким образом, к биологическим факторам риска при обработке и хранении зерна могут быть отнесены (рис. 4.):

− плесневые грибы как источник загрязнения зерна микотоксинами, а также такие результаты их жизнедеятельности, как зерно: де-фектное, фузариозное, испорченное плесневением и самосогрева-нием, розовоокрашенное (рожь), головневое и с яркой желто-зеленой флуоресценцией (кукуруза);

− спорообразующие бактерии — возбудители «картофельной» болез-ни хлеба;

− вредные примеси, в том числе спорынья, головня, вредные семена сорных и ряда культурных растений (клещевины, рапса);

− вредители хлебных запасов — насекомые и клещи, зерноядные пти-цы и грызуны, а также вносимые с экскрементами и переносимые ими в зерне патогенные и условно-патогенные микроорганизмы.

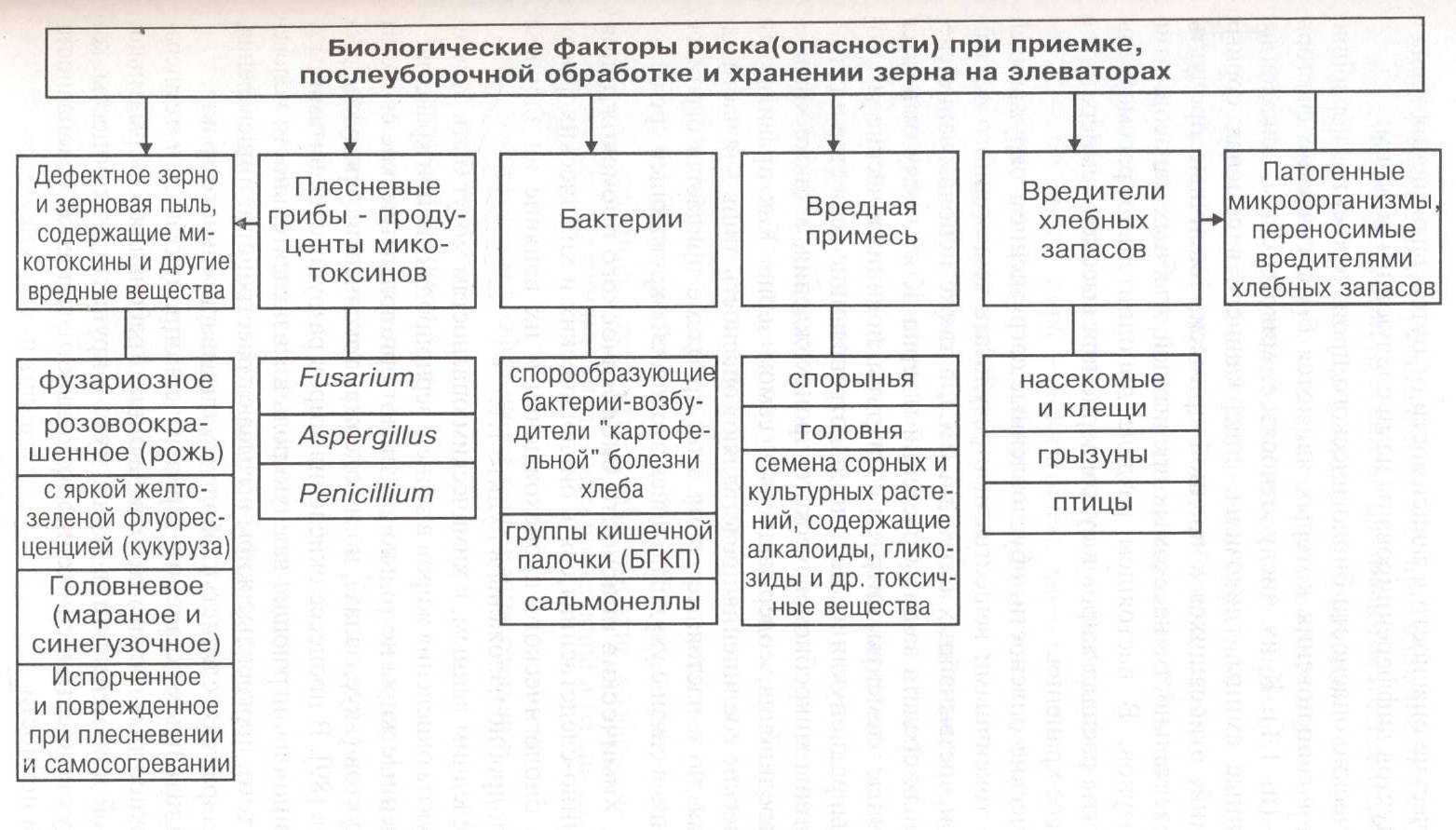


Рисунок 4. Биологические факторы риска

**1.2 Химические факторы риска**

Химические опасности, связанные с зерном, подобно биологическим, представляют серьезную угрозу для человека. Они могут стать причинами заболеваний основных жизненных органов; многие из них обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным и иммунодепрессивным действием.

Химические опасности в зависимости от путей загрязнения зерна и зернопродуктов дифференцированы нами следующим образом:

1. Химические опасности биологического происхождения, первопри-чиной возникновения которых являются биологические факторы риска. К их числу относятся: микотоксины; алкалоиды, биогенные амины, гликозиды, содержащиеся в семенах сорных растений, относящихся к вредной примеси; токсичные продукты жизнедеятельности насекомых-вредителей хлебных запасов, птиц и грызунов. В настоящем разделе дополнительно рассмотрены продукты распада жиров в сухом зерне при высокой температуре в процессе хранения.

2. Химические опасности, обусловленные загрязнением окружающей

среды токсичными-веществами в результате техногенного воздей-ствия и чрезвычайных ситуаций (ЧС), а также использование спе-циальных средств защиты растений и зерна. К их числу относятся токсичные элементы, нитраты и нитриты, полициклические углево-дороды, радионуклиды, пестициды, отравляющие вещества и газы.

3. Аллергены микробиологического происхождения, а также химиче-ские соединения, содержащиеся в самом зерне. Как правило, эти химические соединения представляют опасность лишь для части на-селения, но в настоящее время этой проблеме придается огромное значение в связи с ухудшающейся экологией окружающей среды.

**1.2.1** **Химические опасности биологического происхождения**

По последним данным, к химическим опасностям могут быть отнесе-ны и продукты окисления жиров в зерне и зернопродуктах при хранении.

Окисленные жиры не только ухудшают органолептические свойства зернопродуктов (вкус, запах), но и содержат токсические продукты рас-пада жиров. В процессе окисления жиров разрушаются витамины А и Е, каротиноиды, играющие важную роль в жизнедеятельности челове-ка. Кроме того, прогорклые жиры вызывают расстройство пищеварения, изжогу, раздражают слизистую оболочку пищеварительного тракта.

При длительном хранении зерна и зернопродуктов при темпера-турно-влажностных режимах, отвечающих требованиям нормативно-технической документации, в зерне, муке и крупах идут процессы, ко-торые могут привести к снижению их свежести, пищевой безопасности и товарной ценности.

Исследованиями установлено, что при влажности ниже 13,5% в зерне и зернопродуктах плесени не развиваются и изменения происхо-дят, в основном за счет окислительных процессов в самом зерне. Эти процессы, в первую очередь, затрагивают липидную фракцию зер-нопродуктов, их интенсивность находится в прямой зависимости от температуры окружающего воздуха и в обратной − от влажности про-дукта. Расщепление жиров идет до свободных жирных кислот, накоп-ление которых характеризует степень свежести и безопасности зерна и зернопродуктов.

Степень свежести зерна и зернопродуктов определяется величиной кислотного числа жира − показателем, характеризующим количество извлеченных из продукта свободных жирных кислот, выраженных в м/КОН на 1 жира или на 100 r продукта.

Таким образом, специалисты в области хранения зернопродуктов отмечают основные условия сохранения их свежести и безопасности:

— соблюдение температурно-влажностных условий хранения, преду-смотренных НТД;

— соблюдение сроков хранения, основанных на показателе КЧЖ (ки-слотного числа жира); зерно злаковых культур хорошего качества име-ет показатель кислотного числа жира не выше 20 мг КОН на 1 г жира.

Эти исследования приобретают особое значение в настоящее вре-мя, т. к. с введением новых более жестких гигиенических требований к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых про-дуктов (СанПин 2.3.2 1078.01) в России повысились требования не только к качеству и безопасности пищевых продуктов, но и к их свеже-сти, предотвращению возможности негативных изменений потреби-тельских свойств, связанных с условиями и продолжительностью хра-нения. Последнее обстоятельство нашло отражение в требованиях Гос-стандарта России об обязательном введении в нормативно-технические документы (ГОСТЫ, ТУ, инструкции) допустимых сроков хранения, которые гарантируют сохранение свежести продуктов питания.

**1.2.2 Химические опасности как следствие загрязнения окружающей среды и использования специальных средств защиты растений и зерна**

К этой группе химических опасностей в первую очередь относятся: токсичные элементы (тяжелые металлы), радионуклиды, пестициды, полициклические углеводороды, нитраты и нитриты и др., которые по-падают в зерно преимущественно через почву и воздух.

**Токсичные элементы**

Особое место среди химических элементов занимают такие, кото-рые в зависимости от концентрации в организме человека могут быть и полезны, и вредны — это свинец, кадмий, медь, никель, олово, сурьма, ртуть, фтор, мышьяк, хром, цинк. До недавнего времени эти элементы носили название «тяжелые металлы».

Согласно требованиям гигиенической безопасности, предъявляе-мым к пищевым продуктам в России, четыре из этих элементов при-знаны наиболее опасными и названы токсичными: свинец, ртуть, кад-мий и мышьяк.

Если сравнивать требования, предъявляемые к растительному сы-рью в нашей стране, с требованиями международных организаций, то можно отметить, что по нормированию свинца, ртути и мышьяка Россия находится на уровне требований ФАО/ВОЗ, нормативы по кадмию не-сколько превышают международные (0,10 и 0,07 мг/кг, соответственно).

Таблица 2- Содержание токсичных элементов в зерне различных культур, мг/кг (по данным ВНИИЗ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Свинец | | Кадмий | | Ртуть | | Мышьяк | |
| от-до | среднее | от-до | среднее | от-до | среднее | от-до | среднее |
| Пшеница | н/о-0,77 | 0,17 | н/о-0,12 | 0,035 | н/о-0,1 | 0,03 | н/о-0,04 | 0,01 |
| Рожь | н/о-0,33 | 0,15 | н/о-0,02 | 0,0006 | н/о-0,013 | 0,006 | н/о-0,1 | 0,007 |
| Рис | н/о-0,44 | 0,19 | н/о-0,17 | 0,06 | н/о-0,125 | 0,026 | 0,06-0,52 | 0,18 |
| Овес | 0,08-0,35 | 0,18 | н/о-0,04 | 0,а005 | н/о-0,025 | 0,01 | н/о-0,11 | 0,033 |
| Гречиха | 0,11-0,35 | 0,20 | н/о-0,04 | 0,02 | н/о-0,059 | 0,024 | н/о-0,062 | 0,01 |
| Кукуруза | н/о-0,55 | 0,11 | н/о-0,62 | 0,16 | н/о-0,037 | 0,0073 | н/о-0,069 | 0,06 |
| СанПиН 2.3.2.1078-01 | 0,5 | | 0,1 | | 0,03 | | 0,2 | |

Исследованиями, проведенными сотрудниками ВНИИЗ, установ-лено, что содержание токсичных элементов эффективно сиижается при переработке пшеницы в муку (в 2 − 3 раза).

**Пестициды**

Пестициды представляют собой многочисленные и разнообразные вещества, продукты химического синтеза, которые до настоящего вре-мени широко используются при защите растений и животных от вреди-телей, болезней и сорняков в поле, а также для защиты партий зерна в профилактических целях и в качестве истребительных мер борьбы с вредителями хлебных запасов и грызунами при его хранении.

Присутствие пестицидов в зерне до его приема на элеватор обу-словлено поступлением их из окружающей среды (воздуха, воды, пы-ли), а также применением их при производстве зерна.

Пестициды отличаются устойчивостью к химическим, физическим и прочим факторам воздействия и способностью оказывать отрица-тельное действие на здоровье человека и животных.

Пестициды поступают в организм через кожу, легкие или желу-дочно-кишечный тракт и могут приводить к летальному исходу. Мно-гие из них малотоксичны, тем не менее они опасны даже в небольших количествах в связи с возможностью мутагенного, тератогенного и канцерогенного действия на организм: такие пестициды, как ДДТ и ртутьорганические соединения, имеют тенденцию накапливаться в жи-вых организмах. В некоторых случаях пестициды не только накапли-ваются в организме в количестве большем, чем в окружающей среде, но их концентрация возрастает по мере продвижения по пищевым це-пям. Это явление называют эффектом биологического усиления.

ДДТ служит примером биологически усиливающегося пестицида. Когда в организм животного попадает ДДТ − с водой, с остатками об-работанных растений или насекомыми, которые питались такими рас-тениями, он концентрируется в жировых тканях, преимущественно в печени, сердце и нервной системе. Из жировых тканей ДДТ выводится очень медленно.

ДДТ и пестициды, содержащие мышьяк, свинец или ртуть, относят-ся к группе устойчивых к воздействию солнца или почвенных бактерий, что приводит к длительному сохранению пестицидов в почве и в куль-турных растениях. Только через 20 лет половина первоначально использованного ДДТ разложится до простых соединений. Устойчи-вость ДДТ способствовала его накоплению в пищевых цепях, что оказа-ло губительное действие на их концевые звенья. Когда в США концен-трация ДДТ в молоке кормящих матерей в результате передачи этого вещества через пищевые цепи достигла уровня в 4 раза выше предельно допустимого, применение ДДТ было запрещено. Далее ДДТ был запре-щен в Новой Зеландии, СССР, Венгрии, Швеции, Дании, Финляндии и других странах. Экспериментально было установлено, что ДДТ может вызвать генетические изменения в человеческом организме.

Таким образом, пестициды создают опасность косвенного (через миграционные, пищевые цепи) влияния на здоровье человека и его на-следственный аппарат.

По данным ИСО, содержание ДДТ в зерновых не должно превы-шать 0,2 мг/кг, в России содержание ДДТ в зерновых допускается не более 0,02 мг/кг, а ГХЦГ − 0,01 мг/кг.

**Радионуклиды**

Содержание радионуклидов является одним из важнейших показа-телей безопасности пищевых продуктов, в т. ч. выработанных из зерна.

Пока существует ядерное оружие и ядерная энергетика, проблемы радиоактивного загрязнения зерна и его последующей дезактивации в ходе очистки и переработки будут чрезвычайно актуальны.

Опасность внутреннего облучения обусловлена попаданием и на-коплением радионуклидов в организме через продукты питания. Био-логические эффекты такого воздействия радиоактивных веществ ана-логичны внешнему облучению.

Разработаны рекомендации, которые позволяют определить целевое использование в зависимости от степени загрязнения зерна и устанав-ливают порядок ведения радиационного контроля зерна и зернопродук-тов на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях. При этом в условиях чрезвычайных ситуаций максимально эффективно ис-пользуются зерновые ресурсы и обеспечивается производство пищевых зернопродуктов, по содержанию радионуклидов соответствующих до-пустимым уровням, установленным действующими нормативными до-кументами (НРБ-99, СанПиН). Это обеспечивает выполнение требова-ний Закона РФ «О радиационной безопасности населения».

**Нитраты и нитриты**.

Нитраты и нитриты широко распространены в окружающей среде, главным образом в почве и в воде. Наряду с нитратами в почве содер-жится другой минеральный источник азота − аммоний, который адсор-бируется почвой и нитрифицируется. Весь нитратный азот находится в почве в растворе, легко подвижен и доступен для растений.

Концентрация нитратов в растениях колеблется от нескольких до тысяч мг. Это зависит от многих факторов, среди которых определяю-щим является увеличение нитратов в почве за счет интенсификации процесса нитрификации или в связи с неконтролируемым использова-нием азотных удобрений. Последний фактор является основным.

Нитраты относят к числу опасных химических веществ с точки зре-ния загрязнения продуктов питания и влияния на здоровье населения.

По мере хранения пищевых продуктов в них может возрастать со-держание нитритов. Это связано с развитием микрофлоры, способной восстанавливать нитраты. Восстанавливающими свойствами обладает В. subtilis и другие организмы.

Наряду с клиническими проявлениями интоксикации (обильное по-тение, синюшность кожи, одышка, головокружение) хроническое воз-действие нитритов приводит к снижению содержания в организме ви-таминов А, Е, С, B1, В6. С этим связывают снижение устойчивости ор-ганизма к воздействию различных факторов, в том числе онкогенных.

Нитраты, в отличие от нитритов, не являются метгемоглобинооб-разователями и не обладают выраженной токсичностью. Главной при-чиной острой интоксикации является восстановление нитратов в нит-риты, что может протекать в пищевых продуктах или пищеваритель-ном тракте.

Для снижения уровня загрязнения пищевых продуктов нитратами и нитритами важное значение имеет квалифицированная работа агрохими-ческой службы, соблюдение имеющихся правил и ведомственной НТД.

**Аллергены**

Пищевые продукты и ингредиенты, вызывающие аллергию, пред-ставляют опасность для здоровья только отдельной категории людей, в то время как для большинства − они абсолютно безвредны. Аллергиче-ская реакция возникает в организме в ответ на чужеродный белок. Не-большое количество чужеродного белка поступает в систему кровооб-ращения, взаимодействует с определенными компонентами иммунной системы и вызывает ответную аллергическую реакцию.

Сотни видов микроскопических грибов, присутствующих на зерне и поражающих его в поле и при хранении, также могут вызывать гриб-ковую или микогенную аллергию.

Широкое распространение аллергических заболеваний среди насе-ления земного шара, в том числе и России, является основанием для серьезного рассмотрения риска для здоровья, связанного с поражением зерна и зернопродуктов аллергенными микроскопическими грибами, численность которых иногда достигает сотен миллионов в одном грамме зерна.

Наиболее часто аллергенные формы встречаются в родах Aspergil-lus, Penicillium, Mucor, Rhizopus, Alternaria, Cladosporium, Fusarium,являющихся типичными представителями микофлоры зерна и перехо-дящих в продукты его переработки.

Аллергенами грибов могут быть следующие вещества:

− белки теплового шока;

− ферменты;

− галактозамины и полисахариды клеточных стенок грибов;

− гликопротеины и протеогликаны.

Среди хлебных злаков наиболее высокое содержание алкилрезорцинов отмечено в зерне ржи – 30,3−50,8 мг% в зерне пшеницы – 18,2−22,5 мг% в тритикале – 16,0−30,3 мг%. В оболочках и переферийных частях зерна алкилрезорцинолов содержится больше, чем в эндосперме. В настоящие время во многих странах начата селекция сортов ржи с низким содержанием алкилрезорцинолов в зерне.

**1.3 Физические факторы риска**

Подход к зерновой массе как сложной экологической системе, все биологические компоненты которой в разной степени зависимы от воздействия физических факторов, позволил создать научные основы хранения зерна.

К физическим факторам риска при послеуборочной обработке и хранении зерна, оказывающим огромное влияние на его безопасность и качество, следует отнести внешние и внутренние факторы, от которых зависит жизнедеятельность всех биологических компонентов зерновой массы. К их числу в первую очередь относятся влажность и температу-ра зерна, относительная влажность и температура окружающего возду-ха и его состав; так называемые «посторонние» примеси − металличе-ские, сколы бетона, стекло, сорная органическая и минеральная при-месь; целостность зерновки (механическое травмирование зерна) и т. д.

Физические факторы риска присутствуют практически на всех эта-пах обработки и хранения зерна. Систематический контроль и управ-ление этими факторами на различных этапах производственного про-цесса дает возможность получать партии высококачественного и безо-пасного для потребителей зернового сырья.

Анализ данных отечественных и зарубежных исследователей о природном распространении микотоксинов в наиболее широко потреб-ляемых растительных продуктах показывает, что чаще всего их при-сутствие обусловлено процессами микробиологической порчи, вызван-ной физическими факторами риска.

**Влажность и температура зерна и воздуха**.

Сохранность и экологическая безопасность зерна при хранении ре-гулируются в основном его влажностью и температурой.

Воздействие этих факторов зависит как от природных условий (почвенно-климатических и агротехнологических характеристик зоны, биологических особенностей культур), так и от технологически регу-лируемых условий возделывания, уборки и хранения зернового сырья.

Увеличение влажности хранящегося зерна приводит к резкому росту микроорганизмов, преимущественно плесневых грибов. В ре-зультате в десятки тысяч раз нарастает интенсивность дыхания, что ухудшает сохранность, качество и безопасность зерновой массы.

Даже временное увлажнение зерна чревато последующим ухудше-нием его сохранности, что связано с активацией жизнедеятельности микроорганизмов и самого зерна. Зерно, увлажненное дождями при уборке или во время транспортирования, даже после высушивания об-ладает в дальнейшем повышенной интенсивностью дыхания по срав-нению с зерном той же влажности, но не подвергавшимся увлажнению. Аналогично ведет себя зерно, прошедшее начальную стадию прораста-ния на корню, в снопах и ворохе.

Несомненно, что основной причиной дыхательной активности зер-новой массы при хранении являются микробиологические процессы.

Испорченные микроорганизмами зерна дышали в 2 − 3 раза интен-сивнее внешне здоровых. Поскольку такие зерна нежизнеспособны, мы имеем дело с дыханием микробов, вызвавших порчу зерна. Но даже во внешне нормальном зерне, прошедшем период послеуборочного дозре-вания, дыхание обусловлено преимущественно жизнедеятельностью микроорганизмов. Это доказывает вариант со стерилизованным зер-ном, зараженным микроорганизмами зерновой пыли, интенсивность дыхания в котором аналогична внешне здоровому зерну.

Общеизвестны основные отрицательные последствия активных микробиологических процессов в зерновой массе, протекающих при повышенных влажности и температуре. Это − потери сухого вещества, ухудшение мукомольных, хлебопекарных, пищевых, семенных и дру-гих качеств зерна.

Поскольку зерно при самосогревании находится в условиях повы-шенной температуры, необходимо учитывать отрицательное действие этого фактора на его качество. Повреждающий эффект зависит как от величины температуры, так и от продолжительности ее воздействия на зерно. Поэтому даже умеренные температуры, действующие на протя-жении десятков суток, могут вызывать отрицательные явления в зерне, аналогичные тем, которые возникают при высоких температурах во время сушки.

Природа таких явлений − необратимое изменение ферментативных систем зерна, приводящее к потере его жизнеспособности. Наряду с термической инактивацией ферментов происходит денатурация других белков, в том числе клейковинных, что выражается в снижении их рас-творимости, уменьшении выхода сырой клейковины и ее укреплении. Все это вызывает ухудшение хлебопекарных свойств и питательной ценности зерна.

**Целостность зерновки**

При уборке урожая, транспортировке его на элеватор и в ходе дальнейшего производственного процесса отмечается травмирование зерна.

В системе послеуборочной обработки при обмолоте и транспорти-ровании зерна автомашинами, конвейерами, нориями, самотеками ос-новная опасность для зерна также связана с его травмированием. При низкой влажности зерна преобладает травмирование в виде дробления и отделения зародыша, а при повышении влажности возрастает коли-чество повреждений оболочек, зародыша и эндосперма.

Покровы здоровых целых зерен и семян, не подвергавшихся меха-ническим воздействиям, состоят из мертвых клеток эпидермиса и ку-тикулы, содержащих главным образом клетчатку и восковидные веще-ства. Эти покровные ткани ограничивают развитие всех микроорганиз-мов, не способных разрушать клетчатку. Существенную защитную роль играют и жизненные функции самого зерна.

Микроорганизмы в зерновой массе наиболее энергично развивают-ся прежде всего на битых, поврежденных и потерявших жизнеспособ-ность зернах.

Установлено, что в первую очередь портится зерно с поврежден-ной оболочкой и шелушенное. Исследования показали влияние меха-нических повреждений зерна пшеницы и кукурузы на развитие микрофлоры.

Первоочередное развитие микроорганизмов на поврежденных зер-нах облегчает в дальнейшем их переход на целые здоровые зерна. На таких зернах наиболее уязвимой частью является зародыш, который у зерна многих культур оказывается менее защищенным оболочкой.

Исследования последних лет показали, что существует прямая связь между степенью травмирования зерна и накоплением АТ. Так, в зерновках риса, выделенных из колосьев вручную, даже при влажности 18 − 20% не накапливались АТ. Полученные при уборке комбайном ше-лушенные (обрушенные) зерна уже на третьи сутки содержали АТ. Ус-тановлено, что при повышении содержания обрушенных зерен риса ско-рость накопления АТ существенно возрастала. Травмированные и об-рушенные зерна риса по содержанию АТ в сотни раз превосходили цельное зерно из той же партии.

Приведенные данные еще раз убеждают в необходимости предупреждения механического травмирования зерен, ухудшающих ее сохранность и безопасность.

**Засоренность зерна**

В свежеубранной зерновой массе большая часть примесей органи-ческого происхождения (вегетативные части растений и семена сорня-ков) имеют влажность нередко на 5 − 40% выше, чем зерно основной культуры. Что касается минеральных примесей (пыль, частицы почвы и т. д.), то насыщенность их микроорганизмами обычно бывает в сотни и тысячи раз больше по сравнению с содержанием микроорганизмов на поверхности зерна.

При прочих равных условиях качество и сохранность зерна, со-держащего семена сорных растений, пыль, щуплое и битое зерно, зна-чительно ниже по сравнению с очищенным зерном.

Из приведенных в табл. 3 данных следует, что для создания ус-ловий безопасного хранения убранного зерна и снижения риска обра-зования микотоксинов важно как можно быстрее удалить пыль и при-меси даже из партий с пониженной влажностью.

Таблица 3- Интенсивность дыхания основного зерна и семян сорных растений и свежеубранной зерновой массе пшеницы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Влажность зерновой массы, % | Интенсивность дыхания, мг CO2 на 100 г. сухого вещества за 24часа | | | Во сколько раз интенсивность дыхания примесей больше интенсивности дыхания основного зерна |
| зерновой массы | основного зерна | сорной примеси |
| 14,5  15,7  16,4  17,1 | 1,8  2,9  13,7  25,9 | 1,2  1,8  4,0  9,8 | 48,0  32,8  61,2  153,4 | 40  18  15  14 |

По данным ВНИИЗ и КФ ВНИИЗ, при первичной очистке свеже-убранной кукурузы значительная часть содержащегося в ней ЗИ удаля-лась с отходами. содержащими до 17,7 мг/кг микотоксина. Концентра-ция 31-1 в зерне снижалась с 4,95 до 1,63 мг/кг (табл. 4).

Таблица 4- Влияние первичной очистки зерна кукурузы на содержание зеараленона

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Время отбора пробы в течение суток, часы | Уровень загрязнения зеараленоном, мг/кг | | |
| Зерновая масса после обмолота | Зерно после сепаратора | Отходы (сход подсевного сита сепаратора) |
| 7-8  8-9  9-10  10-11  12-13  13-14  15-16  19-20 | 2,13  4,13  8,42  4,13  8,59  2,13  8,51  1,56 | 1,42  2,00  1,42  1,42  1,42  1,42  2,51  1,42 | 5,76  10,64  15,96  10,64  17,76  6,38  10,64  6,38 |

Таким образом, наиболее реальным и аффективным способом борьбы с потерями и загрязнением зерна и зернопродуктов микотокси-нами и другими токсичными веществами биологического происхожде-ния является контроль и управление физическими факторами риска (опасностями), к числу которых относятся влажность, температура, за-соренность зерна, целостность зерновки.

**Заключение**

Таким образом было установлено, что при совместном воздействии исследованные факторы по степени влияния на безопасные сроки хра-нения зерна располагаются следующим образом (в убывающем поряд-ке):

- влажность зерна;

- температура зерна;

- содержание щуплых битых и обрушенных зерен.

В результате анализа биологических, химических и физических факторов риска (опасностей) при приемке и хранении зерна разработана их клас-сификация (приложение 1).

На основании этой классификации целесообразна корректировка стратегии защиты и управления качеством и безопасно-стью зерна на всех этапах его производства, хранения и переработки.

Следует подчеркнуть, что при хранении зерна на элеваторах по-тенциальную опасность в зерновом сырье представляют биологиче-ские его компоненты, такие как дефектное токсичное зерно основной культуры, микроорганизмы (токсинообразующие плесневые грибы и порообразующие бактерии − возбудители «картофельной» болезни хлеба), вредные примеси, вредители хлебных запасов.

Из всего многообразия химических факторов риска наибольшее значение имеют:

− микотоксины − продукты жизнедеятельности плесневых грибов, количество которых зависит от таких физических факторов риска, как влажность, температура зерна и окружающей среды, а также целостность зерновки. Загрязнение зерна микотоксинами частично ограничивается регламентированием содержания испорченных и фу-зариозных зерен, а также запретом к приемке зерна в греющемся со-стоянии, с несвойственным кондиционному зерну цветом и запахом;

− загрязнение зерна продуктами жизнедеятельности вредителей хлебных запасов (насекомых, клещей, мышевидных грызунов и зерноядных птиц), для борьбы с которыми разработана система профилактических мер и истребительных технологий; возможное загрязнение зерна в исключительных случаях бензапи-реном в результате неполного сгорания топлива; избыточное содержание пестицидов в зерне после его дезинсекции.

**Литература**

1. Гордеев А. В., Бутковский В. А. Россия – зерновая держава. Издание 2-е, перераб. и дополн. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 471с.

2. Закладной Г.А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей. – М.: Колос, 1983.

3. Закладной Г.А. Безопасность при дезинсекции на предприятиях по хранению и переработки зерна // Хлебопродукты. – 2006. – № 4.

4. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия дефективного зерна и пути его использования. – М.: Наука, 1979. – 152с.

5. Казаков Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства. – М.: Колос. – 1983. – 152с.

6. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 368.

7. Мачихина Л.И., Львова Л.С., Кизленко О.И. Микробиологические аспекты сохранности зерна и зернопродуктов // Хлебопродукты. – 2005. – №10. – С.49 – 51; №11. – 36 – 39.

8. Мачихина Л.И., Львова Л.С., Алексеева Л.В. Повреждение зерна на поле и при хранении // Комбикорма. – 2006. – № 3. – С. 65 – 67.

9. Мачихина Л.И., Алексеева Л.В., Львова Л.С. Составляющие системы хранения зерна // Комбикорма. – 2006. – №7. – С. 55 – 57.

10. Мачихина Л.И., Алексеева Л.В., Львова Л.С. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка). – М.: ДеЛи принт, 2007. – 382 с.

11. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: Учебник. – Новосибирск: Изд. Сибирского университета, 2005. – 522 с.

12. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. – М.: Агропрограмисдат,1986. – 352 с

13. Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты / Пер. с англ.; под общ. ред. Н.П. Черняева. – СПб: Профессия, 2006. – 336с. – (Серия: Научные основы и технологии).

**Приложение**

