

Н.В. Трегубова
Р.Х. Кочкаров
А.В. Моргунова
Н.А. Дрижд
Э.К. Динаев



БИОПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ТОВАРОВ



Учебное пособие



Ставрополь, 2019

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КООПЕРАЦИИ,
ЭКОНОМИКИ И ПРАВА»
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ КООПЕРАЦИИ (филиал)
Кафедра товароведения и технологии общественного питания

**Н.В. Трегубова, Р.Х. Кочкаров, А.В. Моргунова,
Н.А. Дрижд, Э.К. Динаев**

БИОПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ТОВАРОВ

Учебное пособие

по дисциплине «Основы микробиологии
и биоповреждаемости товаров»

для студентов специальности
38.02.05 «Товароведение и экспертиза качества
потребительских товаров»

Ставрополь, 2019

УДК 579.6:658.786.1
ББК 28.087:65.422.5
Б63

Рецензенты:

Ожередова Надежда Аркадьевна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой эпизоотологии и микробиологии ФГБОУ ВО Ставропольского государственного аграрного университета
Садовой Владимир Всеволодович, доктор технических наук, профессор кафедры товароведения и технологии общественного питания Ставропольского института кооперации (филиал) БУКЭП

**Трегубова Н.В., Кочкаров Р.Х., Моргунова А.В.,
Дрижд Н.А., Динаев Э.К.**

Б63 **Биоповреждаемость товаров:** учебное пособие / Н.В. Трегубова, Р.Х. Кочкаров, А.В. Моргунова, Н.А. Дрижд, Э.К. Динаев. – Ставрополь: Издательско-информационный центр «Фабула», 2019. – 100 с.

ISBN 978-5-91903-205-2

В учебном пособии рассмотрены вопросы, связанные с изучением биоповреждений непродовольственных товаров. Подробно рассмотрены аспекты повреждаемости сырья, материалов и изделий микроорганизмами, насекомыми, грызунами и птицами, а также биоповреждение в водных средах.

Издание призвано расширить и модернизировать содержание курса по дисциплине: «Основы микробиологии и биоповреждаемости товаров». Предназначено для самостоятельной работы студентов обучающихся по специальности 38.02.05 «Товароведение и экспертиза качества потребительских товаров».

УДК 579.6:658.786.1
ББК 28.087:65.422.5

ISBN 978-5-91903-205-2

© Трегубова Н.В., 2019
© Кочкаров Р.Х., 2019
© Моргунова А.В., 2019
© Дрижд Н.А., 2019
© Динаев Э.К., 2019
© ООО «ИИЦ «Фабула», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Тема 1. Систематизация и диагностика биоповреждений непродовольственных товаров.....	6
Тема 2. Факторы, влияющие на процессы биоповреждений.....	14
Тема 3. Микроорганизмы – агенты биоповреждений.....	32
Тема 4. Насекомые – разрушители материалов.....	43
Тема 5. Грызуны – разрушители материалов, изделий, сооружений.....	59
Тема 6. Птицы – источник биоповреждений.....	75
Тема 7. Биоповреждения в водных средах.....	81
Заключение.....	87
Список использованных источников.....	88
Приложения.....	94

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие техники, освоение необжитых территорий, активное градостроительство, создание новых материалов сделали проблему биоповреждений одной из наиболее актуальных и научно-практических проблем. Человек издавна боролся с обрастанием судов, с молями и кожеедами, с дереворазрушающими грибами, однако всё это составляло лишь ничтожную долю тех потерь, с которыми он столкнулся в наши дни, и тех усилий, которые он вынужден тратить на защиту от биоповреждений. Бактерии, грибы, лишайники, водоросли, высшие растения, простейшие, кишечнополостные, черви, моллюски, членистоногие, иглокожие, рыбы, птицы, млекопитающие – таков перечень групп, представители которых выступают в роли биоповреждающих агентов, нанося огромный ущерб хозяйству человека.

Мишенью биоповреждающего действия стали кирпичные и каменные здания и строительные сооружения, древесина и разнообразные изделия из неё, металл и металлические изделия, бумага, документы, фото архивы, библиотечные фонды, музейные ценности, краски, клеи, кожи, шерсть, одежда, обувь, стекло, силикаты, оптика, разнообразные пластмассы, полимеры, резины, радиоаппаратура и электрооборудование, дорожные покрытия, транспорт и многое другое. В одних случаях живые организмы разрушают материалы и изделия, в других – ухудшают их технологические характеристики и свойства, в-третьих, – затрудняют нормальную работу.

Однако защита материалов и изделий от биоповреждений – это только одна сторона проблемы, один круг задач. А нельзя ли биоповреждающих агентов заставить работать на человека? В наше время планета всё более «захламляется» старыми изделиями и материалами, и нам всё труднее избавляться от них. Биоразрушение – новое перспективное направление в проблеме биоповреждений, изучающее возможности живых организмов именно с этой точки зрения.

Что означает решение проблем защиты от биоповреждений для народного хозяйства нашей страны? Это прежде всего повышение ресурсов эксплуатируемой техники, изделий, лучшая сохранность промышленных сооружений, памятников культуры. Это экономия материалов, а следовательно, экономия сырья, более рациональное его использование. Защищая изделия из древесины от биоповреждений, мы сохраняем наши леса, а значит, улучшаем нашу среду.

Широкий круг специалистов – биологи, химики, материаловеды, технологи, товароведы и другие участвуют в решении проблемы биоповреждений. Подготовка товароведов предполагает всестороннее изучение факторов, влияющих на формирование и сохранение качества товаров. Биоповреждения рассматриваются как один из таких факторов.

ТЕМА 1. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА БИОПОВРЕЖДЕНИЙ НЕПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

Воздействие живых организмов на промышленное сырьё, материалы и изделия может существенно изменить их потребительские свойства, снизить качество, а в ряде случаев привести к полному их разрушению.

Свойства сырья, материалов и изделий, в том числе и потребительские, могут изменяться при хранении, эксплуатации, иногда и при производстве под воздействием физико-химических, механических и биологических факторов, вызывающих соответствующие повреждения (физико-химические, механические, биологические).

Эти повреждения возникают параллельно или последовательно, усиливая друг друга.

Нет сомнений в том, что при любых нарушениях режимов хранения, тем более при аварийных ситуациях (например, подмочка), в конечном счёте, преобладающим и завершающим процессом является биологическое повреждение.

Согласно нормативным документам, понятие *биоповреждение* определяется как повреждение материалов, сырья и изделий под воздействием биологического фактора (ГОСТ 9.102-91 ЕСЗКС. Воздействие биологических факторов на технические объекты. Термины и определения).

Биологический фактор (биофактор) – это организмы или сообщества организмов, вызывающие нарушение работоспособного состояния объекта.

Однако формулировки, представленные в стандарте, не отражают ещё одну сторону влияния биоповреждений промышленных товаров на одно из важнейших потребительских свойств – безопасность.

Безопасность – это отсутствие риска для жизни, здоровья и имущества потребителей при эксплуатации или потреблении товаров.

Выделяют санитарно-гигиеническую безопасность, которая означает отсутствие недопустимого риска, который может возникнуть при разного рода биоповреждениях потребительских товаров и которые, в свою очередь, могут не только привести к потере имущества, но также могут быть опасными для здоровья потребителей.

Особенно это касается, например, косметических товаров или же загрязнения товаров болезнетворными микроорганизмами.

Однако не только болезнетворные микроорганизмы могут быть опасны для здоровья потребителей. Например, на некоторых текстильных предприятиях выявлены случаи заболевания рабочих прядильно-приготовительных участков из-за выделения в воздушную среду большого количества частичек пыли с сапрофитными микроорганизмами от биозаражённого хлопка.

При гигиенической оценке одежды, белья, обуви и т.д. на них определяют степень накопления микроорганизмов. Считается, что чем больше накопление микроорганизмов на белье и во внутреннем пространстве обуви (перчаточные, чулочно-носочные изделия, стельки), тем меньше их остается на поверхности кожи, так как эти изделия обладают высокой очистительной способностью. Выявлено, что обсемененность кожи при использовании одежды и белья из хлопка и вискозы в 2-3 раза меньше, чем при использовании белья из капрона.

Таким образом, биоповреждения тесно связаны с такими комплексными показателями качества товаров, как надежность, функциональность, эргономичность и т.д.

Объектами биоповреждения являются сооружения, изделия, материалы, сырьё, которые в процессе воздействия на них живых организмов теряют свои свойства.

Агентами биоповреждений являются живые организмы, атакующие сооружения, изделия, материалы и сырьё и вызывающие изменения их свойств (рис. 1).

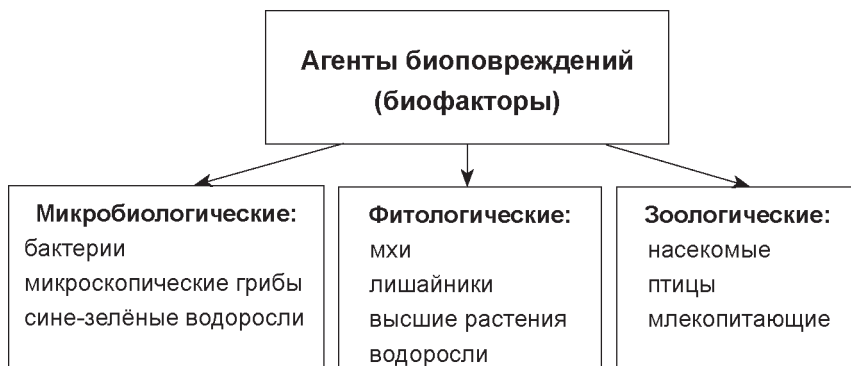


Рисунок 1 - Агенты биоповреждений (биофакторы)

В реальных условиях хранения и эксплуатации на непродовольственное сырье, материалы и изделия повреждающее воздействие оказывают микроорганизмы (бактерии, микроскопические грибы), насекомые (моли, жуки-кожееды, жуки-точильщики, термиты, тараканы) и млекопитающие (грызуны: крысы и мыши).

Стойкость к воздействию биологического фактора (биостойкость) – это свойство объекта сохранять значение показателей в пределах установленных нормативно-технической документацией в течение заданного времени в процессе или после воздействия биофактора. Этот термин применяется с указанием конкретного биофактора:

- бактериостойкость – стойкость к воздействию бактерий;
- грибостойкость – стойкость к воздействию грибов;
- стойкость к повреждению термитами;
- стойкость к повреждению молью;
- стойкость к повреждению грызунами;
- микробиологическая стойкость – устойчивость материалов при испытаниях на биостойкость в природных условиях.

Воздействие живых организмов на материалы может приводить к неблагоприятному или благоприятному для человека итогу. В первом случае речь идет о биоповреждении (англ. – biodeterioration),

во втором о биоразрушении (англ. - biodegradation) материалов, отслуживших свой срок и загрязняющих окружающую среду (рис. 2).

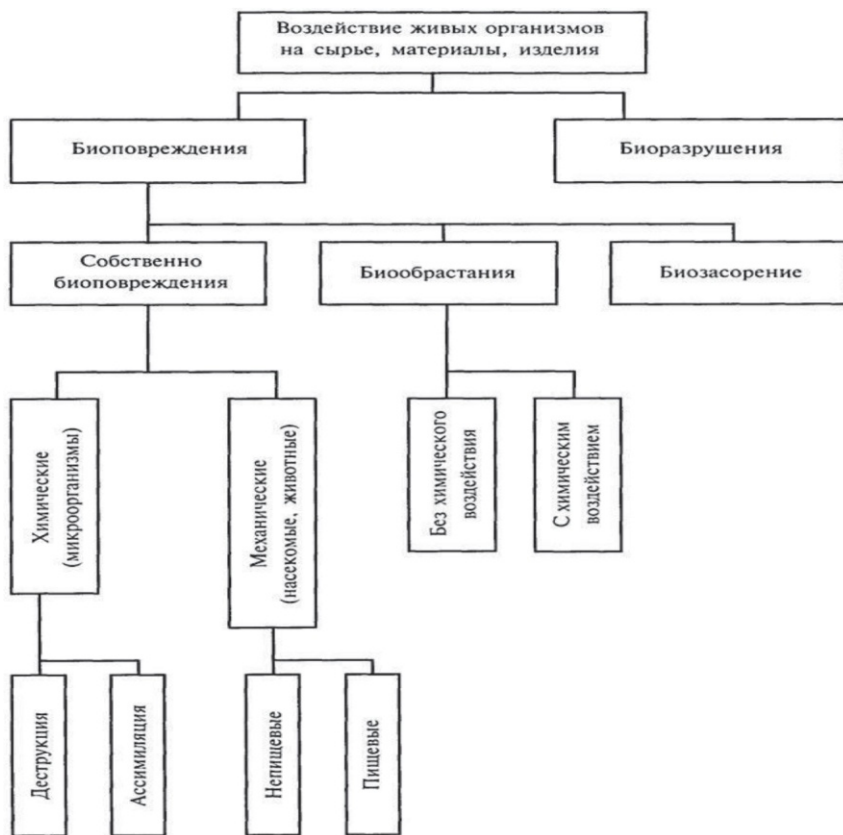


Рисунок 2 - Схема воздействия живых организмов на сырьё, материалы и изделия

Среди биоповреждений следует отметить собственно биоповреждения материалов, которые при всём многообразии живых организмов и способов их воздействия сводятся к химическим и механическим изменениям.

Микроорганизмы в данном случае оказывают на материалы, прежде всего химическое воздействие, а насекомые и животные наносят, как правило, механические повреждения.

Таким образом, собственно повреждения материалов живыми организмами можно свести к двум типам:

1) использование материала в качестве источника питания (в случае микроорганизмов речь идет об ассимиляции; в случае насекомых и грызунов говорят о «пищевых» повреждениях);

2) воздействие на материал, которое не связано с процессом питания и приводит к механическому или химическому разрушению материала (в случае микроорганизмов - это деструкция; в случае насекомых и грызунов – это «непищевые» повреждения).

Следует отметить, что из всех микроорганизмов микроскопические грибы могут способствовать и механическому разрушению материалов, которое происходит за счёт разрастания гиф мицелия гриба, развивающих высокое тургорное давление.

Одним из видов вредного воздействия живых организмов (в основном микроорганизмов и растений) на сырьё, материалы и изделия является *обрастание поверхности*. Оно может сопровождаться химическим воздействием на материал или происходить без него.

Третий вид воздействия биологического фактора – биозасорение. Биологическое засорение объекта (биозасорение) – состояние объекта, связанное с присутствием биофактора, после удаления которого восстанавливаются функциональные свойства объекта.

Таким образом, микроорганизмы, развивающиеся на материалах и субстратах, могут быть нескольких типов. Одни используют в качестве источника питания и энергии органические вещества самих материалов (ассимиляция). Другие развиваются за счёт использования метаболитов первых, однако они также могут вызывать повреждение материалов продуктами своей жизнедеятельности (деструкция). И, наконец, третьи микроорганизмы развиваются на поверхности материалов только за счёт пыли, минеральных и орга-

нических загрязнений, не затрагивая самого материала, и лишь вызывают его биозасорение.

Повреждения, наносимые насекомыми сырью, материалам и изделиям, могут носить пищевой или непищевой характер.

В большинстве случаев пищевые повреждения наносят личинки, обитающие внутри или на поверхности материала. Если изделия имеют удобные для поселения насекомых полости и отверстия, тогда возможно только внутреннее загрязнение изделия. Если насекомые, развивающиеся в полостях материала, используют его частицы для строительной деятельности, как, например, некоторые гусеницы моли при сооружении чехлика, то сам материал уже в некоторой степени повреждается. Наиболее характерным для насекомых-вредителей является использование материалов растительного и животного происхождения в пищу, причем вредители материалов растительного происхождения более разнообразны. Синтетические материалы повреждаются насекомыми при случайных контактах.

Среди живых организмов, повреждающих материалы, грызуны занимают особое положение, так как наносимые ими повреждения носят чаще всего непищевой характер и связаны с проявлением грызущей деятельности.

В результате воздействия живых организмов на сырьё, материалы и изделия в них возникают дефекты.

По степеням значимости различают дефекты критические, значительные и малозначительные.

Критические дефекты – несоответствие изделий установленным требованиям, которые могут нанести вред здоровью или имуществу потребителей или окружающей среде.

Значительные дефекты – влияют на свойства материалов, но не влияют на безопасность для потребителя или окружающей среды.

Малозначительные дефекты - не оказывают влияния на свойства изделий, в первую очередь, на назначение, надежность и безопасность. К ним, в частности, относится биозасорение.

В зависимости от наличия методов и средств обнаружения дефекты подразделяются на явные, для которых предусмотрены методы и средства обнаружения, и скрытые, для которых возможно применение специальных методов и средств обнаружения.

Для биоповреждений характерны именно скрытые дефекты, для обнаружения которых необходимо специальное оборудование.

В зависимости от наличия методов и средств устранения дефекты делят на устранимые и неустраиваемые.

Устранимые – дефекты, после устранения которых товар может быть использован по назначению. Такие дефекты характерны только для биозасорения.

Неустраиваемые – дефекты, которые невозможно или экономически невыгодно устранять. Например, при биоповреждении оптики прибор может быть восстановлен только после разборки и дополнительной шлифовки поверхности. В других случаях критические дефекты при биоповреждениях практически неустраиваемы.

Таким образом, при биоповреждении сырья, материалов и изделий происходит:

- изменение химических свойств в результате окисления или гидролиза компонентов материала: под действием микроорганизмов изменяется кислото- и щёлочестойкость, устойчивость к действию окислителей, восстановителей и органических растворителей;
- изменение физико-механических свойств материалов, например, потеря прочности древесины, резины, пластиков, тканей под действием микроорганизмов или продуктов их обмена веществ, набухание резины, потеря адгезии лакокрасочных покрытий;
- изменение оптических свойств, например, цвета, блеска, прозрачности, преломления света;
- ухудшение электрофизических свойств, например, снижение электроизоляционных свойств материалов;

- изменение органолептических свойств, например, появление дурного запаха при гниении, появление слизи на твердых поверхностях;
- потеря части материала вследствие его повреждения, например, грызунами или насекомыми.

ТЕМА 2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕССЫ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ

Развитие и жизнедеятельность микроорганизмов тесно связаны с условиями среды, в которой они обитают. Внешняя среда может стимулировать или подавлять рост биодеструкторов.

При решении основных проблем, связанных с микробиологическими повреждениями материалов, большое значение имеет знание физиологии микроорганизмов.

Кислород и энергетический обмен у микроорганизмов. Синтез веществ клетки из поступивших в нее питательных веществ и многие другие процессы жизнедеятельности протекают с затратой энергии.

У автотрофов источником энергии служит либо видимый свет, либо энергия химических реакций, получаемая при окислении неорганических соединений (NH_3 , H_2S и др.).

Гетеротрофы получают энергию в процессе окисления органических соединений. Любое природное органическое вещество и многие синтетические могут быть использованы гетеротрофами.

В зависимости от возможности использования молекулярного кислорода в энергетических процессах, микроорганизмы делятся на две группы:

- *аэробы*, которые окисляют органические вещества с использованием молекулярного кислорода;
- *анаэробы*, не использующие кислород в энергетических процессах.

Многие аэробные микроорганизмы, к которым относятся грибы, некоторые виды дрожжей, многие бактерии, подобно высшим организмам (растения, животные), окисляют органические вещества полностью до углекислого газа и воды. Процесс этот называется дыханием.

Анаэробные микроорганизмы, к которым принадлежат многие бактерии и некоторые виды дрожжей, получают необходимую для жизнедеятельности энергию в процессе *брожения*.

Анаэробные микроорганизмы подразделяют на *облигатные*, или безусловные, анаэробы, для которых кислород не только не нужен, но и вреден, и *факультативные*, или условные, анаэробы, среди которых различают два типа. Одни лучше развиваются в анаэробных условиях, хотя могут жить в присутствии кислорода, но не способны его использовать (например, молочно-кислые бактерии). Другие факультативные анаэробы (например, дрожжи) способны в зависимости от условий развития переключаться с анаэробного на аэробный тип получения энергии.

Для аэробных микроорганизмов характерно приостановление жизнедеятельности при недостатке кислорода. Например, в результате нехватки кислорода дереворазрушающие и деревоокрашивающие грибы сравнительно быстро погибают в древесине при ее затоплении во время сплавов. На этом принципе основано предохранение древесины от загнивания методом дождевания.

Аэробы полезно используют примерно половину энергии и остальная теряется в виде тепла. Этим и объясняется явление самосогревания недостаточно просушенных кип хлопка, шерсти и других материалов, когда вследствие повышенной влажности в них обильно развиваются различные микроорганизмы. Такое самосогревание хлопка или шерсти может привести к их самовозгоранию.

У некоторых микроорганизмов наблюдается выделение неиспользованной энергии в форме световой. Такой способностью обладают некоторые бактерии и грибы. Свечение морской воды, гниющего дерева, рыбы объясняется присутствием в них светящихся микроорганизмов.

Кислотность среды. Реакция среды (рН), т.е. степень ее щелочности или кислотности оказывает большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов. Многие непродовольственные материалы (бумага, стекло, пергамент и др.) могут быть кислыми и щелочными в зависимости от их состава и назначения. Так, водная пленка, находящаяся всегда на поверхности стекла во влажной ат-

мосфере, в зависимости от химического состава стекол имеет рН от 5,5 до 9,0.

Величина рН среды влияет:

- на ионное состояние среды, следовательно, на доступность многих метаболитов и неорганических ионов для организма;
- активность ферментов, в связи с чем, может меняться биохимическая активность микробов;
- электрический заряд поверхности клетки, что обуславливает изменение проницаемости клетки для отдельных ионов;
- морфологию, например мицелия, на размножение и образование грибами пигментов.

Жизнедеятельность каждого вида микроорганизмов возможна при прочих благоприятных условиях лишь в более или менее определенных границах рН среды, выше и ниже которых она угнетается. Большинство бактерий лучше растёт в зоне рН = 6,8-7,3, т.е. в нейтральной или слабощелочной среде. За небольшим исключением, они не развиваются при рН ниже 4,0 и выше 9,0, но многие могут длительно сохранять жизнеспособность.

У гнилостных бактерий наибольшая протеолитическая активность проявляется при рН выше 7,0.

Для некоторых видов бактерий кислая среда более губительна, чем щелочная. Вегетативные клетки обычно менее устойчивы, чем споры. Особенно неблагоприятна кислая среда для гнилостных бактерий и бактерий, вызывающих пищевые отравления. Бактерии, которые в процессе жизнедеятельности образуют кислоту, более выносливы к снижению рН. Одни микроорганизмы, например молочно-кислые бактерии, при накоплении в среде известного количества кислоты постепенно погибают. Другие способны регулировать реакцию среды, образуя в таких условиях соответствующие вещества, которые либо подкисляют, либо подщелачивают среду, препятствуя сдвигу рН в сторону, неблагоприятную для их развития.

Мицелиальные грибы могут развиваться в широком диапазоне рН от 1,2 до 11,0. Споры грибов прорастают в более узком интервале рН по сравнению с мицелием.

Для большинства мицелиальных грибов и дрожжей наиболее благоприятна слабокислая среда с рН = 5,0-6,0. Например, оптимальный рост дереворазрушающих грибов наблюдается при рН = 3,0, тогда как верхняя граница их жизнедеятельности лежит в области рН = 7,0-7,5. Как правило, грибы испытывают угнетение, если рН отклоняется в ту или другую сторону от оптимума. Очень кислая и очень щелочная реакции среды токсичны для большинства грибов.

В большинстве случаев микроорганизмы изменяют рН среды, в которой они развиваются. В одних случаях это связано с потреблением определенных компонентов среды, в других - с образованием продуктов жизнедеятельности (органические кислоты, аммиак). Интенсивное потребление аниона NO_3^- из соли KNO_3 неизбежно приводит к подщелачиванию среды. Рост грибов на белоксодержащих субстратах (кожа, шерсть и др.) сопровождается сдвигом рН среды в щелочную сторону в результате образования аммиака. При выращивании некоторых грибов на субстратах, содержащих глюкозу, происходит снижение рН среды, так как в результате сбраживания глюкозы накапливаются органические кислоты, увеличивающие концентрацию водородных ионов. Подобный сдвиг рН в кислую сторону наблюдается при росте *Chaetomium globosum* и *Trichoderma viride* на среде, содержащей бумагу.

Неодинаковое отношение микроорганизмов к реакции среды является одной из причин наблюдаемой в природных условиях смены одних форм микроорганизмов другими. Зная реакцию различных микроорганизмов на рН среды и регулируя последнюю, можно подавлять или стимулировать их развитие, что имеет большое практическое значение.

До сих пор накоплено мало сведений о микроорганизмах, живущих как при высоких, так и при низких значениях рН, немного из-

вестно и о механизмах, обеспечивающих выживаемость в этих условиях. Однако возрастание загрязнения окружающей среды за счет промышленных вод, участвовавших «кислых» дождей, в будущем может привести к появлению новых местообитаний организмов, способных переносить подобного рода экстремальные условия. Это повлечет за собой и увеличение опасности микробного повреждения различных объектов.

Концентрация растворенных веществ в среде.

В природе микроорганизмы живут на субстратах с разнообразным содержанием растворенных веществ, а, следовательно, и с различным осмотическим давлением. Соответственно среде обитания у микроорганизмов изменяется и внутриклеточное осмотическое давление.

Нормальное развитие микроорганизма происходит, когда его внутриклеточное осмотическое давление несколько выше, чем давление в питательном субстрате. В этом случае в клетку извне поступает вода, цитоплазма плотно прилегает к стенке, слегка растягивая ее. Такое состояние клетки называют *тургорным*.

При попадании микроорганизма в субстрат с ничтожно малым содержанием веществ (например, в дистиллированную воду) наступает *плазмолиз* клетки – цитоплазма быстро переполняется водой и клеточная стенка разрывается.

Многие микроорганизмы весьма чувствительны даже к небольшому повышению концентрации веществ в среде. Превышение осмотического давления субстрата над внутриклеточным вызывает обезвоживание – *плазмолиз* клеток, при этом поступление в них питательных веществ приостанавливается. В плазмолизированном состоянии одни микроорганизмы могут длительно сохранять жизнеспособность, другие более или менее быстро погибают.

Большинство бактерий малочувствительны к концентрации NaCl в пределах 0,5-2%, но 3% содержание этого вещества в среде неблагоприятно действует на многие микроорганизмы.

При концентрации поваренной соли около 3-4% размножение многих гнилостных бактерий подавляется, а при концентрации NaCl 7-10% их размножение прекращается. Палочковидные гнилостные бактерии менее стойки, чем кокки.

Угнетающее воздействие соли на рост микроорганизмов обусловлено не только повышением осмотического давления, но и тем, что при высоких концентрациях в субстрате поваренная соль оказывает токсическое действие на микроорганизмы, подавляя процессы дыхания, нарушая функции клеточных мембран и др.

Химические вещества. Действие химических веществ на микроорганизмы может быть различным. Среди химических веществ могут быть такие, которые способны задерживать развитие микроорганизмов и даже вызывать их гибель.

Вещества, губительно действующие на микроорганизмы, называют *антисептиками*. Характер действия их разнообразен. Одни подавляют жизнедеятельность или задерживают размножение чувствительных к ним микробов; такое действие называют *бактериостатическим* (в отношении бактерий), или *фунгистатическим* (в отношении мицелиальных грибов). Другие вещества вызывают гибель микроорганизмов, оказывая на них *бактерицидное* или *фунгицидное* действие. В очень малых дозах многие химические яды оказывают даже благоприятное действие, стимулируя размножение или биохимическую активность микробов.

Чувствительность различных микроорганизмов к одному и тому же антисептику неодинакова. Споры устойчивее вегетативных клеток.

Из неорганических соединений наиболее сильнодействующими являются соли тяжелых металлов. Ионы некоторых тяжелых металлов, золота, меди и особенно серебра, присутствующие в растворах даже в ничтожно малых концентрациях, не поддающихся непосредственному определению, оказывают, тем не менее, губительное действие на микроорганизмы.

Бактерицидное действие проявляют многие окислители (хлор, йод, перекись водорода, марганцовокислый калий); минеральные кислоты (сернистая, борная, плавиковая).

Воздействуют на микроорганизмы сероводород, окись углерода, сернистый газ.

Многие органические соединения ядовиты для микробов. В различной степени губительно воздействие фенолов, альдегидов, особенно формальдегида, спиртов, некоторых органических кислот (салициловая, уксусная, бензойная, сорбиновая). Воздействие этих кислот связано, главным образом, не со снижением рН среды, а с проникновением в клетку недиссоциированных молекул этих кислот. Бактерицидным действием обладают эфирные масла, смолы, дубильные вещества, многие красители (бриллиантовая зелень, фуксин).

Механизм действия антисептиков различен. Многие из них повреждают клеточные стенки, нарушают проницаемость цитоплазматической мембраны. Проникая в клетку, они вступают во взаимодействие с теми или иными ее компонентами, в результате чего значительно нарушаются обменные процессы. Соли тяжелых металлов, формалин, фенолы воздействуют на белки цитоплазмы и являются ядами для ферментов. Спирты, эфиры растворяют липиды клеточных мембран.

Антисептические вещества используют для защиты текстильных материалов, древесины, бумаги, изделий из нее и других материалов и объектов от микробных поражений.

Физические факторы

Среди физических факторов окружающей среды, определяющих жизнедеятельность микроорганизмов, наиболее важными являются влажность, температура, освещенность и некоторые другие. Воздействие физических факторов на грибы определяется многими причинами, в том числе климатическими условиями, условиями хранения и эксплуатации материалов.

Задача состоит в том, чтобы на основании знания физиологических особенностей микроорганизмов-биодеструкторов определять условия, препятствующие их росту, и сводить к минимуму являющийся нежелательным процесс деструкции субстрата.

Влажность среды. Влажность среды оказывает огромное влияние на развитие микроорганизмов. В клетках большинства микроорганизмов содержится до 75-85% воды, с которой в клетку поступают питательные вещества и удаляются из нее продукты жизнедеятельности.

Потребность во влаге у различных микроорганизмов колеблется в широких пределах. По величине минимальной потребности во влаге для роста различают следующие группы микроорганизмов: *гидрофиты* – влаголюбивые, *мезофиты* – средневлаголюбивые и *ксерофиты* – сухолюбивые. Преобладающее большинство бактерий – гидрофиты. Многие мицелиальные грибы и дрожжи мезофиты, но имеются гидрофиты и ксерофиты.

Для большинства грибов минимальный уровень относительной влажности воздуха равен 70%; для бактерий – 95%.

Относительная влажность воздуха изменяется в зависимости от температуры: с понижением температуры воздуха уменьшается его влагосодержание, и наоборот. Поэтому при снижении температуры в процессе хранения материалов имеющееся количество водяных паров в воздухе может оказаться выше предела его насыщения, что приводит к увлажнению поверхности материала и способствует развитию находящихся на нем микроорганизмов.

Любой субстрат (материал), способный к поглощению влаги, находится в состоянии влажностного равновесия с воздухом. Если влажность воздуха повышается, материал впитывает влагу, если уменьшается – отдает.

В настоящее время для большинства материалов не установлены точные границы их влажности, при которых наблюдается разрушающая деятельность микроорганизмов. Объясняется это тем, что до

сих пор простейшим способом измерения обводненности субстрата было определение в нем общего содержания воды (влагосодержание).

Влагосодержание – это суммарное количество воды в материале, выраженное в процентах от массы абсолютно сухого субстрата. Такое определение не дает представления о доступности данной воды для микроорганизмов, так как оно включает как связанную, так и свободную воду субстрата. Первая форма воды определяет свойства материала. Например, в бумаге она водородными связями прочно связана с волокнами и не может быть использована микроорганизмами. В связи с этим материалы одинакового влагосодержания, но разной доступности воды, при прочих одинаковых условиях будут повреждаться грибами неодинаково. Микроорганизмы могут использовать только свободную или слабосвязанную воду. Начало роста микроорганизмов на гигроскопичном материале происходит при таком его влагосодержании, когда появляется несвязанная вода. Древесина при влажности ниже точки насыщения волокна (30%) грибами не повреждается. Рост микроскопических грибов на бумаге происходит только после того, как общее влагосодержание бумаги достигнет 8-10%, так как при этом появляется капиллярная (свободная) вода. Считается, что минимальная влажность субстрата, при которой возможно развитие бактерий, составляет 20-30%, а для грибов – 13-15%.

Влажность материала при развитии на нем грибов обычно увеличивается. Увлажнение происходит за счет выделения воды как одного из конечных продуктов метаболизма. Известно, например, что *Serpula lacrymans* при разрушении 1 м³ древесины выделяет до 139 л воды, а при росте гриба *Coniophora puteana* исходная влажность образцов древесины, составляющая 6,75%, возрастает до 30-64%. Увлажнение материалов под влиянием грибов создает условия для заселения их новыми более влаголюбивыми видами.

Подбор определенного уровня относительной влажности воздуха, при котором происходит прекращение роста большинства

микроорганизмов, является одним из способов борьбы с повреждением материалов. Именно с этой целью применяют различные гидрофобизаторы (алкилсиликонаты натрия, полиалкилгидроксианы и др.). Образующиеся при этом химически связанные покрытия на материалах создают условия, отрицательно влияющие на рост микроорганизмов.

Температура среды. Температура среды – один из основных факторов, определяющих возможность и интенсивность развития микроорганизмов. Каждая группа микроорганизмов может развиваться лишь в определенных пределах температуры: для одних эти пределы узкие, для других – относительно широкие и исчисляются десятками градусов.

Рост микроорганизмов возможен в широком диапазоне температур. Гриб *Serpula lacrymans*, повреждающий лесоматериалы, не в состоянии расти, если температура ниже +8°C или выше +27°C, оптимальное развитие его наблюдается при температуре +23°C. Из слизи, образующейся на оборудовании бумажных фабрик, выделены грибы, растущие при температуре +60-62°C. В то же время, некоторые микроорганизмы обитают в холодных почвах тундры и в холодильных установках при – 6-8°C.

Из горных источников на склонах вулканов выделены бактерии, способные расти при температуре даже выше 100°C.

Минимальная и максимальная температура определяет границы, за которыми рост микроорганизмов не происходит, как бы долго ни продолжалась инкубация. Температура, при которой наблюдается максимальная скорость роста, считается оптимальной.

На основании температурного диапазона роста микроорганизмов их подразделяют на три большие группы: психрофилы, мезофилы и термофилы.

Психрофилы (от греч. психрос – холод) – холодолюбивые микроорганизмы, хорошо размножающиеся и проявляющие химическую активность при относительно низких температурах. Для них харак-

терны: температурный минимум от $-12-10^{\circ}\text{C}$ до 0°C , оптимум при $-10-15^{\circ}\text{C}$ и максимум-- около -30°C . К ним относятся, например, микроорганизмы, обитающие в почве полярных регионов, в северных морях.

Термофилы (от греч. термо – тепло) – теплолюбивые микроорганизмы, лучше всего развиваются при относительно высоких температурах. Температурный минимум для них составляет не ниже $+30^{\circ}\text{C}$, оптимум $+50-60^{\circ}\text{C}$, максимум около $+70-80^{\circ}\text{C}$. Из горячих водоисточников Камчатки выделена палочковидная неспорозная бактерия с температурным оптимумом $+70-80^{\circ}\text{C}$, которая оставалась жизнеспособной при температуре воды до $+90^{\circ}\text{C}$.

Термофилы встречаются в самонагревающихся скоплениях органических материалов (кипах шерсти и хлопка, кучах древесных стружек). Термофильные грибы являются причиной самовозгорания собранных в кучи древесных стружек, в результате чего ежегодно теряется значительная часть сырья для производства бумаги. К дополнительным экономическим потерям ведет изменение цвета стружек, удорожающее обработку и снижающее качество продукции.

Термофилы могут быть использованы для переработки отходов целлюлозы и превращения их в белок микроорганизмов, поскольку многие виды этих микроорганизмов обладают высокой целлюлазной активностью. Способность термофильных грибов использовать различные пластмассы в качестве единственного источника углерода может помочь в будущем решить вопрос борьбы с отходами городского хозяйства, содержащими пластмассы.

Мезофилы (от греч. мезос – средний, промежуточный) – микроорганизмы, для которых температурный минимум составляет около $+5-10^{\circ}\text{C}$, оптимум $+25-35^{\circ}\text{C}$, максимум $+45-50^{\circ}\text{C}$.

Большинство микроорганизмов, вызывающих повреждения материалов, относятся к мезофилам.

Температура оказывает прямое воздействие на географические области распространения микроорганизмов.

В качестве примера можно привести наиболее часто выделяемые с поврежденных материалов грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus*. Хотя среди пенициллов имеется много видов, встречающихся во всех широтах, в целом для рода *Penicillium* характерны более низкие оптимальные температуры, чем для рода *Aspergillus*. Для роста большинства видов рода аспергиллов оптимальные температуры лежат в пределах +30-35°C, для пенициллов – +25-30°C. Это обуславливает преобладание пенициллов в северных широтах, где они представлены большим разнообразием видов. В южных районах доминируют аспергиллы, оптимальный рост которых происходит при более высоких температурах. Пенициллы в почвах южных широт составляют небольшую долю среди других грибов, и видовой состав их значительно беднее.

Из приведенных примеров видно, что температура окружающей среды оказывает воздействие на качественный состав микроорганизмов-биодеструкторов, обнаруживаемых на поврежденных материалах. Преимущественное развитие получают те микроорганизмы, у которых температурный оптимум наиболее близок к окружающим условиям.

Отношение микроорганизмов к высоким температурам. Превышение температуры среды над оптимальной сказывается на микроорганизмах более неблагоприятно, чем ее понижение. Отношение различных микроорганизмов к температурам, превышающим максимальную для их развития, характеризует их *термоустойчивость*. У разных микроорганизмов она неодинакова. Температуры, превышающие максимальную, вызывают явление «теплового шока». При непродолжительном пребывании в таком состоянии клетки могут реактивироваться, а при длительном наступает их отмирание. Большинство беспоровых бактерий отмирают в течение 15-30 мин при нагревании во влажном состоянии до +60-70°C, а при нагревании до +80-100°C – в течение времени от нескольких секунд до 1-2 мин. Дрожжи и мицелиальные грибы погибают также довольно быстро при температуре +50-60°C.

Наиболее термоустойчивы бактериальные споры. У многих бактерий они способны выдерживать температуру кипения воды в течение нескольких часов. Во влажной среде споры бактерий гибнут при +120-130°C через 20-30 мин, а в сухом состоянии при +160-170°C – через 1-2 часа. Термоустойчивость спор различных бактерий неодинакова, особенно устойчивы споры термофильных бактерий.

Споры большинства дрожжей и плесеней, по сравнению со спорами бактерий, менее устойчивы к нагреванию и погибают довольно быстро при +65-80°C, но споры некоторых плесеней выдерживают кипячение. Однако не все клетки или споры даже одного вида микроорганизмов отмирают одновременно, среди них встречаются более и менее устойчивые.

Отмирание микроорганизмов при нагревании во влажной среде наступает вследствие происходящих необратимых изменений в клетке. Основными из них являются денатурация белков и нуклеиновых кислот клетки, а также инактивация ферментов и возможное повреждение цитоплазматической мембраны.

При воздействии на клетки «сухого жара» (без влаги) гибель происходит в результате активных окислительных процессов и нарушения клеточных структур.

На губительном действии высокой температуры основан один из важнейших и широко применяемых в микробиологической и медицинской практике приемов - стерилизация.

Отношение микроорганизмов к низким температурам. Холодоустойчивость различных микроорганизмов колеблется в широких пределах. При температуре среды ниже оптимальной снижается скорость размножения микроорганизмов и интенсивность их жизненных процессов.

Многие микроорганизмы не способны развиваться при температуре ниже нуля. Так, некоторые гнилостные бактерии не размножаются обычно при температуре ниже +4-5°C; температурный минимум многих грибов также лежит в пределах от +3-5°C. Известны микро-

организмы, еще более чувствительные к холоду, которые не растут уже при $+10^{\circ}\text{C}$, к ним относится, например, большинство болезнетворных бактерий. Некоторые микроорганизмы временно могут выдерживать очень низкие температуры. Кишечная и брюшнотифозная палочки в течение нескольких дней не погибают даже при температурах $-172-190^{\circ}\text{C}$. Споры бактерий сохраняют способность к прорастанию даже после 10-часового пребывания при -252°C (температура жидкого водорода). Некоторые мицелиальные грибы и дрожжи сохраняют жизнеспособность после воздействия температуры -190°C (температура жидкого воздуха) в течение нескольких дней, а споры мицелиальных грибов – в течение нескольких месяцев. В трупях мамонтов, пролежавших десятки тысяч лет в почве вечной мерзлоты, обнаружены жизнеспособные бактерии и их споры.

Несмотря на то, что при температурах ниже минимальной микробы не размножаются и активная жизнедеятельность их приостанавливается, многие из них неопределенно долгое время остаются жизнеспособными, переходя в *анабиотическое состояние*, т.е. состояние «скрытой жизни», подобное зимней спячке животных. При повышении температуры они вновь возвращаются к активной жизни. Некоторые микроорганизмы в таких условиях, однако, более или менее скоро погибают. Отмирание происходит значительно медленнее, чем под действием высоких температур.

Излучения. Микроорганизмы могут подвергаться воздействию различного вида излучений, к которым в первую очередь следует отнести воздействие сложного спектра солнечной радиации, электромагнитных волн, УФ-излучения, γ - и рентгеновского излучения, действия корпускулярных частиц высокой энергии (электронов, протонов, нейтронов и др.), вызывающих ионизацию или возбуждение атомов и молекул окружающей среды и веществ, из которых состоят микроорганизмы.

Солнечная радиация относится к факторам окружающей среды, которые оказывают существенное влияние на процессы жизнеде-

тельности микроорганизмов. Действие разных участков спектра солнечного излучения на грибы неодинаково: длинноволновое излучение приводит к активации тепловых рецепторов; ультрафиолетовые лучи вызывают мутагенный и летальный эффект; с видимым светом связаны все фотобиологические процессы (фотосинтез, фотозащитные и фотохимические).

Видимый свет солнца необходим только для фотосинтезирующих микробов, использующих световую энергию в процессе ассимиляции углекислого газа. Микроорганизмы, не способные к фотосинтезу, хорошо растут и в темноте. Прямые солнечные лучи губительны для микроорганизмов, даже рассеянный свет подавляет в той или иной мере их рост. Патогенные бактерии (за редким исключением) менее устойчивы к свету, чем сапрофитные.

Видимый свет может влиять на пигментообразование. Это объясняет тот факт, что при ярком освещении материалы подвергаются большей опасности появления нежелательных пигментных пятен, чем в условиях затененности.

Из всего спектра солнечного излучения наиболее опасны для микроорганизмов ультрафиолетовые лучи. Эффект воздействия УФ-излучения на микроорганизмы различен в зависимости от дозы облучения и его спектрального диапазона. Малые дозы оказывают стимулирующее действие. Большие дозы УФ-излучения оказывают мутагенное и летальное действие.

Частицы высокой энергии (электроны, нейтроны, протоны и др.), а также γ -лучи химически и биологически чрезвычайно активны.

Особенностью радиоактивных излучений является их способность вызывать ионизацию атомов и молекул, которая сопровождается разрушением молекулярных структур.

Микроорганизмы значительно более радиационно устойчивы, чем высшие организмы. Смертельная доза для них в сотни и тысячи раз выше, чем для животных и растений.

Эффективность действия ионизирующих излучений на микроорганизмы зависит от поглощенной дозы облучения и многих других факторов. Очень малые дозы активизируют некоторые жизненные процессы микроорганизмов, воздействуя на их ферментные системы. Они вызывают наследственные изменения свойств микробов, приводящие к появлению мутаций. С повышением дозы облучения обмен веществ нарушается значительно, наблюдаются различного рода патологические изменения клеток (лучевая болезнь), которые могут привести к их гибели.

Изучение реакции микроорганизмов на действие повышенного уровня радиации в окружающей среде имеет теоретическое и практическое значение. Дозы, оказывающие летальное действие на микроорганизмы, применяются для защиты материалов от микробиологической деструкции. Например, с помощью γ -лучей была простерилизована мумия фараона Рамзеса II, спину которой покрывал сплошной налет плесени (около 60 видов грибов). Этот метод, разработанный Центром ядерных исследований в Гренобле, сейчас успешно применяется для спасения многих художественных ценностей и археологических документов.

Биологические факторы

Разрушение материалов обычно происходит под действием не какой-либо одной группы микроорганизмов, а целого комплекса, включающего и бактерии, и грибы. Одна группа микроорганизмов своей деятельностью подготавливает субстрат для другой. При этом возникают новые связи между отдельными микроорганизмами, постоянно формируются взаимосвязанные ассоциации, обеспечивающие выживание и адаптацию каждого вида в отдельности. Этот процесс очень сложный и обусловлен множеством факторов, среди них важнейшее значение имеет субстрат, на котором происходит формирование таких новых, функционально взаимосвязанных единиц, как микробная ассоциация или биоценоз.

В процессе эволюции возникли и сформировались различные типы взаимоотношений между микроорганизмами, адаптировавшимися к совместному существованию – *симбиозу*. Наблюдаются разные виды симбиоза: мутуализм – сожительство благоприятно для обоих симбионтов, совместно они развиваются даже лучше, чем каждый в отдельности; синергизм – содружественное действие двух или нескольких видов, когда при их совместном развитии усиливаются отдельные физиологические функции, например повышается синтез определенных веществ; метабиоз – явление, когда один из симбионтов живет за счет продуктов жизнедеятельности другого, не причиняя ему вреда. Например, расщепляющие белки микроорганизмы создают среду для развития других микроорганизмов, которые способны использовать только продукты распада белка; паразитизм - вид сожительства микроорганизмов, когда пользу получает только один из партнеров, принося вред, вплоть до гибели, своему сожителю. Паразитами являются возбудители инфекционных заболеваний людей и животных; антагонизм – явление, когда один вид микроорганизмов угнетает или приостанавливает развитие другого, либо даже вызывает его гибель.

Антагонистические взаимоотношения в мире микробов являются одним из важных факторов, обуславливающих состав микрофлоры природных субстратов. Во многих случаях антагонистические взаимоотношения определяются неблагоприятным воздействием продуктов жизнедеятельности одного вида на другой.

Во многих случаях губительное действие микробов-антагонистов связано с выделением ими в среду специфических биологически активных химических веществ. Эти вещества названы антибиотиками. Микроорганизмы, выделяющие антибиотики, широко распространены в природе. Этой способностью обладают многие грибы, бактерии. Некоторые микроорганизмы образуют несколько антибиотиков.

Активность антибиотиков очень высока; она в десятки тысяч раз превышает активность сильнодействующих антисептиков. Поэтому антимикробное действие проявляется при чрезвычайно малых их концентрациях.

Механизм повреждения антибиотиками микробных клеток разнообразен и полностью до сих пор еще не изучен.

ТЕМА 3. МИКРООРГАНИЗМЫ – АГЕНТЫ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ

Благодаря широкому распространению в природе, разнообразному набору ферментов микроорганизмы способны использовать для питания и местообитания различные субстраты, вызывая разного рода их разрушения или приводя их в состояние негодности. Такими субстратами могут быть промышленные изделия, древесина и постройки из нее, топливо, смазочные масла и другие нефтепродукты, музейные ценности, книги, документы и всевозможные изделия из бумаги, оптическое стекло и многое другое. Например, по данным литовских ученых, наблюдается постоянное развитие грибов на деталях телевизоров, изготовленных из фенопласта, смолы капроновой, на некоторых покрытиях и красителях и прочих материалах. Повреждающими агентами могут быть грибы, особенно микроскопические, бактерии, отчасти водоросли и лишайники, иногда высшие растения. Грибы – наиболее активные и наиболее частые виновники биоповреждений, поэтому основное внимание в данном разделе будет уделено этим организмам.

Воздействие микробов на изделия и материалы может быть прямым и косвенным. При прямом воздействии весь материал или его составная часть, используемая микробами в качестве источника энергии и необходимых для него питательных веществ, приходят в негодное состояние. Например, гриб *Cladosporium resi* использует углеводороды продуктов переработки нефти в качестве единственных источников углерода. От этого портятся нефтепродукты, а скопление сгустков мицелия в путях подачи топлива в моторы может быть причиной аварии самолетов. О случаях аварий самолетов, связанных с развитием в реактивном топливе микроорганизмов, сообщают американские ученые. Кроме того, этот гриб при развитии на нефтяных маслах образует органические кислоты (винную, щавелевую), которые вызывают коррозию резервуаров для хранения

топлива и являются субстратом для вторичной микрофлоры, довершающей разрушение нефтепродуктов.

Под влиянием ферментов грибов, поселяющихся на бумаге или изделиях из неё (книгах, документах и т.п.), увеличивается её ломкость, появляются пятна, портящие её внешний вид и т.д. Сходные разрушения они причиняют текстильным изделиям, произведениям искусства и т.п. Шерстяное волокно, инфицированное бактериями, теряет прочность более чем на 50%, причем разрушение его наиболее интенсивно происходит при высокой влажности воздуха. Поражение грибами искусственных кож приводит к снижению прочности сцепления плёнок волокнистой основы и к резкому снижению жёсткости кож в обоих направлениях. Некоторые грибы влияют на прочность склеивания древесных материалов.

Считается, что биологическая коррозия материалов связана с воздействием на них органических кислот, продуцируемых грибами или другими микроорганизмами. Такой тип коррозии известен при развитии грибов на металлах, оптическом стекле и многих других материалах. Грибы, развивающиеся на изделиях медицинской техники, по интенсивности кислотообразования разделяются на три группы. К первой относятся грибы, дающие стойкое закисление и, вероятно, вызывающие наиболее сильную коррозию изделий; ко второй – грибы, вызывающие временное закисление среды, и к третьей – грибы, почти не образующие кислот. Каждой из групп кислотообразователей соответствуют определенные виды грибов, поэтому по составу микроорганизмов, обнаруживаемых на тех или иных изделиях, можно прогнозировать возможную степень их разрушения. Интересно, что музейные культуры обладают меньшей активностью кислотообразования, поэтому для испытания активности грибов следует пользоваться свежими выделенными культурами. Не только продукты обмена, но и механическое воздействие грибов могут разрушать субстрат. Например, некоторые виды шляпочных грибов способны разрушать асфальтовые, и даже бетонные покрытия

за счет давления, развиваемого вырастающими под слоем покрытия плодовыми телами. Описан случай разрушения бетонного и асфальтового пола в Ленинграде плодовыми телами шампиньонов. При этом грибница в виде белых шнуров пронизывала куски цементированной щебенки, распространяясь по различным трещинам. Мицелий местами скапливался, утолщался и вместе с развивающимися плодовыми телами давил на покрытие, приподнимая и разрывая его. Интересный случай произошел при строительстве Киевского метро. Продувание кислорода при проходке тоннеля активизировало деятельность тионовых бактерий, что привело к повышению содержания в подземных водах серной кислоты, быстро разъедавшей металлические конструкции тоннеля.

Большинство грибов, вызывающих повреждения, – сапротрофы, встречающиеся в природе на различных субстратах (в почве, органических остатках, в воде) и оттуда переходящие на материалы и изделия. Свойство ассимилировать углеводороды (парафин, дизельное топливо) широко распространено у муковых, пенициллов, аспергиллов и фузариев, обычно живущих в почве или в других местах, как сапротрофы. Это указывает на то, что все подобные грибы при попадании на нефтепродукты могут быть причиной их повреждений. Однако не всегда материалы и изделия заражаются извне. Некоторые грибы, повреждающие древесину, начинают свою разрушительную деятельность, поселяясь сначала на живых деревьях, а затем продолжают её уже на мертвой древесине и на различных изделиях из неё. Группа грибов, называемых домовыми, не живет на живой древесине, а разрушает деревянные постройки или деревянные конструкции зданий. Шпалы чаще всего разрушает так называемый шпальный гриб, известны грибы, преимущественно развивающиеся на столбах и заборах.

На некоторых субстратах сложился постоянный состав повреждающих их микроорганизмов, причем часто наблюдается довольно хорошо выраженная последовательность заселения ими того или

иногo материала или изделия. Сначала поселяются наиболее специфичные для данного субстрата микроорганизмы, обладающие соответствующими ферментами и начинающие процесс разрушения. Затем их сменяет – группа микробов, использующих уже начинающийся разрушаться субстрат, и наконец, наступает очередь организмов, живущих уже на полностью разрушенных материалах. Таким образом, материалы (особенно уже давно используемые человеком) представляют собой экологическую нишу обычно с постоянным составом и уже сложившейся сменяемостью поселяющихся на них микроорганизмов.

Специфичные грибы живут и на других материалах. На оптическом стекле развиваются свойственные этому субстрату грибы из рода *Aspergillus*, растущие на сухих материалах, не содержащих воду в жидком состоянии (стела, металлы). По-видимому, появление таких необычных рас – процесс длительной эволюции, связанный с возникновением у грибов свойств, позволяющих им жить в необычных условиях. Наличие таких рас и биотипов у видов грибов и бактерий, вызывающих повреждение, известно. Подобные расы различаются по степени повреждения разных по химическому составу, но одноименных видов материалов. Например, у гриба *Cladosporium resinae*, повреждающего нефтепродукты, выявлены две расы, утилизирующие разные по составу углеводороды.

Новые формы микроорганизмов могут возникать путем мутаций, причем мутагенным фактором бывают вещества (препараты), употребляемые для защиты материалов от биоповреждения. Появляющиеся новые расы в дальнейшем способны закрепляться и вытеснять уже существующие, если найдут достаточно подходящие условия для своего развития. Имеются сведения, что некоторые химические вещества, применяемые для защиты от биоповреждений материалов и изделий (соединения олова, паранитрофенол и др.), изменяют морфологические свойства грибов, вызывают у них уродливые спороношения. Известно и непостоянство состава ми-

крооорганизмов, вызывающих повреждения некоторых материалов. Например, показано, что видовой состав грибов, разрушающих деревянные крепи и шиферную ткань, из которой изготавливают изоляционные трубы в подземных горных выработках, зависит от того, какие виды грибов заносятся вместе с крепёжным лесом. Поскольку лес поступает из разных мест, то соответственно меняется и состав занесённых грибов.

Древесина и изделия из дерева. Встречается несколько типов повреждения древесины микроорганизмами.

Окрашивание древесины в разные цвета, чаще всего в серо-синий (синева), но известны бурая, красная, коричневая и другие типы окраски. Синеватую окраску вызывают некоторые сумчатые и несовершенные грибы, зеленую – хлороспениеум, красную – пейпофора, малиновую – фузарин и т.д.

Грибы, окрашивающие древесину, широко распространены в природе на разных субстратах; они одними из первых появляются на свежесрубленных деревьях, но могут поселяться и на давно срубленных. Сначала грибы поражают поверхность древесины, затем проникают внутрь по сердцевинным лучам, снижая ее сортность (в некоторых случаях до 30% понижается сопротивляемость древесины ударным нагрузкам).

Дереворазрушающие грибы развиваются на мертвой древесине, разрушая её иногда почти полностью. По классификации С.Н. Горшина, дереворазрушающие грибы делятся на несколько групп. Домовые грибы поражают всякого рода постройки или части их (наиболее интенсивно в условиях достаточного тепла и повышенной влажности). Почвенные грибы повреждают сооружения, в той или иной мере погружённые в почву (шпалы, сваи мостов и т.п.). Атмосферные грибы вызывают поверхностную гниль в гидросооружениях, на кровлях и заборах.

В отдельную группу выделяют плесневые грибы, в определенных условиях поселяющиеся на древесине и других органических

материалах. При продолжительном развитии плесневые грибы могут глубоко проникать в толщу древесины и частично разрушать её клеточные оболочки. Особенно вредят плесневые грибы в районах влажных тропиков и субтропиков.

Каждая из описанных групп грибов, развивающихся на древесине, имеет специфический видовой состав.

Для борьбы с биоповреждениями производят защитную обработку и пропитку древесины разного рода химическими веществами.

Бумага и изделия из неё. Бумага – один из субстратов, наиболее подверженных биоповреждениям, вызываемым главным образом грибами, реже бактериями. Особенно страдают книги, документы и рукописи. Грибы для питания используют не только бумагу, но также клеи, ткани, кожу, краски, нитки, т.е. все материалы, составляющие книгу. Многие из грибов усваивают крахмал, желатин, столярный клен, казеин, лишая бумагу и переплет проклейки. Считается, что грибы в течение немногих месяцев способны разрушать до 10–60% волокна в бумаге. Развитие грибов на бумаге, помимо увеличения ее ломкости, часто сопровождается появлением пятен разной окраски как результат воздействия грибов на клетчатку, выделения грибами пигментов или проникновения окрашенного мицелия грибов между волокон бумаги и внутрь их.

Основные меры борьбы с биоповреждениями бумаги, книг, документов и других изделий из бумаги - правильное хранение в условиях, предусмотренных соответствующими инструкциями, использование дезинфицирующих веществ в составе клея или иным путем для подавления развития микроорганизмов.

Произведения искусства. Сохранность произведений искусства зависит не только от физических и химических факторов, ускоряющих процессы старения, но и от биологических: развития на них лишайников, водорослей, бактерий и грибов. В результате длительного их воздействия происходит разрушение скульптур, памятников архитектуры, произведений изобразительного и прикладного искусства.

Лишайники, в основном корковые, растут на наружных стенах соборов и церквей, в местах скопления влаги. Водоросли, чаще хлорококковые, встречаются на освещенных и увлажненных участках монументальной живописи. Наиболее сильно от воздействия микроорганизмов, в основном плесневых грибов, страдают произведения изобразительного и прикладного искусства. Микроскопические грибы поражают станковую и монументальную живопись, текстильные художественные ткани, изделия из дерева, кожи, кости, перламутра, керамики. В Италии в результате наводнения отмечалось обильное развитие грибов на фресках и иконах. В музеях Индии плесневые грибы поселялись на изделиях из кожи и текстиля. Наиболее часто на произведениях искусства встречаются грибы из родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Cephalosporium*.

Грибы, повреждающие живопись, развиваются как на её поверхности, так и во внутренних слоях, поскольку все слои живописи могут служить источником питания для грибов: холст, древесина, бумага, грунтовые прослойки – клеевые, масляные, на основе яичного желтка; проклейки – клей; живописный слой – масляные краски. Наиболее агрессивные виды грибов используют питательные вещества из всех слоев картины, прорастая её насквозь.

На бумаге и изделиях из нее сложился определенный комплекс грибных организмов – постоянное их сообщество, характерное для данных материалов и тех или иных условий хранения. Различают следующие группы грибов, повреждающих бумагу:

- постоянно встречающиеся на бумаге, проникающие в волокно, разрушающие целлюлозу и поэтому способные приводить бумагу в состояние распада. В эту группу входят:

- многие несовершенные грибы;
- грибы, постоянно встречающиеся на бумаге, но обладающие меньшей разрушительной силой, чем предыдущие, утилизирующие продукты распада бумаги, вызванного грибами первой группы. При благоприятных условиях грибы этой группы могут быть активными

биоразрушителями. Это также в основном несовершенные грибы, но иного видового состава;

- грибы, повреждающие лишь отдельные компоненты бумаги (воск, парафин, каучук, целлофан, краски и т.п.). Это также разные виды несовершенных грибов, но более специализированные на указанных субстратах;

- грибы, иногда встречающиеся на бумаге в большом количестве, но менее вредоносные и живущие на бумаге вместе с другими грибными организмами;

- грибы случайные на бумаге, развивающиеся при каких-то благоприятных для них условиях.

Состав грибов в тех или иных местах хранения изделий из бумаги может меняться при изменении условий хранения, состава компонентов изделий, способов переработки бумажного сырья и т.д. Грибы закрывают живопись, искажают внешний вид. После удаления мицелия часто остаются пятна, которые не всегда можно вывести, а иногда удаление этих пятен приводит к повреждению красочного слоя. Проникая во внутренние слои произведения, гифы гриба нарушают его структуру. Грибы выделяют в окружающую среду продукты обмена, главным образом органические кислоты, меняющие цвет красок, разрушают пленку, защищающую фресковые пигменты, и приводят тем самым к распылению красочного слоя. Пигменты, выделяемые грибами, искажают красочный слой.

Для борьбы с биоповреждениями необходимо поддерживать влажность и температуру на уровне, благоприятном для хранения экспонатов и не благоприятном для развития грибов (относительная влажность не выше 60%). Для защиты произведений искусства от плесневых грибов применяют различные антисептики. Ими обрабатывают пораженные экспонаты, а также тару для транспортировки музейных ценностей. В качестве антисептиков используют четвертичные аммониевые соединения, формалин, пентахлорфенолят натрия и др.

Оптические приборы. Для изготовления оптических приборов используют различные материалы: металл, пластмассы, кожу, лакокрасочные покрытия, ткани, оптические стекла, смазки и т.д. При их хранении и транспортировке употребляют кожаные футляры, бумагу, картон, деревянные ящики. Большинство этих материалов служит источником питания для микроорганизмов. В условиях повышенной температуры и влажности микроорганизмы могут сильно поражать материалы органического происхождения, приводя их в негодность.

Микробиологическое поражение оптических приборов (стеклянных линз, биноклей, фотоаппаратов, микроскопов и т.д.) происходит не только в условиях влажного тропического климата, но и умеренного климата. Источником питания и энергетическим материалом для микроорганизмов служат, конечно, не сами оптические стёкла, а незначительные органические загрязнения в виде частиц пыли, жира, смазок и т.д. на их поверхности. Микрофлора оптических приборов представлена в основном плесневыми грибами. Среди них особое место занимают две культуры: *Aspergillus penicilloides* и *Aspergillus tonophilus*, способные расти на сухом стекле, получая необходимую влагу из воздуха. Особенно многообразен видовой состав грибов в условиях тропического климата. Плесневые грибы покрывают поверхность оптических стекол; скопление спор и мицелия снижает прохождение света и ухудшает контрастность изображения. Гифы мицелия притягивают из атмосферы много влаги, образуя капельный налет, вызывающий сильное светорассеяние. Поверхностный слой стекла под грибным налётом со временем разрушается. После удаления мицелия на поверхности стекла остается рельефный рисунок, вытравленный продуктами метаболизма грибов (в основном органическими кислотами) и напоминающий контуры грибного мицелия. Степень повреждения стекла зависит от его кислотоупорности и длительности воздействия грибов. Наибольшее повреждение отмечено у стекол четвертого и пятого классов кислотоупорности. В

результате биологического повреждения приборы могут полностью выходить из строя.

Полагают, что отсутствие роста грибов на некоторых типах стекла в ряде случаев обусловлено либо высоким значением pH (>7,5-8), создаваемым на их поверхности под действием атмосферной влаги, либо выщелачиванием некоторых тяжелых металлов (например, Си, Ст, Аи), оказывающих токсическое воздействие на споры грибов.

Оптические стёкла по степени обрастания плесневыми грибами разделяет на три группы. К первой группе относятся неустойчивые стёкла, на их поверхности наблюдается сильный мицелиальный рост грибов, а иногда и спорообразование, к этой группе относится большинство оптических стекол. Ко второй - малоустойчивые, на их поверхности наблюдаются проращение спор и слабый рост мицелия. К третьей группе относятся устойчивые стекла, на их поверхности споры грибов не прорастают.

Микроорганизмы, развивающиеся на материалах, прилегающих к поверхности оптических деталей (например, смазки), могут распространяться и на оптические стекла, используя их как субстрат. Установлено, что смазки, применяемые в оптике, не грибостойки, поэтому для их защиты рекомендуют добавлять к ним гексилрезорцин или 4-капроилрезорцин.

Просветляющие и защитные от влаги покрытия, которые наносят на поверхность оптических стекол, также могут заселяться плесневыми грибами. В этих случаях необходимо применять специальные методы защиты. Наиболее эффективна защита нестойкого оптического стекла путем создания на его поверхности прочного фунгицидного покрытия, содержащего ртутные соединения и не влияющего на оптические характеристики деталей. В некоторые приборы с целью предохранения их от биоповреждений во время хранения и транспортировки вводят летучие фунгициды, в результате этого создаются неблагоприятные условия для развития плесневых грибов во внутренних полостях приборов. Так, для защиты

биноклей вводят внутрь прибора летучий фунгицид хроматцикло-гексиламин.

Развитие микроорганизмов на материалах и изделиях приводит к ухудшению их физико-химических и эксплуатационных свойств, поэтому повышение биостойкости материалов и изделий, а также защита их разными способами – задача первостепенной важности, особенно в свете необходимости улучшения их качеств.

ТЕМА 4. НАСЕКОМЫЕ – РАЗРУШИТЕЛИ МАТЕРИАЛОВ

Красочный мир насекомых поражает богатством и разнообразием форм, а по численности видов и обилию населения он не имеет равных среди животных. Насекомые присутствуют во всех географических зонах Земли от северных полярных островов до антарктического побережья, достигая наибольшей численности в тропическом поясе. Они заселили всевозможные водоемы, почву, травянистую и древесную растительность, сожительствуют с разнообразными животными и проникают в жилище человека. В тайге и степи, в пустыне и на болоте, в поле и на лугу, в городе и селе – всюду обитают эти шестиногие существа.

Пищевые связи насекомых столь многообразны, что в природе трудно найти какой-либо субстрат, растение или животное, которые бы в той или иной степени не подвергались нападению насекомых. Вместе с тем в каждом конкретном случае пищевая специализация отдельных видов более или менее узко определена, и питание их может быть приурочено не только к определенным видам растений, но и к отдельным органам и тканям. Так, среди растительноядных насекомых – фитофагов можно выделить короедов, лубоедов, заболонников и дрвосеков. Все они относятся к стволовым вредителям, но повреждают разные ткани дерева.

Листья, составляющие основную массу зеленого царства растений, подвергаются нападению особенно многих насекомых. Среди них встречаются такие прожорливые, как саранча, колорадский жук, гусеницы многих бабочек, которые полностью уничтожают листву и часто губят посевы культурных растений. Некоторые мелкие гусеницы, не способные целиком сгрызть весь лист, выедают мягкие его ткани, лишая растение способности к фотосинтезу. Тли, червецы, щитовки высасывают соки растений, а галообразователи, воздействуя на их ткани, вызывают причудливые разрастания и изменение биохимического состава.

Целый комплекс насекомых связан с наиболее питательной частью растения - плодами, вместе с которыми они переходят с живого растения в хранилища и становятся активными вредителями продовольственных запасов.

Насекомые нападают не только на живые растения, но и на отмершие их скелеты, участвуя в непрерывном процессе деструкции растительных остатков. Многие виды питаются уже сильно разложившимся детритом, в котором основную пищевую ценность составляют различные микроорганизмы.

С позвоночными животными и человеком тесно связан комплекс разнообразных насекомых. Среди них имеются гнездовые и норовые паразиты, свободно летающие кровососы, пухоеды и власоеды и даже полостные оводы, личинки которых развиваются в теле хозяина. Копрофаги приспособились утилизировать уже один раз переваренную другими животными пищу.

Пищевые связи прежде всего определяют ту колоссальную роль, которую насекомые играют в живой природе. Без насекомых-опылителей невозможно существование большинства цветковых растений. Без насекомых-прокормителей не могут существовать певчие птицы и многие животные; без насекомых санитаров земля покрылась бы массой мертвых растений, крайне затруднилось бы разложение трупов животных и их экскрементов. Эту важную роль насекомых в природе необходимо учитывать во всех хозяйственных мероприятиях, стараясь по возможности меньше нарушать сложившиеся веками сообщества и связи.

Однако человек не может вести себя нейтрально по отношению ко всем насекомым, часть которых давно стала его злейшим врагом. Практические потребности вызвали необходимость развития как общей энтомологии – науки о насекомых, так и её прикладных направлений – сельскохозяйственной, лесной и медицинской энтомологии. В поле зрения последней находятся многочисленные кровососущие насекомые, которые, в массе нападая на человека, не только причи-

няют ему беспокойство, резко снижают производительность труда, но и могут быть переносчиками опасных заболеваний.

В лесном хозяйстве вред от насекомых особенно остро проявляется в периоды всплеск массового размножения вредителей, которые приводят к полному оголению лесов «и часто сопровождаются пожарами и размножением вторичных» вредителей. В итоге гибнут большие лесные массивы. Чтобы предотвратить огромные потери леса, приходится прибегать к массовой авиационной обработке, которая имеет многочисленные отрицательные побочные следствия, уничтожая полезную фауну и загрязняя ядохимикатами большие территории, в том числе и водоёмы. В последние годы на смену химическим обработкам все чаще приходят биологические методы борьбы с помощью либо самих насекомых, паразитирующих на вредителях, либо специфических микроорганизмов, поражающих только определенные виды вредных насекомых.

Выращивание культурных растений на больших площадях создает исключительно благоприятные возможности для размножения некоторых вредных насекомых, в результате чего теряется значительная часть урожая. Современная сельскохозяйственная энтомология и служба защиты растений располагают богатым арсеналом средств уничтожения насекомых, используют специально разработанные для различных культур и климатических зон системы мероприятий, снижающие численность вредителей до экономически незначительного уровня. И все же, несмотря на вековой опыт, могучую технику и многочисленные высокоэффективные химические препараты, потери урожая от вредителей еще очень велики.

С древнейших времен человек окружал себя различными вещами – орудиями труда, предметами быта, строил жилища, шил одежду и обувь. Для этого использовались прежде всего природные растительные и животные материалы. Естественно, вслед за этими материалами в дома и другие постройки двинулись насекомые из окружающей природы. В течение последнего века количество и раз-

нообразии вещей, которыми пользуется человек в быту и на производстве, увеличились в сотни и тысячи раз. Соответственно возросло и экономическое значение повреждений их биологическими агентами, среди которых немалая роль принадлежит насекомым.

Только на территории нашей страны зарегистрировано более 200 видов насекомых, способных повреждать различные материалы и изделия. Конечно, не все они в одинаковой степени опасны; проявляют себя наиболее часто и причиняют особенно значительный ущерб примерно 80 видов. Большинство из них относится к двум крупнейшим отрядам и включает около 50 видов жуков и более 20 видов бабочек. Остальные единичные виды вредителей представляют отряды термитов, сенокосов, перепончатокрылых и щетинохвосток.

Наиболее тесная связь насекомых наблюдается с материалами растительного и животного происхождения, которым они причиняют пищевые повреждения. Круг растительных материалов и изделий, которые страдают от насекомых, довольно широк. В него входят древесина всех пород в виде бревен, досок и других строительных материалов; мебель, изделия из древесины, луба, пробки, соломы, хлопка, льна; продукты переработки древесины: бумага, картон, древесноволокнистые и древесностружечные плиты, фанера и ряд других. Из материалов животного происхождения насекомые повреждают шерсть, кожу, меха, волос, щетину, пух, перо и всевозможные изделия из этих продуктов. Часто важным стимулирующим фактором для насекомых является наличие в изделиях мучного или костного клея, способствующего наиболее интенсивному повреждению.

Объектом нападения многих насекомых могут быть ботанические гербарии и зоологические коллекции. В музеях, где имеются предметы из самых разнообразных материалов, набор вредителей довольно велик. Только в европейской части РФ там обнаружено более 40 видов вредных насекомых. Из них чаще и сильнее других

вредят мебельный, домовый и хлебные точильщики, музейный жук, кожееды, платяная и мебельная моли, размножающиеся иногда в больших количествах. В библиотеках и архивах иногда в огромных массах появляются жуки-притворяшки и кожееды, хлебный точильщик, чешуйницы и сеноеды.

Кроме пищевых повреждений, которые часто приводят к полному уничтожению материала, насекомые иногда могут портить и несъедобные для них изделия. Если пищевой субстрат насекомые активно разыскивают и часто размножаются в нем в больших количествах, то непищевые повреждения носят обычно случайный характер и чаще появляются там, где в элементы конструкций или изделий входят также природные органические материалы. При миграциях для окукливания или в поисках пищи насекомые могут повреждать самые разнообразные материалы. Среди них искусственные, синтетические и стеклянные ткани, синтетические пленки, электроизоляционные материалы, резина, многие пластмассы, тепло- и звукоизоляционные материалы и даже свинец.

Случайные повреждения изделий и материалов обычно не достигают такого масштаба, как пищевые, да и степень уничтожения материала при этом бывает значительно меньше. Обычно насекомые проделывают в несъедобном материале отдельные отверстия или выгрызают в нём немногочисленные полости. Однако, как показывает практика, и такие повреждения могут быть весьма опасны для ряда сложных радиоэлектронных установок и дорогого оборудования, где даже незначительные нарушения изоляции электрических цепей способны вывести из строя всю систему.

При развитии насекомые не только уничтожают материал, но и загрязняют его экскрементами, личиночными шкурками, паутиной, увеличивая тем самым размеры вреда. Мелкие личинки молей и кожеедов могут причинять особый ущерб, проникая внутрь точных приборов (приложение 1). Оплетая их детали паутиной и даже ничего не поедая, они приводят ответственные приборы в нерабочее

состояние. Известны случаи гибели самолетов из-за разрушения мебелью фетровых прокладок в точных приборах.

Энтомологи медицинского, лесного и сельскохозяйственного профиля в силу обилия своих прямых задач не могут уделять достаточного внимания вредителям материалов. Поэтому в последние годы в крупных музеях, библиотеках и в некоторых других организациях появились энтомологи, которые специально изучают биологические особенности конкретных форм вредителей и разрабатывают меры борьбы с ними. На повестку дня встает вопрос о целенаправленной подготовке специалистов в области защиты материалов и изделий от повреждения насекомыми и другими биологическими факторами.

Практика показывает, что как пищевые, так и непищевые повреждения материалов наиболее часто вызываются сравнительно небольшим кругом насекомых, среди которых наибольшее экономическое значение имеют древоядные, или ксилофаги, и насекомые, питающиеся материалами животного происхождения, содержащими кератин, – кератофаги. В первой группе выделяются жуки-точильщики и термиты, во второй – жуки-кожееды и моли-кератофаги. Рассмотрим подробнее каждую из этих групп вредителей.

Жуки-точильщики. Известно около 20 видов, вредящих постройкам, мебели, музейным экспонатам и другим изделиям из древесины. Личинки этих жуков развиваются во внутренних частях деревянных деталей, часто превращая их в труху, а снаружи видны лишь довольно мелкие круглые летные отверстия, через которые взрослые жуки покидают изделие.

В отапливаемых помещениях наибольший вред причиняет мебельный точильщик, который встречается как в южных, так и в северных областях нашей страны. Его личинки развиваются 3-4 года, поэтому даже специалист может обнаружить заражены детали не сразу, а лишь после первого вылета жуков. Борьба с точильщиками сильно затруднена из-за скрытого образа жизни личинок. Надежно обеззараживает изделия лишь тщательное их протравливание ядо-

витыми газами в герметической камере (фумигация). Более доступным способом является вымораживание, для чего изделие в зимний период выдерживают не менее 3-5 суток на морозе при температуре -20 – -250С, в результате чего личинки погибают. В связи со сложностью борьбы особенно важную роль отводят профилактическим мероприятиям. Поскольку чаще всего точильщики попадают в помещение со старыми деревянными предметами, необходимо проводить тщательное их обследование и в случае необходимости – изоляцию и фумигацию. Второй путь проникновения точильщиков в помещение – залёт жуков в открытые окна. Его можно предотвратить, установив в оконных проемах металлическую сетку с ячейками не более 1,5 мм.

Основные вредители холодных построек в северных областях – северный, домовый, грабовый точильщики. Это влаголюбивые виды, их развитие связано с грибными заболеваниями древесины. В средней полосе существенный вред причиняют красноногий и особенно ребристый точильщики. Оба вида влаголюбивы, но не связаны с грибными заболеваниями древесины. В южных районах значительно вредят бархатистый, средиземноморский и крымский домовый точильщики. Они менее чувствительны к влажности, но для их развития необходима более высокая температура. У всех этих точильщиков развитие длится не менее двух лет. Борьба с точильщиками, поражающими наружные стены построек, наиболее надёжна с помощью глубокой пропитки древесины раствором пентахлорфенолята натрия.

Точильщики поражают только выдержанную древесину и не вредны для других материалов, но их деятельность очень опасна для многих старинных икон, мебели и других музейных экспонатов.

Жуки-кожееды (приложение 3). Кожееды представляют собой сравнительно небольшую, но очень важную в экономическом отношении группу жуков. В нашей стране кожееды распространены повсеместно, но наибольшей численности и видового разнообразия

достигают в районах с сухим и жарким климатом - в пустынях и полупустынях (Казахстан, Средняя Азия, Закавказье). Многие виды кожеедов являются опасными вредителями всевозможных продуктов животного и растительного происхождения, а также некоторых неорганических материалов. Они повреждают все виды кож, фетр, войлок, шелк и т.п.

Искусственные и неорганические материалы чаще других повреждают семь видов кожеедов из родов дерместес и аттагенус. Это может происходить в трёх случаях: при непосредственном питании материалом, при постройке куколочной камеры (только дерместес), при преодолении преград, отделяющих пищевой субстрат от насекомых.

Повреждения первого типа возможны, если материал включает вещества животного или растительного происхождения. Повреждения второго типа связаны с тем, что личинки кожеедов из рода дерместес перед окукливанием покидают пищевой субстрат и вгрызаются в любые находящиеся поблизости предметы для постройки куколочных камер. В зависимости от твердости материала личинки прогрызают в нём ходы длиной от 50 до 100 мм и диаметром 5 мм. Повреждения третьего типа возникают в тех случаях, когда пищевой субстрат (войлок, фетр, клей и т.д.) покрыт каким-нибудь изолирующим материалом. В поисках пищи личинки кожеедов легко прогрызают всевозможные пленки, технические ткани, резиновые прокладки.

Хозяйственные убытки, причиняемые кожеедами в настоящее время, еще не поддаются точной оценке, но представление об их масштабах могут дать следующие цифры: в США и Новой Зеландии только один кожеед пятнистый повреждает ежегодно запасы кож на сумму 500000 фунтов стерлингов.

Материалы неорганического происхождения больше всего повреждаются кожеедами из рода дерместес. Очень часто их личинки выгрызают многочисленные ходы в стенах каменных и деревянных

построек, разрушают всевозможные звуко- и теплоизоляционные материалы. Неоднократно отмечались повреждения кожеедами различных тканей, пленок, асбеста, особенно если они пропитаны какими-нибудь веществами растительного или животного происхождения, например, костным клеем. Неоднократно отмечались также повреждения мебели, тары, различных упаковочных материалов. По данным зарубежных авторов, кожееды являются одними из серьезных разрушителей кабелей. Их личинки легко прогрызают свинцовую оболочку кабеля и могут полностью вывести его из строя.

Минимальные сроки, за которые кожееды могут повредить те или иные материалы, зависят от их прочности, времени года, биологических особенностей вредителя и других условий. Практически можно считать, что для существенных повреждений материалов животного происхождения (кожа, клей и др.) необходимо не менее двух недель. Повреждение других материалов, которыми кожееды непосредственно не питаются, может наблюдаться не ранее чем через месяц после контакта этих вредителей с объектом.

В природе кожееды размножаются в птичьих гнездах, в норах грызунов, на павших животных. Жуки разлетаются на довольно большие расстояния и могут залетать в помещения через окна. Поэтому для предотвращения размножения кожеедов большое значение имеют санитарно-гигиенические мероприятия, поддержание чистоты в помещениях и на прилегающей территории, регулярные осмотры кожевенного сырья и другой продукции, подверженной нападению этих вредителей, применение репеллентов типа нафталина и парадихлорбензола. В случае обнаружения кожеедов следует немедленно их уничтожить с помощью инсектицидов. Наилучшие результаты дает фумигация бромистым метилом.

Моли-кератофаги (приложение 1). Моли-кератофаги – группа насекомых, приносящая значительный ущерб хозяйству человека. Наряду с кожеедами - это основные вредители ряда материалов животного происхождения. В качестве вредителей в мире зарегистри-

ровано около 40 видов молей, а для РФ – 22. Наиболее опасным и постоянным вредителем, отличающимся способностью к массовому круглогодичному размножению и имеющим большое экономическое значение, является платяная моль. Второй по вредоносности для полосы с умеренным климатом считают шубную моль.

Повреждения в виде погрызов наносят гусеницы молей всех возрастов. Количество съеденного гусеницей материала за весь период её развития зависит от вида моли, качества материала, а также от температуры и относительной влажности воздуха. В тонкой плательной шерстяной ткани гусеница прогрызает сквозное отверстие за сутки. При массовом же размножении моли незащищённый материал кератиновой природы может быть уничтожен полностью. Пищевые повреждения моли могут причинять и смешанным тканям, причем иногда едят их более интенсивно, ибо синтетическая нитка не усваивается ими и питательность такой ткани ниже, чем шерстяной.

К непищевым относятся повреждения материалов при строительстве гусеницами паутинных ходов и личиночных чехликов, стенки которых они инкрустируют отгрызенными кусочками материалов, а также при миграциях, вызванных поисками пищи или подходящих мест для окукливания, если повреждаемый материал служит препятствием для их движения. Голодные гусеницы могут повреждать такие непищевые, но доступные их челюстям материалы, как бумага, картон, ткани хлопчатобумажные, льняные и синтетические, полиэтиленовую плёнку, изоляцию телефонных проводов и др.

Распространены моли повсеместно, в разных местах меняется лишь набор их видов. За исключением платяной моли, которая постоянно связана с человеком, они обитают в гнездах птиц, в норах грызунов, на падали. Из природных очагов моли легко переходят на различные пригодные для их питания материалы в жилых и хозяйственных помещениях.

Платяная моль – космополит, она проникает за человеком даже в места, крайне неблагоприятные для жизни в открытой природе,

и, как правило, встречается лишь в постройках человека, где при непрерывном развитии в зависимости от температуры дает 2-7 поколений в год. Вредная деятельность молей в отапливаемых помещениях может продолжаться круглый год, в не отапливаемых – при температуре выше 15 °С.

Переваривание кератина в кишечнике молей происходит с помощью ферментов, действующих только на этот специфический белок. Один из интересных и перспективных методов защиты шерсти от повреждения насекомыми основан на замене дисульфидных связей в молекуле кератина на бистроэфирные связи, обладающие большей устойчивостью к воздействию этих ферментов. Таким способом удается практически полностью защитить шерстяные изделия от поражения молью. Разработано несколько модификаций этого метода, но ни одна из них не признана пока экономически выгодной и поэтому не получила еще широкого промышленного применения. Можно надеяться, что дальнейшее развитие исследований в этой области позволит внедрить в практику надежный метод защиты без применения ядовитых веществ. А пока для борьбы с молями используют фумиганты – метилбромид, парадихлор-бензол, нафталин, из которых два последних являются одновременно достаточно эффективными репеллентами и препятствуют заражению молью ёмкостей, насыщенных парами этих веществ.

Термиты. Термиты – теплолюбивые общественные насекомые. Они живут большими семьями в земляных или древесных гнездах и широко распространены в странах с сухим и влажным тропическим климатом. Южные районы нашей страны захватывают лишь небольшую часть ареала этих насекомых, на которой известно всего семь видов термитов. Наиболее опасны два очень близких вида – большой закаспийский и туркестанский термиты. Значительный вред постройкам причиняют светобоязливый и дальневосточный термиты.

Основную часть населения гнезда термитов составляют рабочие – бесплодная каста, специализированная на добывании пищи и

выращивании личинок. В поисках корма и влаги рабочие термиты могут опускаться в землю на глубину более 15 м, подниматься на вершины телеграфных столбов и уходить от гнезда на расстояние до 100 м. И хотя они лишены крыльев, в местах, заселённых этими насекомыми, их можно встретить всюду. Подсчеты, проведенные на острове Шри Ланка в верхнем слое почвы глубиной до 10 см, дали общую численность термитов для острова 770 миллиардов экземпляров. Если этих термитов уложить в один слой плотно один к другому, то получится дорога шириной 10 м и длиной 384 000 км, равная расстоянию от Земли до Луны.

На открытую поверхность термиты выходят очень редко, а перемещаются по многочисленным ходам в почве. В природе они питаются сухими частями деревьев, кустарников и травянистой растительности, собирая корм под прикрытием земляных корочек, которые они лепят на поверхности почвы, на стволах деревьев и кустарников.

В тропиках, где встречаются более крупные и агрессивные виды, термиты активны в течение всего года. У нас же в зимние месяцы они почти неподвижны, хотя в отапливаемых помещениях их вредная деятельность продолжается и зимой.

Вред, причиняемый термитами в странах с тропическим климатом, настолько велик и многообразен, что иногда этих насекомых относят к всеядным. На самом же деле термиты питаются в основном мёртвой древесиной и травой. Естественно поэтому, что наибольшую опасность они представляют для деревянных конструкций и материалов, содержащих клетчатку. Размножаясь в больших количествах, термиты приводят в полную негодность деревянные жилые дома, промышленные и гидротехнические сооружения, разрушают железнодорожные шпалы и столбы линий связи. Термиты охотно поедают бумагу, картон, хлопчатобумажные и льняные ткани. Материалы животного происхождения в меньшей степени привлекают термитов. Однако кожа, войлок, шерстяные ткани довольно сильно

повреждаются термитами и, вероятно, частично могут использоваться ими в качестве дополнительного источника пищи.

Обладая весьма крепкими и сильными челюстями, термиты могут повреждать и многие несъедобные для них материалы. Они выгрызают глубокие ходы и камеры в ряде минеральных строительных материалов (сырцовый кирпич, глина, гипс, известь), существенно изменяя внутреннюю структуру материала и прочность конструкции. Сильно повреждаются фибролитовые и арболитовые плиты, рыхлые теплоизоляционные материалы, ткани из стеклянного волокна, в том числе электроизоляционные лакоткани. Из металлов заметный ущерб термиты могут причинять алюминиевой фольге и свинцу.

Синтетические материалы также не всегда устойчивы к воздействию термитов. Они прогрызают всевозможные пленки, искусственные кожи, ткани и другие изделия. В некоторых пенопластах термиты выгрызают обширные полости и заселяют их. Также легко они повреждают пористые резины.

Особую заботу вызывают повреждения термитами кабельных изделий. Тонкие обмоточные провода термиты могут перекусывать, вызывая обрыв электрической цепи. С более толстых монтажных проводов термиты счищают изоляцию из пластмассы, лаков, бумаги, хлопчатобумажной пряжи, шелка и стекловолокна; насквозь прогрызают свинцовую оболочку кабелей. Забираясь внутрь различных механизмов и аппаратов, термиты натаскивают туда землю и прикрепляют её к различным деталям. При этом они не только загрязняют систему, но могут изменять её электрические параметры, мешать взаимодействию отдельных её узлов.

Скрытная деятельность термитов сильно затрудняет выявление причинённого ими вреда. В жилых домах он часто обнаруживается уже на такой стадии, когда проваливаются половые доски и перекрытия. В результате нападения термитов редко полностью разрушаются целые поселки деревянных и глинобитных домов. Силь-

нейшее землетрясение 1948 года в Ашхабаде обнажило огромную разрушительную работу, проделанную термитами, в результате которой прочность большинства зданий была значительно ослаблена.

Защите промышленных материалов и изделий первым из европейских государств стала придавать серьезное значение Германия в период второй мировой войны, когда значительно пострадало от термитов военное снаряжение её войск в Африке. Но в то время потери ограничились интендантским хозяйством и повреждениями деревянных элементов оружия и снаряжения. Ещё более существенный вред от термитов проявился во время войны во Вьетнаме, когда в результате их деятельности не могли взлетать после хранения в джунглях американские самолеты и вертолёты, не работали радиолокаторы и системы наведения ракет.

В мирные дни жертвами термитов становятся не только современные постройки, но и знаменитые памятники древнего зодчества. В начале 60-х годов в хранилище древних книг и рукописей библиотеки иранского парламента (меджлиса) были погублены термитами многие древние произведения.

Интерес к термитам в последние годы усилился в связи с расширением поставок промышленного оборудования и других товаров в тропические страны. При этом защита от термитов стала неотъемлемой частью «тропикализации» материалов, т.е. повышения их устойчивости к воздействию всего комплекса разрушающих факторов, действующих в странах с тропическим климатом.

Точного учета потерь от термитов и расходов на компенсацию их вреда нет ни в одной стране. В настоящее время ежегодные потери от термитов во всем мире приблизительно оцениваются в 1 млрд. долларов.

В нашей стране наиболее значительные работы по изучению термитов и защите от них материалов и сооружений ведутся в Московском государственном университете, где на кафедре энтомологии изучают и других вредителей материалов из мира насекомых.

За последние годы состоялись три всесоюзных совещания по изучению термитов и разработке противотермитных мероприятий. Проведены многочисленные исследования в ряде лабораторий страны. В результате усилий коллектива ученых разработаны специальные инструкции по противотермитному строительству жилых домов и промышленных сооружений.

Многолетний опыт борьбы с термитами показывает, что надежнее всего можно защитить здание, правильно его спроектировав и построив. Значительно больших затрат требует борьба с термитами в уже поврежденных ими строениях. При строительстве любого здания с целью защитить его на длительный срок от повреждения термитами решают две задачи: уничтожение термитов в почве непосредственно под зданием и недопущение их в строение из окружающей почвы.

Решение первой задачи при строительстве крупных зданий, под которые роют котлован глубиной 1,5 м и более, выполняется при производстве земляных работ, когда вместе с выемкой грунта удаляются из-под будущего здания и обитающие там термиты. В тех случаях, когда грунт снимают на меньшую глубину или удаляют только культурный слой почвы, необходимо проводить химическую обработку грунта сильнодействующими и долго сохраняющими токсичность в почве хлорорганическими ядохимикатами.

Вторую задачу решают применением комплекса конструктивных мероприятий. Здание строят на каменном фундаменте и опорах, с высоким цоколем, сложенным из обожжённого кирпича или камня на сложном растворе с высокомарочным цементом, или применяют сплошное железобетонное основание, уложенное на протравленный инсектицидами грунт. Грунт вокруг здания протравливают на большую глубину инсектицидами и поверх этого делают вокруг цоколя бетонный или асфальтовый отлив. Протравленный грунт, скрытый под зданием и отливом сохраняет защитное действие многие годы. Периодические осмотры зданий, своевременный ремонт, содержа-

ние в чистоте подвалов и окружающей территории способствуют длительному сохранению жилых и промышленных построек. В тех случаях, когда в предназначенных для эксплуатации в тропиках промышленных изделиях и конструкциях используют повреждаемые термитами материалы, возникает необходимость их защиты. Наиболее надежный способ при этом - изоляция уязвимых деталей от доступа термитов. Она достигается герметизацией отдельных узлов, заливкой их в различные смолы, размещением оборудования на бетонных площадках, применением ограждающих частых металлических сеток, уничтожением термитов на окружающей территории с помощью инсектицидов и т.д. В ряде случаев требуется повысить устойчивость и некоторых материалов. Особенно это касается деревянных деталей. Именно для древесины уже давно разработаны и поставлены на промышленную основу методы пропитки ее антисептиками, защищающими от гниения. Некоторые из применяемых антисептиков являются одновременно достаточно хорошей защитой от термитов. Введение антисептиков повышает также устойчивость бумаги и картона.

Перспективным может оказаться применение репеллентов, в отношении термитов этот способ пока не нашел практического применения. Замена повреждаемого материала устойчивым к воздействию термитов является, несомненно, наиболее радикальным способом защиты всего изделия.

ТЕМА 5. ГРЫЗУНЫ – РАЗРУШИТЕЛИ МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ, СООРУЖЕНИЙ

Грызуны (Rodentia), наиболее многочисленный отряд класса млекопитающих (2800 видов из 5400), отличаются не только разнообразием, но и высокой численностью, а также активностью. Они широко распространены по земному шару, а в нашей стране заселяют все районы и зоны от жарких пустынь Средней Азии до тундр и островов Ледовитого океана, поднимаясь в горы до высоты 4,5 тыс. м над уровнем моря.

Название отряда дано за специфическое строение челюстного аппарата: сильно развитые резцы имеют долотообразную форму и постоянно растут.

Роль грызунов в жизни природы и в народном хозяйстве велика и разнообразна: во многих районах (луга, степи, пустыни, горы) их роющая деятельность служит важным фактором почвообразования, оказывает влияние на развитие эрозии. Рыхление почвы и нередко сплошное выедание растений на местах обитания способствуют формированию и расселению сорняков, влияя на разнообразие луговых, степных и пустынных растительных ассоциаций. Некоторые виды грызунов - важный объект промысла (бобр, белка, сурок, ондатра). Мелкие мышевидные грызуны служат пищей для таких ценных зверей, как соболь, куница, норка, лисица и др., для хищных дневных птиц и сов. Грызуны – хранители и переносчики многих возбудителей болезней человека и домашних животных: чумы, туляремии, энцефалита, лейшманиоза и других. Они наносят огромный вред сельскому и лесному хозяйствам, запасам продовольствия, повреждают тару и упаковку, различные материалы и изделия, сооружения и т.д.

Численность многих грызунов подвержена большим колебаниям и благодаря высокой плодовитости при благоприятных условиях в течение всего года может достигать большой величины. Увеличению численности мелких, так называемых «мышевидных», гры-

зунов нередко способствуют нарушения в хозяйственной деятельности человека, вызванные войнами или другими чрезвычайными событиями.

Наибольшее число вредящих видов относится к семействам мышей – Muridae (крысы и мыши) (приложение 4) и хомякообразных – Cricetidae (песчанки, хомяки, полевки). В семействе беличьих – Sciuridae – значительный вред приносят суслики.

К семейству мышей относятся так называемые синантропные грызуны – домовая мышь, серая и черная крысы, издавна заселяющие постройки человека. Своим широким распространением они (особенно домовая мышь и серая крыса) обязаны человеку, вслед за которым по транспортным путям проникли на север до полярного круга и на юге в зону пустынь. Эти грызуны только на севере держатся в постройках человека обычно круглый год. В средней полосе и на юге в теплое время года они обычно выселяются в открытые биотопы.

Кроме серых и черных крыс и домовых мышей, в РФ встречаются еще 8 видов этого семейства. На юге страны живут пластипчато-зубая и туркестанская крысы; в жилище человека они ведут себя как серые крысы, истребляя продукты и причиняя другой вред вещам, а нередко и здоровью человека. Пластипчато-зубая крыса, помимо того, вредит своей роющей деятельностью, создавая норы с большим количеством сложных ходов и тем повреждая земляные полы и глинобитные стены, а также оросительные каналы.

На Дальнем Востоке и в Восточной Сибири широко распространена азиатская лесная мышь. Зверьки вредят сельскому хозяйству, лесовозобновлению, урожаю цитрусовых (черные крысы) и орехов (туркестанская крыса). Большой вред приносят синантропные грызуны, уничтожая и загрязняя запасы продовольствия, бумагу, ткани и т.п.

К семейству хомякообразных принадлежат грызуны, повреждающие зерновые культуры, луга и пастбища, лесные насаждения.

Большая часть представителей семейства – обитатели открытых и лесных ландшафтов. Ряд видов живет в более или менее сложных норках, а некоторые ведут подземный образ жизни. К подсемейству полевков относятся виды, численность которых особенно резко колеблется; в годы массовых размножений они наносят большой ущерб сельскому хозяйству.

Семейство хомякообразных включает три подсемейства: хомяков, полевков и песчанок. В фауне РФ насчитывается 12 видов подсемейства хомяков – *Cricetinae*.

Хомяки заселяют возделанные земли, межи и поля, нераспаханные участки и т.п. Некоторые виды встречаются в населенных пунктах, на приусадебных участках и жилых постройках. Хомяки роют сложные норы с камерами для хранения запасов питания. Питаются зелеными частями растений, семенами, корнеплодами; поедают насекомых и других мелких животных. Делают большие запасы пищи на зиму (обыкновенный хомяк запасает до 20 кг). Высоко плодовиты, особенно обыкновенный хомяк, который приносит до 3 пометов в год, в среднем по 10 детенышей (максимально 15-20), у остальных видов – 2-3 помета (от 4 до 9 детенышей).

Наибольший вред сельскому хозяйству, местами лесовозобновлению приносят обыкновенный, дагестанский и закавказский хомяки. Серый и наурский хомячки вредят также в жилых помещениях и складах.

Подсемейство песчанки – *Gerbillinae*. В нашей фауне представлены 8 видов рода *Meriones* и 1 вид рода *Rhombomys* - большая песчанка. Распространены в сухих степях, полупустынях и пустынях равнин, предгорий и частью горных районов Северной Африки, Передней и Малой Азии, Кавказа и северо-восточного Предкавказья до юго-восточного Казахстана, Забайкалья, Монголии и Китая.

В большинстве песчанки заселяют не освоенные сельским хозяйством земли; однако краснохвостая, малоазийская, монгольская и гребенщикова песчанки охотно селятся на орошаемых участках,

пашнях, вблизи поселений человека. Монгольская песчанка поселяется и на приусадебных участках. Размножаются в течение теплого времени года, за сезон бывает 2-3 помета. В выводке от 2 до 7-8 детенышей. Зимней спячки у них нет; делают на зиму запасы из семян диких растений и культурных злаков, иногда значительные.

Малоазийская и персидская песчанки не роют сложных нор – «колоний», остальные виды делают норы различной сложности. Наибольшей сложности норы (колонии) достигают у большой песчанки. Вредят растениям, укрепляющим пески, пастбищам, посевам зерновых, хлопка. Большая песчанка повреждает саксауловые леса, разрушает берега оросительных каналов, железнодорожные насыпи и т. д. Большинство видов песчанок имеют важное эпидемиологическое значение.

Подсемейство полёвок – *Microtinae* – представлено в нашей фауне 45 видами. Они населяют практически всю территорию нашей страны. Среди них есть грызуны, ведущие подземный образ жизни и редко выходящие на поверхность земли (слепушонки), ондатра и водяная крыса ведут полуводный образ жизни. Большинство же полёвок роют норы разной степени сложности.

Все полёвки растительноядные. Высоко плодовиты. Самка приносит в год 2-3 помета, по 5-6 детенышей в каждом. Для полёвок характерно раннее наступление половой зрелости (самки могут приступать к размножению в возрасте 3 недель, самцы – 1-1,5 месяца). При благоприятных условиях размножение в популяции может идти круглый год. С этим связаны высокие подъемы численности многих видов этого подсемейства.

Некоторые виды являются серьезными вредителями в сельском хозяйстве (обыкновенная и общественная полевки, степная пеструшка, полевка Брандта, водяная полевка и др.), лесному хозяйству вредят рыжая европейская, красная сибирская полевка и др. Ондатра повреждает ирригационные сооружения. Некоторые виды

передают человеку и домашним животным туляремию, лептоспирозы, риккетсиозы и многие другие инфекционные заболевания.

Семейство беличьих. Род суслики – *Citellus*. В нашей фауне представлены 10 видов. В РФ обитают преимущественно в открытых ландшафтах: лесостепи, степной и полупустынной зонах; некоторые виды заходят в пустыню. Суслики заселяют луга, пастбища, выгоны, межи и нераспаханные участки среди полей. Питаются преимущественно сочными травянистыми растениями, луковицами, зернами (главным образом на ранних стадиях зрелости). Запасов на зиму не делают. Размножаются один раз в году – весной. В помете от 2 до 15 детенышей. Все суслики впадают зимой в спячку.

Пустынным видам свойственна ещё и летняя спячка, связанная с выгоранием растительности. Суслики селятся колониями. Норы глубокие и длинные, сложного строения, особенно у пустынных и степных видов. Активны в дневное время. Важнейшие вредители сельскохозяйственных культур, пастбищ и лесопосадок – малый, крапчатый, большой, краснощёкий, азиатский длиннохвостый суслики. Имеют важное эпидемиологическое значение.

Освоение человеком новых территорий, строительство железных дорог, гидротехнических сооружений, разработка полезных ископаемых и т.д. изменяют условия существования и приводят к тому, что местные виды грызунов заселяют сооружения человека, становясь частичными или условными синантропами. В Якутии, например, в населенных пунктах, где отсутствует домовая мышь, в роли синантропных грызунов выступают сибирская красная и узкочерепная полевки, а также полевка-экономка. Они заселяют жилые и надворные постройки, держатся в них круглый год, размножаясь в жилых постройках и зимой. Серый хомячок на юге встречается в жилищах человека и хозяйственных постройках. Он заселяет многоэтажные дома до самых чердаков, обитая совместно с домовою мышью, иногда превосходя ее по численности.

Отмечено заселение жилых и хозяйственных построек другими видами грызунов: лесной и полевой мышами, обыкновенной и рыжей полевками, краснохвостой и гребенчиковыми песчанками и др. Строительство каналов и развитие орошаемого земледелия способствуют проникновению в засушливые районы влаголюбивых видов, ранее там не встречавшихся: обыкновенной и водяной полёвок, полевой мыши, ондатры и др. Одновременно с этим строительство животноводческих ферм, фуражных складов, водоёмов обуславливает дальнейшее расселение серой крысы в засушливые районы Ростовской области, Ставропольского края, а также в некоторые области Западной Сибири, где идёт интенсивное сельскохозяйственное и промышленное освоение земель.

Влияние хозяйственной деятельности человека на расселение синантропных грызунов, заселение новых биотопов другими видами грызунов в связи с изменением условий существования, увеличение их «контактов» с человеком и его производственным окружением постоянно усиливаются.

Добираясь до пищи, грызуны повреждают тару (упаковку), прогрызают отверстия в полу или стенах амбаров, складов, зернохранилищ. Кроме продуктов питания, грызуны портят на складах ткани, меха, обувь и другие предметы. Отмечались повреждения крысами водопроводных труб из свинца, трубок из алюминия и др. Повреждения несъедобных предметов носят обычно случайный характер и вызваны необходимостью преодоления преград на пути к пище, воде, убежищу. Иногда повреждения обуславливаются исследовательским поведением. Некоторые материалы грызуны используют для устройства гнезд. В жилых помещениях и других постройках грызуны делают гнезда из бумаги, тряпок, паты. В экспериментах крысы и другие грызуны использовали в качестве гнездового материала пенопласт, куски резиновых и поливинилхлоридных изоляционных материалов, куски тонкой проволоки и т.п.

Значительный ущерб грызуны наносят, повреждая кабели и провода, что приводит к авариям, нарушению движения поездов, связи, пожарам и человеческим жертвам. В Японии из-за повреждения кабеля и узлов автоматической световой сигнализации на железной дороге не раз нарушалось движение электропоездов. В иранском городе Ахваз крысы очень сильно повредили линии связи в подземных коммуникациях. В течение нескольких дней во многих учреждениях и жилых домах не работали телефоны. Боясь крыс, работники отказывались ремонтировать кабель в подземных коллекторах.

Экспериментально показано, что грызуны могут повреждать кабели и провода, находящиеся под напряжением, без особого вреда для себя. Американские грызуны гоферы (*Geomys*), известные как вредители сельского хозяйства и материалов, повреждали электрический провод с напряжением 700 В и не погибали. О причинах повреждений кабелей грызунами известно немного. Полагают, что зверьков может привлекать разрытая при прокладке кабеля земля; возможно, они иногда грызут кабель, как и другие твердые предметы, для затачивания резцов или грызут его, когда он является препятствием их передвижению.

Нередки повреждения, связанные с роющей деятельностью грызунов. Поселяясь по берегам каналов за облицовочными плитами, в плотинах и дамбах, грызуны роют поры в насыпях, прокладывая ходы часто ниже уровня воды. Это способствует усилению фильтрации воды и может вызвать разрушение насыпей, прорыв плотин и даже наводнения. Серьезный вред ирригационным сооружениям в Западной Европе причиняет ондатра. В нашей стране оросительным системам вредят также пластинчатозубая крыса и песчанки.

Повреждения материалов, сырья и изделий грызунами происходят в различных условиях, и немалую роль здесь играет элемент случайности. Это свидетельствует о том, что среди грызунов нет специализированных вредителей материалов, но практически все виды грызунов потенциально опасны в этом отношении. Повреж-

дения имеют «непищевой характер» и являются результатом грызущей и роющей деятельности, когда возникает необходимость преодоления преград на пути к пище, воде, убежищу и т.п., или могут быть результатами исследовательского поведения животных.

Подобно тому, как развитие сельского хозяйства сопровождалось появлением его вредителей, так и многообразное использование человеком среды при строительстве, прокладке коммуникаций и многого другого способствовало формированию разнообразной вредоносной деятельности животных, в том числе и грызунов. В связи с этим возникла проблема защиты материалов и различных объектов от повреждения грызунами.

Ущерб, причиняемый грызунами народному хозяйству, исчисляется сотнями миллионов рублей. Помимо прямого уничтожения сырья, материалов и изделий, грызуны загрязняют их экскрементами, мочой, шерстью. По данным ФАО, общий ущерб, наносимый грызунами в США, оценивается в 300-500 млн. долларов в год, в Индии - 1242,5 млн. рупий. Но во многих случаях повреждения разных изделий, сооружений и особенно архивных документов, книг и т.п. не поддаются точному учёту и не ограничиваются только экономическим ущербом. Невосполнимость повреждённого придает особую остроту этой проблеме.

Экспериментальные исследования в лабораторных условиях показали, что грызуны могут повреждать самые разнообразные материалы: бумагу, картон, различные ткани и пленки, а также резину, полиэтилен и поливинилхлорид, газонаполненные пластмассы, некоторые текстолиты, лакокрасочные покрытия и др. Более устойчивыми оказались материалы на основе эпоксидных смол, стеклопластики, большинство пресс-материалов. Вероятность повреждения материалов грызунами зависит от характера поверхности материала (гладкая и шероховатая), его твердости и структуры (пористая, вязкая, плотная и т.п.). В экспериментах грызуны повреждали пенопласты в том случае, если пористой пенопластовой пластинкой

закрывали окно, отделяющее кормовое отделение клетки от гнездового (где помещались зверьки). Пористая поверхность дает упор для зубов. Если же пенопласт окрашивали эпоксидной шпатлевкой и поверхность пластинки становилась гладкой, грызуны не могли прогрызть пластинку, ибо резцы скользили по гладкой поверхности. Лишь после того как в пластинке были сделаны отверстия диаметром 5 мм, зверьки ее прогрызли. Выступы, отверстия и щели на поверхности материала способствуют повреждающей деятельности грызунов.

От вида грызунов зависят характер и размеры повреждений, наносимых ими. Известно, что твердость эмали резцов грызунов примерно одинакова и составляет 5,5 единицы по шкале для крупных грызунов (ондатра, бобр, нутрия, серая крыса) и 5 единиц - для мышей и полевок. Это означает, что вероятность и размеры повреждения материала будут зависеть от величины зверьков, строения челюстной и жевательной мускулатуры, биомеханики челюстного аппарата.

Размеры повреждений зависят также от биологических особенностей грызунов. Сравнение данных лабораторных испытаний показало, что пластинчатозубая крыса – грызун, роющий сложные и обширные норы, перегрызающий корни деревьев и преодолевающий глинобитные стены, повреждает материалы в гораздо большей степени, нежели серая крыса, которая в природе делает несложные норы, а по типу питания – всеядна (размер зверьков обоих видов примерно одинаков). Величины прогрызенных отверстий в пластинке пенопласта соответственно равнялись: 65 x 40 мм и 40 x 30 мм. Помимо этого, пластинчатозубая крыса очень сильно обгрызала края пластинок, а в некоторых опытах разгрызала пенопласт на куски. Серая крыса делала это значительно реже. Удалось установить обратную зависимость интенсивности повреждения грызунами пенопластов от их плотности. Чем плотность пенопластов выше, тем в меньшей степени зверьки повреждали материал, и особенно четко

это прослеживалось в отношении мелких зверьков (мышей и полевок).

Приведенные примеры показывают, сколь важны проведение предварительных испытаний устойчивости и внимательный отбор наиболее «грызуностойких» образцов материалов. Надо признать, что методы вполне надежной непосредственной защиты материалов от повреждения пока еще не разработаны в достаточной степени. Повреждающая деятельность грызунов весьма разнообразна. Существующие способы борьбы направлены на общее снижение их численности и уменьшение масштабов вреда, что может уменьшить возможность повреждения материалов, изделий и пр., но не исключить его. Поэтому полезно привести краткие сведения о системе и методах борьбы, которые приняты в современной дератизации.

Основная задача борьбы с грызунами – это снижение численности или полное истребление вредителей на определенных объектах, в отдельных населенных пунктах, сооружениях и т.п.

Мероприятия осуществляют в двух направлениях: проведением общих профилактических мер, обеспечивающих грызунонепроницаемость, и истребительных работ путем использования химических, механических и биологических способов истребления. Успех борьбы зависит от правильного определения мест обработки и выбора наиболее пригодных в данных условиях средств борьбы. Работу необходимо начинать с широкого проведения профилактических мероприятий (уничтожения мест, удобных для концентрации грызунов и путей их проникновения на объект извне), которым затем должны сопутствовать истребительные работы.

Профилактические мероприятия должны обеспечить не только уничтожение условий, благоприятствующих вредителям, но и затруднить им доступ к защищаемым объектам. В городах и других населенных пунктах этому способствует проведение санитарно-профилактических мероприятий, направленных на создание гры-

зунонепроницаемости зданий (особенно складов), улучшение санитарного состояния населенных пунктов и пр. Эти изменения среды обитания затрудняют заселение грызунами объектов и постоянное пребывание в них.

Для уменьшения вредоносности грызунов в сельском хозяйстве большое значение имеют соблюдение правил агротехники, своевременная уборка урожая, хорошее состояние зернохранилищ и овощехранилищ, т. е. все то, что вызывает резкое ухудшение условий обитания и кормности угодий для грызунов. Ухудшение условий существования может вызвать спад интенсивности размножения и уменьшение численности. Для своевременной организации борьбы с вредными грызунами разработаны методы учёта и составления прогнозов их численности, которые позволяют определить предполагаемую численность и возможный вред сельскохозяйственным культурам в течение ближайшего сезона, года.

Чтобы правильно организовать борьбу, важно знать закономерности стационарного распределения и динамики численности видов вредителей с тем, чтобы наносить удары в наиболее выгодное время и в местах, решающих судьбу населения грызунов. Таковыми являются станции переживания - участки ландшафта, где имеются оптимальные для данного вида условия существования. Только в станциях переживания в годы депрессии сохраняется численность грызунов и отсюда идет расселение зверьков в прилегающие угодья. На этой основе возникает возможность профилактической борьбы с вредителями. При этом истребление грызунов особенно целесообразно проводить при низком уровне их численности, сосредоточивая его прежде всего в станциях переживания и особенно в ранневесеннее время, когда число особей производителей наименьшее. Такую работу, нужно проводить систематически, постоянно контролируя численность вредителей. Важным условием при этом становится картографирование «поселений» грызунов. И выделение «станций переживания». На этой основа возможна профи-

лактическая борьба с вредителями, которая позволит поддерживать их численность на минимальном уровне.

В городах и населённых пунктах мероприятия по борьбе с синантропными грызунами должны быть построены на том же принципе. После сплошных обработок, давших резкое снижение численности, необходимо систематически вести борьбу, выявляя места, где сохранились грызуны, иначе освобожденные от грызунов объекты будут снова ими заселены.

Химический метод борьбы с грызунами в настоящее время является ведущим и наиболее эффективным. Яды, применяющиеся для борьбы с грызунами, по характеру своего действия делятся на препараты острого и кумулятивного действия. Из ядов острого действия наиболее широко используют фторсодержащие соединения (фторацетат натрия, фторацетамид, монофторин и др.) и фосфорорганические соединения (фосфид цинка, глифтор). Яды кумулятивного действия – антикоагулянты – созданы на основе кумарина (варфарин, зоокумарин) и индадиона (ратиидан, фентолацин и др.). Появление антикоагулянтов повысило эффективность истребительных работ и, по мнению специалистов, позволяет ставить вопрос о практически полном освобождении от грызунов (в частности, от крыс) отдельных городов и даже областей. Грызуны не различают эти яды в приманке и охотно поедают её.

Хорошо защищает освобождённые от грызунов объекты применение долговременных точек отравления – ящиков с сухой пищевой приманкой, содержащей антикоагулянт, фторацетат натрия или фосфид цинка. Так, благодаря сочетанию истребительных работ с последующим применением точек долговременного отравления серые крысы были практически ликвидированы в 450 населенных пунктах Германии. Значительные успехи в борьбе с крысами были достигнуты также в Саратове, Туле и других городах.

Для истребления грызунов в изолированных складских помещениях, на морских и речных судах, в железнодорожных вагонах и в

отдельных случаях в самолётах используют газообразные вещества: сернистый ангидрид, углекислый и угарный газы, хлорпикрин, препараты синильной кислоты, бромистый метил. Для борьбы с сусликами и песчанками газацию нор проводят хлорпикрином, бромистым метилом, цианосплавом, выхлопными газами. Перспективно использование хемотрестерилиантов - веществ, действующих на генеративную систему зверьков и снижающих темпы размножения в популяциях.

За последнее время во многих странах серьезное внимание уделяют поискам репеллентов – веществ, которые отпугивают грызунов от защищаемого предмета. В качестве репеллентов предложены циклогексамид, хлордан, спиртовой раствор меркаптанов, додециловый спирт, диэдрин, алдрин, соли диметилдитиокарбаминовой кислоты, оловоорганические соединения и др. Судя по литературным данным, многие из них на практике оказываются непригодными либо вследствие того, что не проявляют репеллентных свойств, либо в результате токсичности.

Наиболее перспективными, по-видимому, являются оловоорганические соединения – трибутилхлорстаннан, трифенил-хлорстаннан, трициклогексилстаннанокси и др., предложенные в США для введения в краски, бумажную массу, идущую на изготовление тарного картона, в обмазки для защиты растительности и, в частности, плодовых деревьев от повреждения грызунами и копытными. Введение оловоорганического соединения в покрытие телефонного кабеля дало положительный эффект, и грызуны не повреждали этот кабель ни в лаборатории, ни в полевых условиях. Положительные результаты были получены при защите кабеля от повреждения гоферами с помощью репеллента R-55 (третичный бутилсульфенил-диметилдитиокарбанат), разработанного нефтяной компанией Филипс (Phillips Petroleum Company). Это вещество используют для защиты проводов и кабелей, проложенных на поверхности земли, и кабелей, прокладываемых под землей. В первом случае в резиновую

или полиуретановую оболочку кабеля вводили репеллент. При прокладке кабеля под землей обрабатывали траншею водоземлюсионным раствором репеллента R-55. Введение репеллента в оболочку и обработка почвы дали хорошие результаты, и повреждения кабеля не отмечали в течение длительного срока (в опыте до 2,5 лет). Наблюдения показали, что гоферы избегают участков земли, обработанных этим репеллентом.

Эти результаты открывают большие перспективы для дальнейших исследований и поисков веществ, достаточно надежно отпугивающих грызунов.

Поиск репеллентов – задача сложная. Вещества, предлагаемые в качестве репеллентов, должны отвечать следующим требованиям: не быть токсичными, при введении в материалы, не терять своих отпугивающих свойств, не изменять свойств самого материала и не изменяться под действием факторов внешней среды. Механизм действия репеллентов изучен ещё недостаточно. Это затрудняет поиск новых веществ и требует комплексного подхода и совместной работы химиков, технологов и биологов.

Повреждения кабелей грызунами влекут за собой подчас серьезные аварии. Поэтому максимум внимания во всех странах мира уделяют вопросам их защиты. Химический способ защиты заключается во введении в пластмассовые или резиновые оболочки проводов и кабелей веществ, обладающих отпугивающим действием, либо предлагают этими веществами покрывать оболочки снаружи.

Механические способы защиты предусматривают кабели, бронированные стальной или медной лентой или оплеткой из стальных оцинкованных проволок. Японские ученые для защиты проложенных в земле силовых и коммуникационных кабелей предлагают помещать их в желоба, засыпанные плотным сыпучим материалом. Для предотвращения доступа грызунов в щель, образованную кабелеукладчиком, применяют устройство, уплотняющее слой земли над кабелем. Поскольку грызунов привлекает

разрытая земля, необходимо после прокладки кабеля заравнивать поверхность почвы.

При прокладке трассы важно учитывать распределение грызунов на территории, их численность и т.п. В этом отношении перспективен опыт выделения зон потенциальной опасности для кабелей, прокладываемых на глубине 0,7-1,2 м. Было выделено 77 видов животных, прокладывающих ходы, роющих норы и могущих повреждать кабели на этой глубине. В их числе 69 видов грызунов. Наибольшую опасность представляют хомяки, суслики, песчанки, слепушонки, пластинчато зубые крысы, обитающие в лесостепной и степной зонах, в полупустыне.

Решение вопросов, связанных с защитой материалов от повреждения грызунами, требует комплексных научных исследований. Они должны проводиться в нескольких направлениях:

- уточнение видового состава вредителей, их распространение, определение характера, объема и условий их вредоносной деятельности;

- разработка новых и усовершенствование имеющихся способов защиты сырья, материалов, изделий и сооружений различного назначения от проникновения грызунов путем создания «грызуноустойких» материалов и конструкций;

- изучение механизма грызущей и роющей деятельности грызунов, биомеханики челюстного аппарата, влияния факторов окружающей среды на грызущую и роющую деятельность. Знание биологических особенностей поведения вредных грызунов позволит разрабатывать рекомендации по снижению их вредоносной деятельности;

- исследование биостойкости имеющихся и создаваемых материалов, их физико-механических свойств. Разработка этих направлений может оказаться перспективной, поскольку позволит прогнозировать интенсивность повреждения различных материалов грызунами и своевременно определить систему возможной защиты наименее устойчивых материалов;

- поиски репеллентных агентов против грызунов и разработка системы средств защиты материалов с их помощью.

В намеченных направлениях уже начата работа во многих странах мира и достигнуты определенные результаты.

ТЕМА 6. ПТИЦЫ – ИСТОЧНИК БИОПОВРЕЖДЕНИЙ

В век научно-технической революции птицы все чаще оказываются в ряду организмов, наносящих ущерб технике, архитектурным сооружениям, памятникам культуры, транспорту, техническому и сельскохозяйственному сырью. В одних случаях этот ущерб незначителен и исчисляется сотнями миллионов рублей, в других - пока совсем невелик, но мы говорим о нем, потому что нас тревожит тенденция его роста. Человек уже накопил горький опыт подобных ситуаций; многое из того, что вызывает сегодня огромные материальные потери, было известно давно и поэтому могло быть предотвращено, если бы были приняты специальные меры или по крайней мере была бы предусмотрена эта ситуация заранее.

В 1912 году в Калифорнии произошло первое официально зарегистрированное столкновение летательного аппарата с птицей, в результате которого разбился летчик-испытатель. Тогда этому не придали большого значения. Несчастные случаи в результате столкновений с птицами были крайне редкими. В настоящее время в мире ежегодно сталкиваются с птицами около 4000 самолетов, значительная часть столкновений заканчивается дорогостоящим ремонтом двигателей или фюзеляжа, некоторые столкновения приводят к катастрофам (приложение 5).

Стоимость самого дешевого ремонта – замена двигателя – оценивается в 40000 долларов. Стоимость самого дорогого – в несколько миллионов долларов (стоимость самолета), в том случае, если самолет потерпел аварию, и столкновение окончилось тяжелыми последствиями, гибелью экипажа и пассажиров.

Предотвращение столкновений самолетов с птицами в наши дни является предметом постоянного внимания Международной организации гражданской авиации (ИКАО), Международного и Европейского комитетов по опасности птиц для самолетов, регулярно созываемых международных конференций по опасности птиц для самолетов. Этими вопросами занимаются созданные при авиацион-

ных министерствах США, Англии, Франции и других стран правительственные комитеты и большое количество научных лабораторий многих стран мира.

Что же произошло с авиацией, почему защита могучих современных лайнеров от крошечного птичьего тельца стала такой серьезной задачей для техники и биологии? Прежде всего потому, что именно в последние десятилетия значительно возросла скорость самолётов. Птицам стало труднее избегать столкновений с самолетами. Сила удара тела птицы о самолет при скорости самолета около 1000 км/ч стала достигать почти 30 000 кг. За эти же годы возросла не только скорость, но и объем транспортных и пассажирских перевозок, а значит, резко увеличилось количество самолетов, поднимающихся в воздух. В настоящее время обе тенденции увеличиваются и, следовательно, птицы как фактор опасности для самолётов завтра будут значить еще больше, чем сегодня, если, конечно, не принять профилактические меры. Но какие меры могут защитить самолеты от птиц, сделать маршруты сверхзвуковых гигантов безопасными в этом отношении?

Прежде всего, мы должны отметить, что гарантировать полную безопасность самолета от столкновений с птицами в настоящее время невозможно. В то же время, своевременно осуществляя специальные мероприятия, мы можем существенно уменьшить вероятность таких столкновений в условиях отдельных аэродромов, находящихся на пути массовых перелетов или в местах массовых скоплений мигрирующих птиц. При этом положительный эффект достигается за счет многих мероприятий, проводимых различными службами под наблюдением и при участии учёных.

Конструкторы за счёт специальных приспособлений увеличивают птицестойкость самолетных конструкций; особое внимание обращают на те узлы, в которые по статистике особенно часто попадают птицы, вызывая при этом наибольшие разрушения. Так, статистика показывает, что в 39,4% столкновений гражданских самолё-

тов птицы ударяются в двигатель, в 32,4% – в плоскости, в 16% – в остекление кабины, в 7% – в переднюю часть фюзеляжа. Конструкторские решения имеют большое значение в защите самолета от птиц. Таким путем удастся ослабить последствия столкновения, если оно все же произошло. Для изучения этого вопроса стоящий на специальном стенде самолет обстреливают птичьими тельцами (в качестве стандарта используют голубей) из пневматической пушки. Сила удара такого «снаряда» соответствует той, которую испытывает самолет, сталкиваясь с птицей в воздухе. Если птичье тельце попадает в двигатель, конструкторы следят за тем, чтобы падение его мощности не превышало определенные пределы. Соответствующие требования птицестойкости предъявляются и к другим узлам самолетных конструкций.

Однако возможности конструкторских решений в защите самолета от птиц ограничены. Птицестойкость конструкций связана с их утяжелением, с падением мощности двигателя и другими нежелательными последствиями. Поэтому полностью решить проблему защиты самолетов от птиц таким путем невозможно. Для этого используют одновременно многие другие пути. Авиационные метеорологи внимательно следят за появлением мигрирующих стай птиц, фиксируют, высоту и скорость их полета в особенности в тех точках, где они пересекаются с трассами авиалиний. Самолёты, как известно, летают строго по определенным коридорам. Во время миграций коридоры, которые заполняются птицами, закрыты для самолетов.

Конечно, обнаружение и прослеживание мигрирующих птиц - сложное и трудное дело. Метеорологам помогают орнитологи. Большая часть птиц (до 90%) летит ночью, в тумане, в облаках, и их не увидишь простым невооруженным глазом. В этом случае на помощь наблюдателям приходят аэродромные локаторы. Мигрирующие стаи на экранах локатора выглядят как медленнодвигающиеся пятна – засветки. Опытный оператор различает засветки и внимательно следит за ними.

Большое количество столкновений (более 60% от общего числа) происходит поблизости от аэродрома на взлете или посадке. Это и понятно. Большинство птиц летит на высоте 300-1000 м (хотя известны случаи перелета на высотах до 8000 м и выше), и именно такие высоты пересекают взлетающие и приземляющиеся самолеты. Но кроме того, аэродром и его окружение имеют особую привлекательность для птиц. Прежде всего потому, что эта территория охраняется, и следовательно, для обитающих здесь птиц создаётся режим своеобразного заповедника. Расположенные поблизости свалки представляют собой хорошую кормовую базу. На взлетно-посадочную полосу выползают дождевые черви и насекомые, выбегают мышевидные грызуны, рядом с полосой растут сорняки, поставляющие съедобные для птиц семена. Если аэродром расположен рядом с водоемом, на нём охотно гнездятся чайки, останавливаются на пролете кулики, утки. Ангары и крыши административных зданий аэродрома заселяют галки и голуби, на липах и тополях насаждений аэропортов устраивают колонии грачи.

Концентрация птиц на аэродроме всегда высокая. Но она еще больше возрастает, когда наступает период весенних или осенних миграций и когда в конце лета молодняк покидает гнезда и в массе собирается поблизости от взлетно-посадочной полосы. Именно эти периоды самые опасные для авиации. Наблюдения показывают, что с самолётом сталкиваются в основном молодые необученные птицы, сравнительно недавно покинувшие гнезда, или мигранты – пришельцы. И те и другие незнакомы с местными условиями, не знают самолет и не боятся его. Попадая на полосу, по которой то и дело с грохотом и свистом проносятся самолеты, они теряют ориентировку и становятся беспомощными. Именно такие птицы представляют собой наибольшую опасность для самолетов. Оценивая эту аэродромную ситуацию в целом, орнитологи и авиационные специалисты разрабатывают комплекс экологических мероприятий, направленных на уменьшение численности птиц в районе аэродрома. Важно

подчеркнуть, – что это достигается «мягким» путем. Птиц не уничтожают и не убивают, не разоряют их гнезд.

Внимание, прежде всего, обращают на те виды, которые чаще всего сталкиваются с самолетами. Из 760 видов птиц, обитающих на территории нашей страны, таких «авиа опасных» всего около 10. Это врановые, чайки, голуби, некоторые кулики и т.д. Изучая экологию и поведение этих видов в условиях конкретного аэродрома, специалисты прежде всего ликвидируют факторы, привлекающие птиц. Уничтожаются свалки мусора и пищевых отходов, осушаются небольшие водоёмы, заделываются и закрываются сеткой чердачные окна и т.д. Даже эти меры сами по себе оказываются весьма эффективными. Так, на наших аэродромах проведение подобных мероприятий на 40% сократило число столкновений. Непосредственно на взлетно-посадочной полосе и поблизости от неё проводят борьбу с мышевидными грызунами, дождевыми червями и насекомыми, с сорняками, привлекающими птиц. Вдоль полосы устанавливают динамики, через которые транслируют крики, отпугивающие птиц (акустические репелленты). В качестве репеллентов используют записанные на магнитные ленты крики бедствия и тревожные сигналы птиц. Акустические репелленты оказывают хороший эффект на мигрирующих птиц, особенно опасных для самолетов.

Массовое уничтожение птиц в районе аэродромов, с этим согласились все ученые, неэффективно. В этом случае мишенью оказываются местные птицы, которые, как правило, менее опасны для самолётов, чем пришельцы. Но птицы – важнейший компонент естественных сообществ, и его изъятие даже на ограниченных территориях чревато опасными последствиями.

Мы избрали авиацию как пример, показывающий, какую роль играют птицы как биоповреждающий фактор и какие усилия приходится применять для того, чтобы защититься от них. Между тем задачи, связанные с биоповреждающей деятельностью птиц значительно более широки. Рост энергетической сети привёл к тому, что

грачи, аисты и некоторые другие птицы стали гнездиться на металлических опорах электропередач. Заплетая в свои гнезда куски металлической проволоки, птицы вызывают серьезные аварии в работе энергетических установок.

Крупные города с большим количеством старинных памятников и металлическими крышами нередко избираются зимующими птицами для отдыха и ночёвки. Несколько месяцев в году птичий помет обильно покрывает крыши и памятники, вызывая их коррозию и нанося большой, подчас невосполнимый, ущерб материальным и культурным ценностям. Борьба с ущербом, причиняемым птицами в этих условиях, сложна. Учёные ищут различные способы отпугивания, позволяющие рассеивать зимующие в городах стаи птиц, заставляющие птиц избегать линий электропередач при строительстве гнезд, но до окончательного решения этих вопросов еще далеко.

ТЕМА 7. БИОПОВРЕЖДЕНИЯ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Морское обрастание. Морскую воду по праву можно называть живой потому, что она переполнена живыми существами и их зародышами. 68 из 70 классов животных живут в море. Каждый погруженный в воду предмет сразу атакуют оседающие зародыши морских микроорганизмов, водорослей, животных как место поселения и перехвата из толщи вод кислорода и пищи. Начинается обрастание этого предмета организмами обрастателями. При хорошем доступе пищи, тепла и кислорода создаваемая телами, постройками и выделениями обрастателей корка оброста быстро растёт. На ещё живой или отмерший нижний слой организмов-обрастателей из толщи вод оседают все новые и новые зародыши. Отмершие и слабые становятся добычей подвижных трупоедов и хищников. Идет сукцессия – подавление и замещение одних видов другими. Развивается, стареет и изменяется по возрасту и по сезонам сообщество организмов – биоценоз обрастателей. В изменении его состава участвуют как сами обрастатели, так и подвижные пришельцы - обитатели оброста.

Постройка островов и естественных защитных волноломов (например, Барьерного рифа Австралии), укрепление берегов, создание прочного камня - ракушечника и строительного известняка – не единственная польза от обрастателей. Беспозвоночные животные-обрастатели – мощнейшие фильтраторы и седиментаторы – очистители вод. Из всех обитателей моря именно они в наибольшей мере осветляют взмученную в шторм или потоками с гор морскую воду, переводя мутевые взвеси в донный ил, который добывают во многих странах со дна мелководий и используют как превосходное удобрение. Они же очищают воду и от отбросов, и от болезнетворных микробов. Многие обрастатели изымают из неё и обезвреживают избытки токсических и вредных органических и неорганических веществ, накапливая их в своих телах и переводя в донные отложения. Водоросли-обрастатели завершают биологическое самоочищение вод, насыщая их кислородом.

Каждый вносимый в воду предмет позволяет осевшим на него организм-обрастателям перехватывать из мимо протекающих вод растворенные и взвешенные вещества и пищевые частицы. Отбросы их жизнедеятельности также легко уносятся прочь. Поэтому темпы роста организмов-обрастателей нередко на порядок выше темпов роста тех же видов в донных сообществах (бентосе), где водообмен слабее, а воды благодаря жизнедеятельности организмов-соседей, беднее пищей и кислородом и богаче вредными отбросами.

Залог существования видов-обрастателей – огромная продуктивность их зародышей и личинок. Расселение обрастателей идёт не только благодаря парению и плаванию зародышей растений и личинок животных, но и поселению взрослых на выносимой реками в море и дрейфующей из-за течений и ветров древесине и других предметах.

Кто же такие обрастатели? В процессе обрастания участвуют почти все классы микробов, водорослей и беспозвоночных животных. Это свыше 3000 видов. Массовыми из них считают от 40 до 90 видов (не считая микроскопических бактерий, сине-зеленых, диатомовых водорослей и грибов). Наиболее широко распространенных выносливых (эврибионтных), массовых и создающих основу оброста родов, играющих главную роль в обрастании судов, подводных сооружений и водоводов, около 20.

Микрообрастатели – организмы, тела которых не крупнее 1 мм. Это бактерии, использующие растворенные органические вещества, останки организмов и отбросы – детрит. Для оседания на субстрат некоторых животных-обрастателей необходима первичная слизистая пленка бактерий, микроводорослей (сине-зеленых, диатомей, зеленых и др.), микроскопических грибов и простейших животных. Они могут или экранировать яды необрастающих – красок от организмов-обрастателей, или наоборот – выщелачивать яд из основы краски или вести себя индифферентно.

Немногие виды сине-зеленых способны давать темно-зеленый, иногда черный налет или нити. Широко распространены диатомовые водоросли. Даже в небогатой видами флоре Каспия на теплообменниках обнаружили 140 видов и разновидностей диатомей. Микроскопические грибы немногочисленны и мало изучены. Среди них есть виды, живущие на поверхности оброста. Есть и паразиты - враги обрастателей, поражающие икранные массы или наружные известковые скелеты усоногих раков – баланусов.

Простейшие животные присутствуют в обросте, но не играют большой роли, ибо биомасса их невелика.

Микрообрастатели - многоклеточные организмы, видимые простым глазом.

Из зеленых водорослей наиболее массовы нитчатые - неветвящийся улотрикс и ветвящаяся кладофора. Многочисленные виды энтороморфы (морские, соло и оватоводные, пресноводные и эврибионтные) выдерживают загрязнения органическими и даже токсическими веществами. Из красных водорослей наиболее распространены полисифония, нерамиум, каллитамний и камиевидный лнтотамний. Бурые водоросли разнообразны по размерам и строению. Мелкий эктокарпус прикрепляет к другим обрастателям пучки ветвящихся нитей. Ламинария («морская капуста») имеет «корни» – ризоиды для прикрепления и «стебель», переходящий в кожистую зелено-бурую пластинку – «лист». Все водоросли растут только на освещаемых местах и сдерживают поселение и развитие животных-обрастателей. Гибкостью водорослей определяется малая величина причиняемую ими судам ущерб.

Животные – макрообрастатели приносят наибольший ущерб, ибо многие прикрепляются необычайно прочно и обладают твердым скелетом. Некоторые способны даже продавливать или прорезать до металла пластичные лакокрасочные покрытия.

Губки образуют ниже 0,5 м неровные мягкие разноцветные пористые наросты на малоподвижных сооружениях, чаще на затенённых

или темноокрашенных поверхностях, иногда поверх других обрастателей.

Кишечнополостные почти всегда участвуют в обрастании. Это заметно снижающие скорость хода судов густые поселения гидроидов, оторвавшиеся куски колоний которых часто вызывают засорения в водозаборах и водоводах. Реже это кораллы и одиночные полипы.

Черви в биоценозе обрастания представлены малочисленными свободно движущимися видами и строящими прочные трубки злостными обрастателями семейства серпулид. Широко распространилась на судах мерцисрелла. Она выживает и в опресненных эстуариях рек, и в Каспии, и в сильносоленых озерах Туниса. Трубки-домики прикреплены так прочно, что уцелевают на лопастях судовых гребных винтов при скорости до 700 об/мин на расстоянии 15 см от центра вращения.

Мшанки лучше других беспозвоночных выдерживают нефтяное загрязнение. Известковые корковые мшанки издавна известны геологам как строители рифов. При обрастании вех, буев и свай они сильно увеличивают поверхность, о которую ударяют волны, и тем способствуют расшатыванию и срыву этих навигационных ограждений, необходимых для безопасности мореплавания.

Моллюски-двустворки – самый известный издревле массовый и обычно завершающий процесс обрастания класс обрастателей. Мидии, митиластер, дрейссена прочно прикрепляются нитями биссуса. Устрицы цементируются нижней уплощенной створкой к металлу и камню столь прочно, что сбивать их приходится киркою или отбойным молотком.

Улитки не только живут в оброете, но прикрепляют к нему кладки яиц. Именно так на судах была завезена в виде щеток розоватых коконов в конце 40-х годов из Японского в Черное море хищная улитка рапана.

Ракообразные занимают, как правило, первое место в морском обрастании. Прибрежные усонogie баланиды обычно первыми соз-

дают макрообrost и уступают господство двустворкам митиладам не раньше осени. Многочисленные баланусы способствуют образованию язв в обшивке до 4 мм глубины за год (из 8 мм толщины обшивки средних судов). Они не только портят окраску, способствуя язвенной коррозии корпуса, но и вызывают потерю 18% скорости хода судна. Усоногие морские уточки (лепаидпы) - обрастатели из открытых вод океана. Вызывают большие потери хода судов и сильные помехи в работе океанологических приборов. Корофииды живут главным образом в солоноватых водах и строят многочисленные кожисто-иловые домики-трубочки, корою одевающие поверхности вблизи уреза воды. Другие бокоилавы и креветки часто питаются обростом стационарных сооружений и несколько уменьшают его биомассу, но существенной роли в процессе обрастания не играют.

Крабы обычно пожирают обрастателей. Особенно многочислен расселяемый из моря в море судами мелкий краб ритропанопеус.

Иглокожие – подвижные враги обрастателей: звезды пожирают двустворок, ежи - водорослей. Зачастую очищают от обрастателей молы и другие неподвижные сооружения.

Оболочники - низшие хордовые животные. Наиболее распространены колониальные асцидпы ботриллус. Подобно мидиям и мшанкам, ботриллусы, развиваясь к осени большими пленками, могут задушить всех обрастателей подстилающего их снизу слоя оброста. Почти всеветно распространены одиночные асцидии, хорошо переносящие опреснение молгулы, зеленоватая циона, достигающая длины 10 см, яйцевидная с грубой морщинистой кожей стиэла.

Чем меньше число видов обрастателей в данном месте, тем сильнее рост отдельных особей и выше общая биомасса оброста. Взаимосвязи видов весьма сложны. Даже в однородных условиях для сообщества, состоящего лишь из четырёх неподвижных и двух хищничающих подвижных беспозвоночных, в водозаборе на Азовском море установлено свыше 30 взаимозависимостей, причем самые ма-

лые годовые или сезонные отклонения сильно влияют на состав и динамику всего сообщества.

Состав и скорость развития обраста зависят и от материала и формы поверхности изделия, её освещённости и омываемости водой. Асбоцемент и керамика обрастают сильнее дерева и окрашенного металла, стекло и оргстекло – меньше. Горизонтальное и вертикальное распределение обрастателей наиболее чётко в Черном море у судов с постоянной ватерлинией.

Ущерб от обрастания огромен. Это потеря 20-42% скорости судов, засорение, перегрев и преждевременный износ систем и двигателей, потеря хода, вибрация, кавитация и коррозия винта. Обрастают даже сетчатые стенки садков для рыб. Оброст корпусов судов и буев, свай, эстакад и вышек усиливает в несколько раз разрушительное воздействие ударов волн (приложение 5). Обрастание подводных приборов искажает их показания и выводит приборы из строя. Практически все обрастатели способствуют коррозии: своим присутствием создают дифференциальную аэрацию, воздействуют выделениями, некоторые разрушают защитные от коррозии покрытия. Кроме обрастания и биокоррозии, организмы могут вызвать засорение водоводов, защитных решеток гидросооружений и т.п. Здесь важны и обрастатели, и подвижные обитатели обраста, и даже планктоны (выход из строя водозаборов при нагоне ветром медуз).

В проектах водных сооружений необходимо предусматривать возможность эксплуатационных условий, благоприятствующих не только местным, но и чужеродным организмам, постоянно заносимым при транспортных и акклиматизационных работах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования повреждаемости сырья, материалов и изделий микроорганизмами, насекомыми и грызунами, способов защиты товаров от биоповреждений играют важную роль в решении проблемы повышения качества, надежности и долговечности продукции, как в условиях хранения, так и в процессе производства, транспортировки и при эксплуатации.

Повреждая тару, упаковку, складские помещения, портя хранящиеся в них товары живые организмы, наносят значительный ущерб. Только учтенные потери от биоповреждений материалов достигают 3% от объема их производства. На долю микроорганизмов приходится около 40% от общего числа биологических повреждений.

В настоящее время координацию работ по исследованию вопросов, связанных с изучением биоповреждений, в нашей стране проводит Научный совет по биоповреждениям РАН. В международном масштабе такие функции осуществляет Международное общество по биоповреждениям со штаб-квартирой в Астонском университете в Англии.

Проблемы защиты от биоповреждений требуют комплексного решения. Они являются частью биосферных программ, поскольку создаваемые человеком материалы и изделия становятся частью биосферы. Это проблемы не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня, ибо создавая новые материалы и изделия, мы должны учитывать, как они будут работать завтра, как их будут разрушать живые организмы, как к ним будет относиться биосфера. Проблемы должны решаться в тесном взаимодействии ученых и практиков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балаева, С.И. Товароведение и экспертиза непродовольственных товаров: учеб. пособие / С.И. Балаева - М.: Дашков и Ко, 2012. - 552 с.
2. Брэм, А.Э. Жизнь животных: монография / А.Э. Брэм - М.: Терра, 1998. - 1410 с.
3. Вилкова, С.А. Товароведение и экспертиза парфюмерно-косметических товаров: учебник / С.А. Вилков - М.: Изд. дом «Деловая литература», 2000. - 286 с.
4. Гусев, М.В. Микробиология: учебник / М.В. Гусев - М.: Академия, 2007. - 436 с.
5. Дзахмишева, И.Ш. Идентификация и фальсификация непродовольственных товаров: учеб. пособие / И.Ш. Дзахмишева. – М.: Дашков и Ко, 2011. - 357 с.
6. Дрижд, Н.А. Современные аспекты технического регулирования по вопросам обеспечения безопасности товаров / Н.А. Дрижд. Сборник IV Ежегодных международных научно-практических чтений Ставропольского института кооперации (филиала) БУКЭП, 27 апреля 2018 г. – С. 175-177.
7. Дрижд, Н.А. Современные методы анализа и управления ассортиментом товаров: монография / Н.А. Дрижд, Э.В. Якубова. – Ставрополь: Ставролит, 2010. – 148 с.
8. Дрижд, Н.А. Основы управления ассортиментом товаров. Непродовольственные товары. Учебно-методическое пособие. - Ставрополь: Ставропольский институт кооперации (филиал) БУКЭП, 2018. – 43с.
9. Дрижд, Н.А. Метрология и стандартизация: учебное пособие. / Н.А. Дрижд. - Ставрополь: Ставропольский институт кооперации (филиал) БУКЭП, 2016. – 110 с.
10. Ермилова, И.А. Биоповреждения промышленного сырья и материалов и их защита: учеб. пособие / И.А. Ермилова - Л.: ЛИСТ им. Ф. Энгельса, 1984. - 28 с.

11. Ермилова, И.А. Теоретические и практические основы микробиологической деструкции химических волокон: монография / И.А. Ермилова - М.: Наука, 1991. - 248 с.

12. Кочкаров, Р.Х. Импортзамещение: конкурентоспособность агропродовольственного рынка России / Р.Х. Кочкаров // Экономика и управление: проблемы, решения: научно-практический журнал. 2016. № 3. Т. 2 (51). С. 119-123.

13. Кочкаров, Р.Х. Импортзамещение: конкурентоспособность товарного рынка России: Монография / Р.Х. Кочкаров, А.В. Моргунова, Н.А. Гречушкина-Сухорукова. – Ставрополь: Издательско-информационный центр «Фабула», – 2017. – 110 с.

14. Кочкаров, Р.Х. Мясная продуктивность овец советской мясо-шёрстной породы в горной и предгорной зонах / Р.Х. Кочкаров, И.И. Селькин // Овцы, козы, шерстяное дело. 2009. № 1. С. 25-26.

15. Моисеенко, Н.С. Товароведение непродовольственных товаров: учебник / Н.С. Моисеенко. - Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 395 с.

16. Моргунова, А.В. Изучение показателя активности воды в замороженных мясопродуктах / Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 43. - № 4. - С. 50-55.

17. Моргунова, А.В. Состояние науки и практики при выборе упаковочного материала в пищевой промышленности / А.В. Моргунова, Н.А. Виноградова // Материалы I Ежегодных международных научно-практических чтений Ставропольского института кооперации (филиала) БУКЭП : сборник международных конференций профессорско-преподавательского состава и аспирантов СтИК (филиала) БУКЭП под общей ред. В.Н. Глаза, С.А. Турко. - 2015. - С. 221-223.

18. Николаева, М.А. Товароведение потребительских товаров: учебник / М.А. Николаева. - М.: Норма, 1998. - 283 с.

19. Нюкша, Ю.П. Биологическое повреждение бумаги и книг: монография / Ю.П. Нюкша. - СПб.: Изд. библиотеки Российской Академии наук, 1994. - 236 с.

20. Пехташева, Е.Л. Биоповреждения и защита непродовольственных товаров: учебник / Под ред. А.Н. Неверова. – М.: Мастерство, 2002 – 224 с.

21. Пехташева Е.Л. Биоповреждения непродовольственных товаров: учебник / Е.Л. Пехташева - М.: Дашков и Ко, 2012. - 332 с.

22. Садовой, В.В. Прогнозирование молекулярных свойств биологически активных пищевых добавок в технологии мясopодуKтов / В.В. Садовой, С.А. Левченко, Т.В. Щедрина, О.В. Сычева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2013. №5-6(335-336). С. 94-97.

23. Садовой, В.В. Разработка технологии пищевой добавки, обогащенной флавоноидами / В.В. Садовой, А.А. Аралина, Т.В. Щедрина // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. №1 (343). С. 31-34.

24. Садовой, В.В. Совершенствование технологических процессов и оптимизация рецептурных композиций в пищевой промышленности: Монография. Министерство образования и науки Российской Федерации, Северо-Кавказский государственный технический университет. Ставрополь, 2004. – 174 с.

25. Селькин, И.И. Шерстная продуктивность молодняка мясoшерстных овец / И.И. Селькин, Р.Х. Кочкаров // Зоотехния. 2011. № 4. С. 24-25.

26. Степановских, А.С. Биологическая экология. Теория и практика: учебник / А.С. Степановских М.: Юнити-Дана, 2012. – 792 с.

27. Сязин, И.Е. Пищевое сырье как объект технологии криоконсервирования и криосепарации / И.Е. Сязин, Г.И. Касьянов, М.И. Лугинин, А.В. Моргунова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 2-3 (320-321). С. 40-43.

28. Трегубова, Н.В. Пищевая микробиология: монография / Н.В. Трегубова. – Ставрополь: ООО «Губерния», 2016. - 120 с.

29. Трегубова, Н.В. Современные способы увеличения сроков хранения рыбной продукции / Н.В. Трегубова, Н.А. Ожередова //

Материалы I Ежегодных международных научно-практических чтений Ставропольского института кооперации (филиала) БУКЭП сборник международных конференций профессорско-преподавательского состава и аспирантов СТИК (филиала) БУКЭП. Под общей ред. В.Н. Глаза, С.А. Турко. - 2015. - С. 215-218.

30. Трегубова, Н.В. Морские свинки – биологические объекты научных исследований / Н.В. Трегубова, И.С. Исмаилов, М.А. Ткаченко // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. - № 4 (12). - С. 211-215.

31. Ходыкин, А.П. Товароведение непродовольственных товаров: учебник / А.П. Ходыкин. - М.: Дашков и Ко, 2012. - 541 с.

32. Черняховский, Э.Р. Управление экологической безопасностью: учебник / Э.Р. Черняховский - М.: Альфа-пресс. 2007. - 248 с.

33. Шевхужев, А.Ф. Шерстная продуктивность разных конституционально-продуктивных типов / А.Ф. Шевхужев, И.И. Попов, Р.Х. Кочкаров, М.М. Мамбетов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 123-125.

Нормативные документы

1. ГОСТ 9.048-89. ЕСЗКС. Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 22 с.

2. ГОСТ 9.049-91. ЕСЗКС. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. - М.: Изд-во стандартов, 1991. – 14 с.

3. ГОСТ 9.050-86. ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 8 с.

4. ГОСТ 9.052-88. ЕСЗКС. Масла и смазки. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов. - М.: Изд-во стандартов, 1988. - 10 с.

5. ГОСТ 9.053-86. ЕСЗКС. Материалы неметаллические и изделия с их применением. Методы испытаний на микробиологическую стойкость в природных условиях в атмосфере. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 12 с.

6. ГОСТ 9.055-75. ЕСЗКС. Ткани шерстяные. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению молью. - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 8 с.

7. ГОСТ 9.057-75. ЕСЗКС. Материалы полимерные, древесина, ткани, бумага, картон. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению грызунами. - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 9 с.

8. ГОСТ 9.058-75. ЕСЗКС. Материалы полимерные, древесина, ткани, бумага, картон. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению термитами. - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 10 с.

9. ГОСТ 9.060-75. ЕСЗКС. Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению. - М.: Изд-во стандартов, 1975. - 9 с.

10. ГОСТ 9.082-77. ЕСЗКС. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию бактерий. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 6 с.

11. ГОСТ 9.085-78. ЕСЗКС. Жидкости смазочно-охлаждающие. Методы испытаний на биостойкость. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 8 с.

12. ГОСТ 9.102-91. ЕСЗКС. Воздействие биологических факторов на технические объекты. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1991. - 7 с.

13. ГОСТ 9.801-82. ЕСЗКС. Бумага. Методы определения грибостойкости. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 7 с.

14. ГОСТ 9.802-84. ЕСЗКС. Ткани и изделия из натуральных, искусственных, синтетических волокон и их смесей. Метод испытания на грибостойкость. - М.: Изд-во стандартов, 1984. - 6 с.

15. ГОСТ 18610-82. ЕСЗКС. Древесина. Метод полигонных испытаний стойкости к загниванию.- М.: Издательство стандартов, 1985.- 7 с.

16. ГОСТ 28504-90. ЕСЗКС. Шкурки меховые и овчина шубная невыделанные. Методы определения структурной поврежденности и бактериальной зараженности кожевой ткани. - М.: Изд-во стандартов, 1990. - 9 с.

17. О защите прав потребителей: федер. закон от 7.02.1992 г., № 2300-1 // СЗ РФ. – 1996. - № 3. – Ст. 140.

18. О техническом регулировании: федер. закон от 27.12.2002 №184-ФЗ) // СЗ РФ. – 2002. - № 52 (ч. 1). - Ст. 5140.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Семейство моли – вредители продуктов животного происхождения



Фото 1. Моль зерновая
(*Tineola furciferella*)



Фото 2. Моль мебельная
(*Nemapogon granellus*)



Фото 3. Моль шубная
(*Nemapogon personellus*)



Фото 4. Моль грибная
(*Tinea pellionella*)



Фото 5. Моль платяная
(*Tinea tapetiella* L.)

Приложение 2

Клещи паразитиформные - биоповреждающие агенты



Фото 1. Кошарный клещ



Фото 2. Иксодовый клещ



Фото 3. Аргозидный клещ

Жуки-кожееды – вредители меха и кожи



Фото 1. Кожеед ветчинный



Фото 2. Кожеед меховой



Фото 3. Кожеед музейный



Фото 4. Ковровый кожеед

Мыши и крысы – виновники биоповреждений



Фото 1. Домовая мышь



Фото 2. Серая крыса



Фото 3. Чёрная крыса

Приложение 5



Фото 1. Птицы – источник биоповреждений



Фото 2. Морское обрастание судов

Учебное издание

*Трегубова Нина Владимировна,
Кочкаров Рашид Хасанбиевич,
Моргунова Анна Викторовна,
Дрижд Наталья Алексеевна,
Динаев Эрик Казбекович*

БИОПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ТОВАРОВ

Учебное пособие

по дисциплине «Основы микробиологии
и биоповреждаемости товаров»

для студентов специальности
38.02.05 «Товароведение и экспертиза качества потребительских
товаров»

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка и дизайн обложки: Г.Н. Есин

Подписано в печать 25.03.2019 г.

Формат 60x84 1/16

Усл. п. л. – 5,81

Бумага офсетная.

Печать офсетная.

Заказ № 353

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ООО «Издательско-информационный центр «Фабула»
355042, РФ, г. Ставрополь, пр-д 1-й Параллельный, 8, офис 303
тел./факс (8652) 23-07-00, (9624) 41-93-57
e-mail: fabula-st@mail.ru, www.fabula-st.ru

ISBN 978-5-91903-205-2



9 785919 032052

Издательско-информационный центр «Фабула»