ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТОВАРОВ

курс лекций

Витебский государственный университет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Е.А. Шеремет

Витебский государственный университет

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТОВАРОВ

Курс лекций

для студентов специальностей
1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация (легкая промышленность)»,
1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров»

Витебск
2011

УДК 658.62
ББК 30.609
Ш 49

Рецензенты:

Грошев И.А., кандидат технических наук, начальник ЦЗЛ ОАО «Витебскдрев»»;

Шеверинова Л.Н., кандидат технических наук, начальник испытательного центра УО «ВГТУ»

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» 24 февраля 2011г., протокол № 1

Ш 49 **Шеремет, Е. А. Оценка биологических повреждений товаров**: курс лекций / Е. А. Шеремет. – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – 81 с.

ISBN 978-985-481-250-2

В курсе лекций изложены виды микроогранизмов, повреждающих товары народного потребления, факторы, влияющие на биоповреждения, а также описано влияние воздействия микроорганизмов на различные товарные группы и способы защиты от биоповреждений. Даны характеристика биоагентов из числа вредных насекомых и грызунов и мероприятия по борьбе с ними. Представлены технические нормативные правовые акты, регламентирующие методы оценки биоповреждений товаров.

Предназначен для студентов специальностей, изучающих основы биологических повреждений товаров народного потребления.

УДК 658.62
ББК 30.609

ISBN 978-985-481-250-2

© Шеремет Е.А., 2011
© УО «ВГТУ», 2011

Витебский государственный университет

Содержание

Введение 4

ЛЕКЦИЯ 1. Морфология микроорганизмов 6
ЛЕКЦИЯ 2. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы 15
ЛЕКЦИЯ 3. Биоповреждения текстильных материалов и способы их защиты 24
ЛЕКЦИЯ 4. Биоповреждения древесины и способы ее защиты 31
ЛЕКЦИЯ 5. Биоповреждения бумаги и способы ее защиты 36
ЛЕКЦИЯ 6. Биоповреждения натуральной кожи и способы ее защиты 40
ЛЕКЦИЯ 7. Биоповреждения металлов и способы их защиты 47
ЛЕКЦИЯ 8. Биоповреждения пластмасс и способы их защиты 57
ЛЕКЦИЯ 9. Биоповреждения лакокрасочных материалов и способы их защиты 62
ЛЕКЦИЯ 10. Насекомые и грызуны, повреждающие товары народного потребления 66
ЛЕКЦИЯ 11. Методы оценки биостойкости материалов 74
Литература 77
Приложение 79

Брянский государственный университет

ВВЕДЕНИЕ

К ***микроорганизмам*** относятся микроскопические живые существа, не образующие хлорофилла: бактерии, грибы (плесени, дрожжи, актиномицеты), микоплазмы, риккетсии, вирусы, а также простейшие. При изучении биоповреждений товаров народного потребления интерес представляют такие микроорганизмы, как бактерии и грибы, так как именно они являются биоагентами, приводящими к ухудшению качественных и уменьшению количественных характеристик товара.

В связи с исключительным многообразием, большой скоростью размножения и легкой приспособляемостью к различным условиям обитания микроорганизмы широко распространены в природе. Без них не обходится ни один природный процесс. Они обнаруживаются всюду, где есть жизнь, являясь постоянным спутником человека. От жизнедеятельности микроорганизмов в большой степени зависит плодородие почв. Микроорганизмы перерабатывают углерод в углекислый газ. Запасов углекислого газа, содержащегося в атмосфере, для поддержания фотосинтеза растений на существующем уровне могло бы хватить лишь на несколько десятилетий. В атмосфере и почве постепенно уменьшалось бы количество углекислого газа и минеральных солей, необходимых для растений, и жизнь на планете прекратилась бы. Но этого не происходит, потому что микроорганизмы непрерывно разрушают органические вещества и пополняют в природе запасы углекислого газа, азота, фосфора и минеральных солей.

Микроорганизмы широко применяются в производстве пищевых продуктов: хлеба, пива, вина, кисломолочных продуктов, спирта, сыра, квашеных овощей. С помощью микроорганизмов получают такие важные медицинские средства, как вакцины, сыворотки и антибиотики, применяемые в профилактике и лечении болезней.

Но микроорганизмы могут наносить и вред. Хорошей средой для микроорганизмов являются продовольственные товары. И нередко микроорганизмы вызывают их порчу.

В последние десятилетия все большую активность приобретает проблема повреждения микроорганизмами промышленных материалов, сырья, изделий и конструкций. Потери от этих повреждений достигают колоссальных размеров и составляют в мировом масштабе многие десятки миллиардов долларов ежегодно. Под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов может происходить изменение свойств и качества товаров.

Микроорганизмы вызывают повреждение материалов и товаров различного происхождения, различной физической и химической структуры Но особенно это касается товаров, изготовленных из природного органического сырья.

В процессе воздействия на материалы и изделия микроорганизмы изменяют их структуру и потребительские свойства в результате различных реакций окисления, восстановления, декарбоксилирования, этерификации,

Витебский государственный университет

гидролиза и др. Изменения структуры материалов изучают на уровне их макроструктуры, микроструктуры и тонкой внутренней структуры.

Микроорганизмы разрушают строительные материалы, изделия из бумаги и древесины, портят меха и кожу. Биоповреждению подвергаются стекло, пластмассы, резины.

Бактерии со своеобразной морфологией обнаружены в почве и водоемах. Они участвуют в превращениях железа и марганца. Некоторые из них стимулируют процессы биокоррозии металлоконструкций и изделий из металлов.

В результате воздействия микроорганизмов, насекомых и грызунов снижается экономическая ценность товаров, нарушаются процессы эксплуатации изделий.

Наряду с экономическим ущербом от биоповреждений эта проблема имеет и международный аспект. В связи с расширением внешней торговли, экономических, культурных и политических связей между Республикой Беларусь и другими странами необходимость повышения качества экспортируемых товаров предполагает и повышение их биостойкости, особенно для товаров, экспортируемых в страны с жарким и влажным климатом.

В настоящее время, когда большое внимание уделяется повышению качества и надежности выпускаемой продукции, возникает необходимость создания принципиально новых материалов с заранее заданными свойствами, улучшенными прочностными и антикоррозийными характеристиками, а также поиск оптимальных способов защиты сырья, материалов и готовых изделий от негативного действия биологических агентов.

В данном курсе лекций в сжатой и доступной форме излагаются основные аспекты морфологии микроорганизмов, влияния факторов внешней среды на развитие биологических агентов из числа бактерий и грибов; описываются виды биоповреждений, связанных с воздействием микроорганизмов на различные по структуре материалы и товары народного потребления, а также способы их защиты; отмечаются мероприятия, предотвращающие повреждения материалов и товаров насекомыми и грызунами.

В связи с возрастанием доли самостоятельной работы студентов в учебном процессе, недостаточным обеспечением дисциплины учебной и научной литературой возникает необходимость в создании учебного пособия, обобщающего современные данные по проблеме биоповреждений сырья, материалов и готовых изделий.

Предлагаемый курс лекций предназначен для студентов, обучающихся по специальностям 1-25 01 09 « Товароведение непродовольственных товаров», 1- 54 01 01 04 «Метрология, стандартизация и сертификация (легкая промышленность)», а также студентов других специальностей и практикующих специалистов, чья профессиональная деятельность связана с работой на рынке товаров народного потребления.

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 1
МОРФОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Самая распространенная и многочисленная группа микроорганизмов – ***бактерии***. Бактерии в зависимости от формы подразделяются на:

- шаровидные;
- палочковидные (цилиндрические);
- извитые.

Шаровидные бактерии, или *кокки*, имеют форму шариков и наиболее часто встречаются в природе. Иногда кокки имеют вытянутую форму и напоминают свечу, ланцет, бобы.

Кокки могут представлять собой:

- одиночные, беспорядочно расположенные клетки (*микрококки*);

-соединены попарно (*диплококки*);

-соединения по четыре кокка, возникающие при делении клетки в двух взаимно перпендикулярных направлениях (*тетракокки*);

-соединения по восемь и более клеток, образующие правильные пакеты и возникающие при делении клетки в трех взаимно перпендикулярных направлениях (*сарцины*);

-цепочками (*стрептококки*);

-скопление в виде виноградных гроздьев (*стафилококки*).

В зависимости от условий обитания и влияний факторов внешней среды (питание, t^o, ψ и др.) размеры бактерий кокковых форм могут колебаться от 0,75 до 2,0 мкм.

Шаровидные бактерии представлены на рисунке 1.

Витебский государственный университет

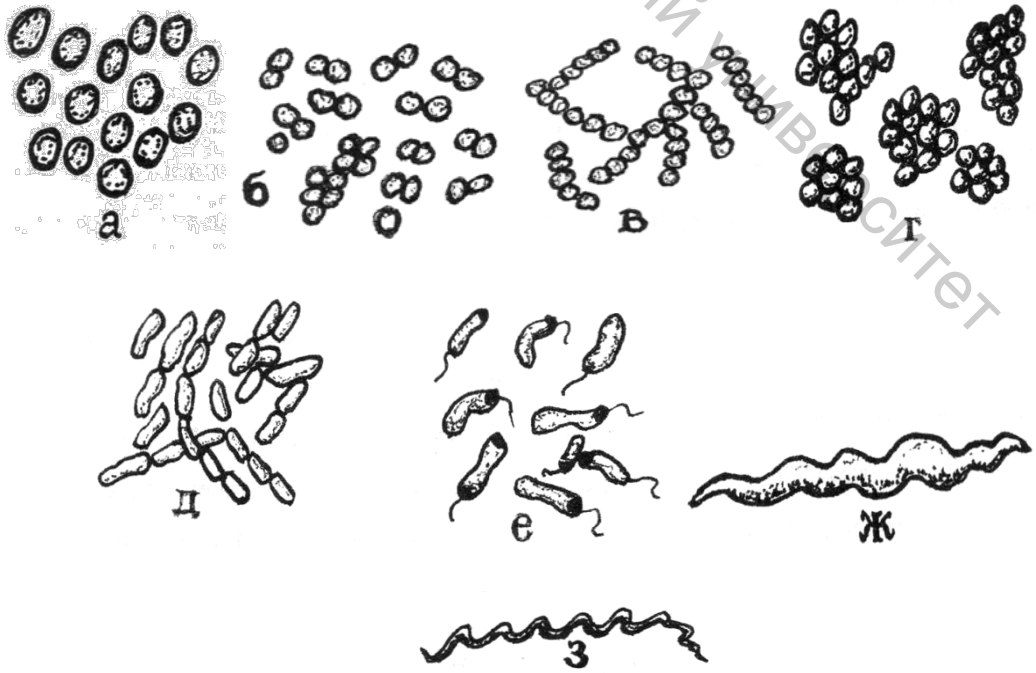

Рисунок 1 – Виды шаровидных бактерий: *а* – микрококки; *б* – диплококки; *в* – тетракокки; *г* – сарцины; *д* – стрептококки; *е* – стаффилококки

Палочковидные бактерии имеют форму цилиндра различной длины и диаметра. Концы палочек могут быть закругленными, заостренными или резко обрубленными.

Среди палочковидных бактерий имеются такие, которые в определенных условиях образуют споры – внутриклеточные тела. Их называют *бациллами.* К бациллам относятся наиболее крупные из палочковидных форм. У бацилл диаметр споры меньше диаметра клетки. Если у спорообразующих палочек спора превышает ширину клетки, то их называют *клостридиями*. В бактериальной клетке может образовываться только одна спора, которая в бациллах и клостридиях расположена в центре клетки (соответственно *бациллярный* и *клостридиальный* тип спорообразований). Если споры образуются на конце клетки, то такой тип спорообразований называется *плектридиальным* (рисунок 2). При неблагоприятных условиях способность к спорообразованию теряется. После образования споры остальная часть клетки постепенно отмирает.

Витебский государственный университет

Рисунок 2 – Формы спорообразования бактерий: *а* – бациллярная; *б* – клостридиальная; *в* – плектридиальная

Палочки могут располагаться поодиночно, попарно или цепочкой.

Длина клеток палочковидных бактерий колеблется от десятых долей микрометра до 10–15 мкм и более; диаметр клетки – от 0,5 до 1 мкм.

Извитые бактерии – это микроорганизмы, имеющие вид спирали. Они подразделяются на *вибрионы*, которые напоминают слегка изогнутую запятую, *спириллы* – имеющие несколько крупных завитков, *спирохеты* – бактерии с многочисленными тонкими завитками. Размеры бактерий извитых форм составляют от 0,1 до 20,0 мкм.

Бактериальная клетка имеет простое строение (рисунок 3). Она состоит из очень прочной клеточной стенки 1, капсулы 2, цитоплазматической мембраны 3, цитоплазмы 4, мезосом 5, ядерного аппарата 6, рибосом 7, различных включений 8-12, жгутиков13 с базальным тельцем 14. . Клеточная оболочка сохраняет постоянство формы бактерий и выполняет важную роль в жизненных процессах. Она регулирует поступление в клетку необходимых питательных веществ и выделение продуктов обмена веществ.

Цитоплазма отделена от клеточной стенки цитоплазматической мембраной, ее производные в виде мембранных структур пронизывают цитоплазму. При нарушении цитоплазматической мембраны клетка погибает.

Ядерное вещество, рибосомы и различные включения находятся внутри клетки. Ядерный аппарат бактерий представляет область, в которой сконцентрирована дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Рибосомы рассеяны в цитоплазме в виде гранул размером 20–30 нм и состоят примерно на 60 % из рибонуклеиновой кислоты (РНК) и на 40 % из белка. Рибосомы ответственны за синтез белка клетки. Среди включений встречаются такие запасные питательные вещества, как полисахариды, липиды, полифосфаты, сера, капельки жира и др. Они накапливаются при избытке тех или иных питательных веществ в среде, а расходуются при голодании.

Многие виды бактерий образуют слизистую капсулу, иногда очень толстую. Капсула служит защитным покровом и предохраняет клетку от высыхания.

Витебский государственный университет

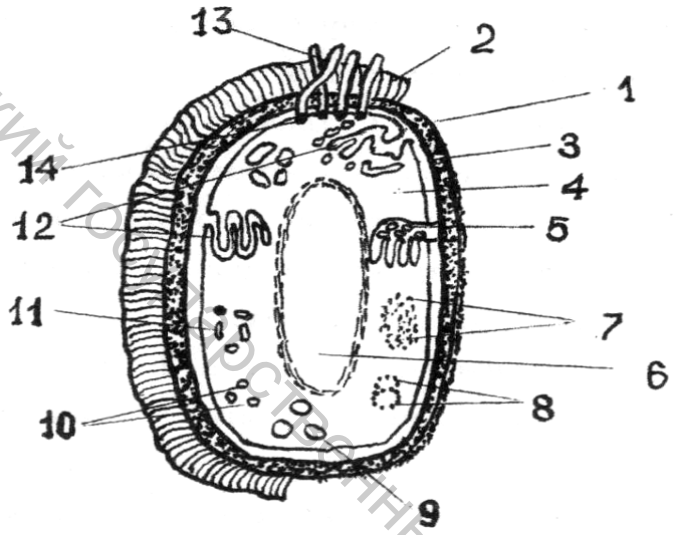

Рисунок 3 – Строение бактериальной клетки

Химический состав оболочки различных бактерий неодинаков и выражается в различных способностях клеточных стенок удерживать красители трифенилметанового ряда с йодом. В зависимости от этой особенности бактерии делятся на две группы. К одной относятся бактерии, в клетках которых комплекс, образуемый красителем и йодом, не обесцвечивается при последующей обработке спиртом. К другой группе принадлежат бактерии, не обладающие свойством удерживать краситель и обесцвечивающиеся при обработке спиртом. Этот способ был предложен датским физиком Х. Грамом. Бактерии, окрашивающиеся по Граму, называются *грамположительными*, а не окрашивающиеся – *грамотрицательными*. На препарате грамположительные бактерии окрашиваются в сиренево-фиолетовый цвет, грамотрицательные – в розово-малиновый.

Ультраструктуру бактерий можно изучить только с помощью электронно-микроскопических и микрохимических исследований.

Подвижность бактерий зависит от их формы и строения. Кокки обычно неподвижны, за исключением некоторых форм. Движение палочковидных бактерий происходит при помощи жгутиков – особых выростков цитоплазмы разной длины и толщины. Выделяют два типа образования жгутиков: *полярный,* если они расположены у полюсов клетки, и *перитрихиальный*, если они расположены по всей поверхности клетки. Извитые формы бактерий передвигаются путем сокращения тела. Бактерии, не имеющие жгутиков и не являющиеся извитыми, неподвижны.

Особенностью размножения бактерий является быстрота протекания процесса. Размножаются бактерии в благоприятных для их развития условиях путем деления клетки на две части. Палочковидные бактерии делятся поперек, шаровидные формы – в разных плоскостях. В зависимости от ориентации плоскости деления и числа делений и возникают различные формы: одиночные, парные, цепочки, в виде пакетов и гроздьев. Скорость деления зависит от вида бактерий, условий культивирования и в среднем составляет 20–30 минут. Способность бактерий к размножению колоссальна. Так, одна бактерия за сутки может дать около 70 поколений.

Если не вносить в среду питательные вещества и не удалять конечные продукты обмена, то при попадании на питательный субстрат развитие бактерий во времени подчиняется определенной закономерности. Отмечается несколько сменяющих друг друга в определенной последовательности стадий (фаз) развития, в течение которых изменяются скорость размножения, морфологические, физиологические и биохимические свойства микроорганизмов.

В начальной стадии развития – фазе задержки роста (лагфазе) – бактерии, попавшие в новую среду, некоторое время не размножаются, как бы приспосабливаясь к ней. При этом клетки увеличиваются в размере, в них возрастает содержание белка и РНК. По мере приспособления к среде бактерии начинают размножаться с возрастающей скоростью. Затем в течение определенного периода деление клеток идет с постоянной максимальной скоростью, характерной для каждого вида клеток и определенной среды. Этот период называют фазой роста. Молодые, активные клетки образуют в среде большое количество продуктов жизнедеятельности. Показателем скорости размножения бактерий в этой стадии развития служит продолжительность генерации, т.е. время, за которое число клеток удваивается.

К концу фазы роста число клеток достигает максимума, и наступает стационарная фаза развития, в течение которой число живых клеток остается более или менее постоянным. Число образующихся клеток примерно соответствует числу отмерших.

Наконец, наступает фаза отмирания, когда все большее число клеток теряет жизнеспособность и погибает. Это происходит вследствие истощения питательной среды и накопления в ней продуктов метаболизма.

Витебский государственный университет

Длительность отдельных фаз развития может значительно колебаться у разных бактерий и у бактерий одного вида в зависимости от условий роста.

Все микробы делятся на *аэробные* и *анаэробные*. Первые живут только при доступе воздуха, вторые, наоборот, гибнут в присутствии кислорода. Аэробные микроорганизмы развиваются на поверхности питательной среды (товаров). Анаэробные же микроорганизмы развиваются всегда внутри.

Широкие возможности бактерий в процессе биоповреждений связаны с их способностью использовать практически любые, содержащие азот и углерод, источники энергии и питания, органического и неорганического происхождения.

При биоповреждениях промышленных материалов, имеющих неорганическую природу, играет роль особенность многих бактерий существовать без использования органических веществ из окружающей среды. Бактерии, способные использовать неорганические вещества, называются *литотрофными.* Из литотрофных бактерий наиболее активными агентами биоповреждений являются сульфатредуцирующие, тионовые, нитрифицирующие и железобактерии. Коррозия металлов, разрушение бетона, камня, кирпича и других материалов неорганической природы, вызываемые ими, достигают колоссальных размеров.

Органотрофы получают энергию путем окисления органических веществ, поэтому многие среди них вызывают деградацию промышленных материалов на основе органических веществ. Однако некоторые из них способствуют и коррозии металлов, образуя агрессивные метаболиты (органические кислоты, аммиак, сероводород). Практически все материалы, а также сырье и изделия органической природы подвержены биодеструкции: кожа, текстильные волокна, мех, пластмассы, косметические эмульсии и т.д.

Наиболее активными разрушителями непродовольственных материалов, сырья и изделий на основе органических веществ являются *гнилостные* бактерии. Они добывают себе энергию путем окисления органических веществ. Среди них есть спорообразующие и бесспоровые, аэробные и анаэробные. Многие из них мезофиллы, но есть холодноустойчивые и термостойкие. Большинство их чувствительно к кислотности среды и повышенному содержанию в ней поваренной соли.

Наиболее распространенными гнилостными бактериями являются следующие: бактерии рода *Bacillus* – палочковидные, аэробные, подвижные, грамположительные, спорообразующие бактерии. Споры их отличаются высокой термоустойчивостью; бактерии рода *Pseudomonas* – аэробные подвижные палочки с полярным жгутиком, не образующие спор, грамотрицательные; бактерии рода *Bacterium* – грамотрицательные палочки, не образующие спор.

При гниении образуется большое количество промежуточных продуктов и неприятно пахнущих веществ.

Статистика, учитывающая все виды биоповреждений, показывает, что в определенных условиях наибольший ущерб причиняют микроскопические,

Витебский государственный университет

особенно, мицелиальные грибы. Доминирующая роль грибов среди микроорганизмов в процессах биоповреждений обусловлена их метаболическими особенностями, которые заключаются в очень богатом ферментативном аппарате. Поэтому они способны привести к преждевременному выходу из строя любое промышленное изделие.

Грибы – это обширная группа растительных организмов, составляющих более 100 тыс. видов. Наиболее широко распространены в природе *плесневые грибы (мицелиальные), дрожжи* и *актиномицеты*.

Мицелиальные грибы составляют большую группу микроорганизмов. Представителями их являются грибы родов Аспергиллус (Aspergillus), Пенициллиум (Penicillium), Мукор (Mucor), Фузариум (Fusarium) и другие. Они всегда развиваются на поверхности товаров при доступе воздуха.

Клетки микроскопических мицелиальных грибов имеют вытянутую форму и образуют систему ветвящихся нитей *гифов.* Толщина гифов от 2 до 3 мкм. Гифы хорошо видны невооруженным взглядом. Переплетаясь, нитеобразные гифы образуют тело гриба в виде пуха, ваты и других подобных образований, которое называется *грибницей*, или *мицелием*. Мицелий состоит из двух частей: верхней – плодоносящей – и нижней, которая служит для прикрепления к питательной среде (субстрату) и питания гриба.

Грибы представляют собой одноклеточные и многоклеточные микроорганизмы. Гифы многоклеточных грибов разделены перегородками (септами), а клетки часто многоядерны; гифы других грибов не имеют перегородок, и весь мицелий представляет собой как бы одну гигантскую клетку с большим числом ядер. Грибы рода Mucor – одноклеточные, родов Aspergillus, Penicillium, Fusarium – многоклеточные.

Клетки мицелия имеют клеточную стенку, которая обладает защитными свойствами, а также определяет форму клетки. Под клеточной стенкой расположена трехслойная цитоплазматическая мембрана толщиной около 8 нм. Внутри клетка заполнена цитоплазмой, представляющей собой коллоидный раствор. В цитоплазме находятся рибосомы, ядра, вакуоли, лизосомы и сильно развитая система внутренних мембран. К мембранным структурам относятся митохондрии, аппарат Гольджи, эндоплазматический ретикулум.

Эндоплазматический ретикулум (эндоплазматическая сеть) – мембранная система из взаимосвязанных канальцев, которая пронизывает цитоплазму и связана с цитоплазматической мембраной и мембраной ядра.

Митохондрии – образования из липопротеиновых мембран, в которых осуществляются энергетические процессы и синтезируется АТФ-вещество, богатое энергией.

Аппарат Гольджи – мембранная система, связанная с ядерной мембраной и эндоплазматической сетью. К его многообразным функциям относится транспортирование веществ, синтезируемых в эндоплазматической сети, а также удаление из клетки продуктов обмена.

В рибосомах происходит синтез белка. Лизосомы содержат ферменты, переваривающие (расщепляющие) поступающие извне белки, углеводы,

Витебский государственный университет

липиды. Вакуоли представляют собой полости, окруженные мембраной и заполненные клеточным соком, а также включениями запасных питательных веществ.

Отдельные виды микроскопических грибов не имеют мицелия. Это некоторые представители низших грибов, а также дрожжи, представляющие собой одиночные округлые, яйцевидные, лимоновидные или удлиненные клетки.

Мицелиальные грибы – неподвижные организмы.

Размножаются грибы вегетативно, бесполым и половым путем. При *вегетативном* размножении не образуются специализированные органы – любая часть мицелия дает начало новому организму. Размножение происходит в результате прорастания обрывков гифов путем их верхушечного роста или деления клетки. Вегетативное размножение происходит обычно при поддержании культуры на искусственных питательных средах. При *бесполом* и *половом* размножении образуются специализированные клетки – споры, с помощью которых и осуществляется процесс размножения.

При *бесполом* размножении на концах некоторых гифов, внешне отличающихся от других гиф, формируются споры. Такие споры образуются экзогенно (открыто) и называются *конидиями* (экзоспорами), а гифы, несущие их, – *конидиеносцами*. Конидии образуются непосредственно на конидиеносце или на специальных клетках, расположенных на его вершине. Эти клетки обычно имеют форму бутылочек и называются *стеригмами.* Конидии располагаются на конидиеносцах (или стеригмах) поодиночке, группами, цепочками и т.д.

У других грибов споры образуются эндогенно – внутри особых клеток, развивающихся на концах гиф. Эти клетки – вместилища спор – называются *спорангиями*, находящиеся в них споры – *спорангиоспорами*, а гифы, несущие спорангии со спорами, – *спорангиеносцами.* Созревшие конидии осыпаются, а спорангии лопаются, из них высыпаются споры, которые в благоприятных условиях прорастают (рисунок 4).

При половом размножении сначала происходит слияние двух близлежащих клеток с последующим объединением их ядер. Затем процесс размножения протекает у различных видов грибов по-разному. У одних образуется клетка, называемая *зиготой*, которая затем перерастает в новый мицелий (рисунок 5); у других грибов образуется плодовое тело, внутри которого развиваются сумки (аски) со спорами (рисунок 6). В благоприятных условиях, споры, прорастая, образуют мицелий.

Грибы, способные размножаться бесполым и половым путем, называются *совершенными*. Некоторые грибы не способны к половому размножению, их называют *несовершенными.*

Особенности способов размножения и строения органов размножения используют при распознавании грибов. Эти особенности лежат в основе их классификации.

Витебский государственный университет

Дрожжевые клетки значительно крупнее бактериальных. Их длина у разных видов колеблется от 2 до 20 мкм, иногда до 50 мкм, ширина от 1,5 до 10 мкм.

Размножаются дрожжи почкованием, некоторые виды – путем деления. При недостатке питания и избытке в среде кислорода у дрожжей наблюдается половой процесс, протекающий в виде копуляции двух клеток. Образовавшаяся зигота превращается в сумку с 4–8 спорами. При почковании на исходной (материнской) клетке образуется небольшой бугорок – почка, которая по мере роста увеличивается в размерах. Одновременно с этим происходит деление ядра на две части. Одно из ядер с частью цитоплазмы и другими элементами клетки переходит в молодую (дочернюю) клетку. По мере роста дочерней клетки перетяжка, которая соединяет ее с материнской клеткой, сужается. Таким образом, дочерняя клетка как бы «отшнуровывается», а затем отрывается и отделяется от материнской (рисунок 7). Каждая вновь образовавшаяся клетка в свою очередь начинает почковаться. Этот процесс протекает только при благоприятных условиях. В неблагоприятных условиях некоторые дрожжи образуют бесполые споры, получаемые без слияния клеток.

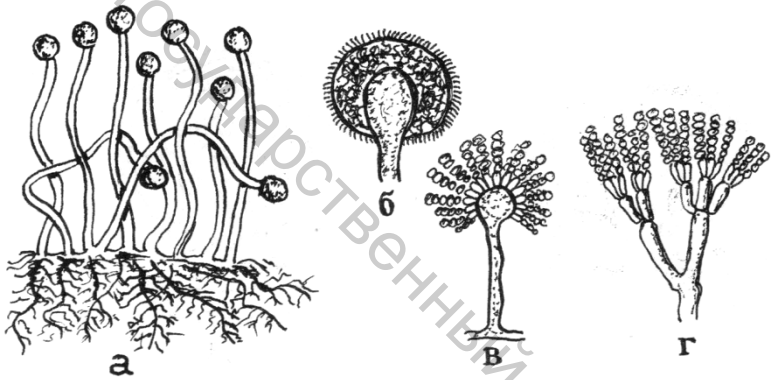

Рисунок 4 – Образование спорангиеносцов мицелиальных грибов

Рисунок 5 – Зигоспора, образующаяся на месте слияния двух отростков грибницы

Витебский государственный университет

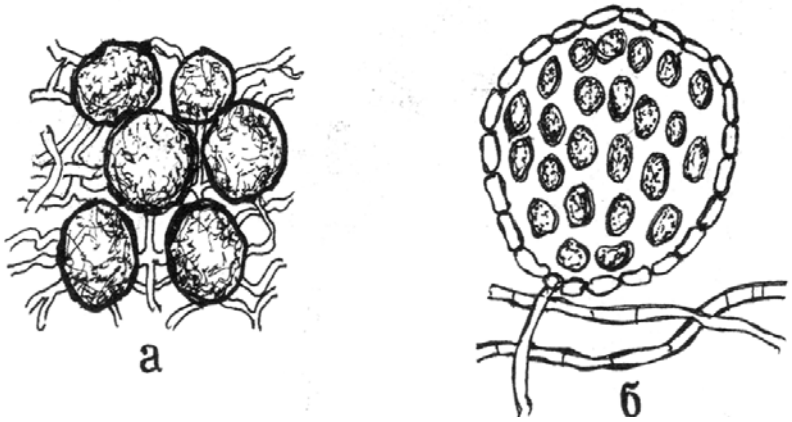

Рисунок 6 – Плодовые тела микроскопических грибов
а – общий вид; б – разрез плодового тела (внутри сумки со спорами)

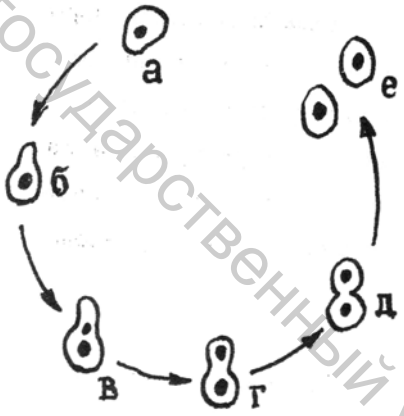

Рисунок 7 – Почкование дрожжей

Чаще споры образуются в результате полового процесса, который начинается иногда с деления ядра на несколько частей (рисунок 8). При этом в клетке образуется от 2 до 12 новых ядер. Вокруг каждого ядра формируется оболочка из уплотненной цитоплазмы, образуются споры. Попав в благоприятные условия, споры созревают, разрывают материнскую клетку, высыпаются из нее и, попарно сливаясь, образуют новую клетку, которая в дальнейшем размножается почкованием.

Спорообразование может происходить также путем слияния двух вегетативных клеток с образованием зиготы, в которой затем образуются споры, прорастающие в вегетативные клетки. Далее они размножаются почкованием.

Витебский государственный университет

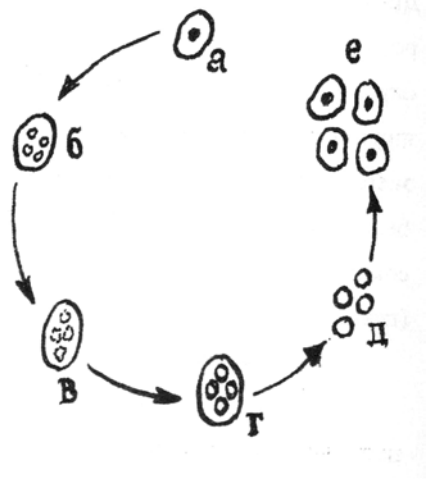

Рисунок 8 – Образование спор у дрожжей

Витебский государственный университет

Актиномицеты (лучистые грибы) – занимают промежуточное положение между плесневыми грибами и бактериями. Их тело состоит из довольно длинных ветвящихся тонких одноклеточных нитей – гифов. Длина актиномицетов может достигать нескольких сантиметров. Сплетение гифов образует воздушный мицелий, растущий над питательной средой и образующий спороносцы, на которых располагаются споры. Посредством них актиномицеты размножаются.

В процессе роста плесневых грибов мицелий с большой скоростью распространяется по поверхности органического материала, прорастает между волокнами, механически разрывая и повреждая их структуру. Но основное разрушение грибы осуществляют ферментативно, химически разлагая целлюлозу, клей, вызывая слизеобразование, слипание, распад текстуры. В случае попадания материалов в условия 100 % влажности, а также при длительном нахождении в условиях более 65 % влажности на поверхности различных материалов, промышленных изделий прорастают плесневые грибы. Если не устранить причины увлажнения и быстро не высушить намокшие материалы, то уже через 2–3 суток начнется массовое плесневение и бактериальное разложение материалов. В результате жизнедеятельности грибов большинство материалов приходит в негодность.

ЛЕКЦИЯ 2
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА МИКРООРГАНИЗМЫ

Жизнедеятельность микроорганизмов находится в неразрывной взаимосвязи с окружающей средой.

Физико-химические свойства окружающей среды могут подавлять развитие микроорганизмов, вызывать их гибель или способствовать развитию, а

в некоторых случаях вызывать изменения свойств самих микроорганизмов. Микроорганизмы, в свою очередь, способны вызывать изменения в среде обитания, выделяя в нее продукты жизнедеятельности, поглощая различные вещества, необходимые им, меняя тем самым её свойства.

Воздействием среды обитания на микроорганизмы должны пользоваться в практике хранения товаров. Если окружающие условия – температура, влажность воздуха, освещённость и др. – неблагоприятны, то развития микроорганизмов не происходит, и товары длительное время сохраняются без изменения качества.

Факторы внешней среды, влияющие на микроорганизмы, подразделяются на ***физические, химические и биологические***.

Физические факторы

К физическим факторам внешней среды относятся температура воздуха (t^0), влажность воздуха (ψ), свет и др.

Влияние температуры

Микроорганизмы могут переносить значительные колебания температуры. Для нормальной жизнедеятельности микробной клетки необходима определённая температура.

Различают три температурные точки: оптимальную, минимальную и максимальную, при которых их жизнедеятельность может быть различной интенсивности.

Оптимальная – та температура, при которой наиболее интенсивно растут и развиваются микроорганизмы.

Минимальная – самая низкая температура, при которой ещё возможно развитие микроорганизмов. Ниже этой температуры микроорганизмы снижают свою биохимическую активность, но не погибают, а переходят в *анабиотическое состояние,* т.е. состояние скрытой жизни, напоминающее зимнее оцепенение многих хладнокровных (лягушек, змей, ящериц).

Максимальная – самая высокая температура, при которой ещё возможны рост и развитие микроорганизмов. Выше максимальной температурной точки микробы погибают.

Интервал температур между максимальными и минимальными значениями у разных микроорганизмов неодинаков.

В зависимости от температуры, к которой микроорганизмы приспособились в процессе длительной эволюции, их подразделяют на *психрофилы*, или холоднолюбивые, *мезофиллы,* или любящие средние температуры, и *термофилы*, или теплолюбивые.

Оптимальной для *психрофил* является температура 10–15˚С. К этой группе относятся некоторые представители кокковой микрофлоры, плесневые грибы и другие, обитающие в почве полярных регионов, в северных морях.

Оптимальная температура для *мезофил* составляет 25–35˚С. Большинство микроорганизмов, вызывающих повреждения материалов, являются мезофилами. К этой группе относятся многие плесневые грибы, дрожжи, гнилостные бактерии.

Витебский государственный университет

Термофилы развиваются при сравнительно высокой температуре. Оптимальной для них температурой является 50–60˚С. Их можно встретить в скоплениях органических материалов, склонных к самонагреванию. Явление самонагрева встречается, например, при хранении в кипах хлопка и шерсти.

Микроорганизмы весьма устойчивы к охлаждению и замораживанию. Однако при низкой температуре всё же происходит ряд изменений, которые могут привести к гибели микробов. Скорость отмирания микроорганизмов при замораживании зависит от вида микроорганизма, температуры замораживании, краткости замораживания и оттаивания, вида и продолжительности хранения товаров в замороженном состоянии.

Высокая температура, вызывающая гибель микробной клетки, называется *летальной*. Губительное действие высокой температуры обусловливается повреждением коллоидного состояния плазмы, денатурацией белка с последующей его коагуляцией, а также нарушением ферментных систем. Большинство неспоровых микроорганизмов (беспорые бактерии, дрожжи, плесневые грибы) погибают во влажной среде при 60–70˚С за 15–30 мин, при 85˚С – за 4–5 мин и при 100˚С – моментально.

Споры бактерий обладают более высокой устойчивостью к нагреванию. Среди них имеются такие, которые остаются жизнеспособными при 4-часовом кипячении или нагревании в парах воды до˚120 С в течение 20 мин. Это объясняется тем, что в бактериальных спорах свободной воды вдвое меньше, чем в вегетативных клетках. Более высокая концентрация белков в цитоплазме и является причиной повышенной устойчивости к тепловой коагуляции.

Споры плесневых грибов и дрожжей хотя и более стойки, чем вегетативные клетки, но нагревание в водной среде до 100˚С часто вызывает их гибель.

Влияние влажности

Вода имеет большое значение в жизни микроорганизмов. С водой поступают питательные вещества, с нею из клетки удаляются продукты жизнедеятельности. Поэтому с уменьшением содержания воды в субстрате интенсивность развития микроорганизмов падает, а при уменьшении содержании воды ниже определённого предела их развитие может прекратиться совсем (субстрат – это объект питания микроорганизмов).

Нижним пределом влажности для бактерий является содержание её в материале и товаре около 20–30 %. Менее требовательны к влаге плесневые грибы. Они успешно развиваются на товарах и материалах, влажность которых всего лишь 15–17 %, а в отдельных случаях даже 6 % (хлопковое волокно).

Чем выше влажность, тем более благоприятные условия для развития микроорганизмов.

Различные виды микроорганизмов не в одинаковой степени чувствительны к высушиванию, при котором теряется вода, в результате чего наступает гибель клетки. Наиболее чувствительны к высушиванию неспорообразующие микроорганизмы. Споры обладают высокой

Витебский государственный университет

устойчивостью к высыханию, сохраняясь в высушенном состоянии в течение нескольких лет.

В целом микроорганизмы по величине минимальной потребности во влаге для их роста можно разделить на следующие группы: *гидрофиты* – влаголюбивые, *мезофиты* – среднелюбивые, *кресофиты* – сухолюбивые.

Преобладающее большинство бактерий – гидрофиты. Многие мицелиальные грибы и дрожжи – мезофиты, но имеются гидрофиты и ксерофиты.

Многие материалы (товары) при хранении изменяют влажность, становясь доступными действию микроорганизмов. Материалы (товары), богатые влагой, её теряют, а сухие обладают способностью поглощать влагу. Эта способность зависит от химического состава, физических свойств и строения материалов (товаров).

Изменение влажности чаще происходит в результате контакта с окружающим воздухом, всегда содержащим некоторое количество паров воды, или контакта с другими товарами и материалами.

Увлажнение опасно тем, что во влажных материалах (товарах) происходят микробиологические и биохимические процессы, вызывающие быстрое изменение и порчу товаров. Эти процессы, в свою очередь, вызывают дополнительное увлажнение, так как почти всегда сопровождаются образованием воды из сухого вещества материала (товара).

Влияние света

Прямые солнечные лучи, особенно ультрафиолетовые, губительно действую на большинство микроорганизмов. Микробная клетка вегетативных форм погибает на солнечном свету через несколько часов.

Рассеянный свет не оказывает столь губительного действия на микроорганизмы, но при длительном воздействии может постепенно тормозить из рост и развитие.

Применяя бактерицидные лампы, можно обеззараживать воздух на складах торговых предприятий, промышленных предприятий, обеззараживать тару и в конечном счёте сами товары.

Влияние излучения

Микроорганизмы более устойчивы к воздействию рентгеновских и гамма-лучей. Рентгеновское и гамма-излучение в малых дозах и при непродолжительном действии стимулируют развитие микроорганизмов, при длительном – вызывают их гибель.

Наибольшей устойчивостью к действию излучений обладают плесневые грибы, споры бактерий.

Влияние ультразвуковых волн

Ультразвуковые волны обладают значительной механической энергией, способной разрушать микробную клетку. Смертельное воздействие на бактерии начинает проявляться при озвучивании среды с частотой колебания около 100 тыс. Гц.

Витебский государственный университет

Влияние давления

Микроорганизмы устойчивы к высоким давлениям. Некоторые дрожжи, плесневые грибы выдерживают давление 300 МПа.

Химические факторы

К химическим факторам, влияющим на жизнедеятельность микроорганизмов, относят присутствие в среде ядовитых веществ, реакцию среды, действие озона, кислород и энергетический обмен у микроорганизмов, источники питания, концентрацию растворенных веществ в среде.

Действие ядовитых веществ

Микробная клетка реагирует на самое незначительное количество химического вещества в среде. Так, если в каплю воды, содержащую подвижные бактерии, опустить капилляр, наполненный раствором пептона (питательного для микроорганизмов вещества), то через некоторое время можно заметить скопление микроорганизмов у отверстия капилляра. Это так называемый *положительный химиотаксис*: бактерии движутся навстречу привлекающему их веществу. Если же капилляр будет заполнен щёлочью или кислотой, то бактерии уходят от диффундирующего в воду ядовитого для них вещества, т.е. наблюдается *отрицательный химиотаксис*.

Действие химических веществ на микроорганизмы проявляется по-разному. Как правило, малые концентрации не только не вызывают гибель микробов, но даже стимулируют их рост и развитие.

Большие концентрации химических веществ действуют на микроорганизмы бактериостатически (в отношении бактерий) или фунгистатически (в отношении мицелиальных грибов), подавляя их жизнедеятельность или задерживая размножение, или же бактерицидно (фунгицидно), вызывая их гибель. Химические вещества, оказывающие летальное действие на микроорганизмы, получили название *дезинфицирующих*, или *антисептиков.*

Эффективность действия химических веществ зависит от химической природы этого вещества, его концентрации, температуры, реакции среды, вида микроорганизма и др. Вещества, применяемые для уничтожения микроорганизмов, должны находиться в растворённом состоянии. Чем легче вещество адсорбируется клеткой микроорганизма, тем сильнее его действие.

Химические вещества в зависимости от их действия на клетку микроорганизма можно разделить на следующие группы:

- вещества, вызывающие повреждение оболочки и клеточных белков (фенол, крезол и их производные);
- вещества, повреждающие только клеточную стенку, не изменяющие внутреннюю структуру микробной клетки (мыла, жирные кислоты, ПАВ);
- вещества, вызывающие денатурацию белков (формальдегид, 40%-ый раствор формалина);

Витебский государственный университет

- вещества, вызывающие инактивацию ферментов (диоксид углерода, сероводород, соли тяжёлых металлов: ртуть, медь, серебро и др.).

Наиболее чувствительны к химическим веществам микроорганизмы, не образующие спор, вегетативные формы. Споровые формы довольно устойчивы к воздействию различных химических веществ. Для их уничтожения необходимо готовить горячие растворы высокой концентрации химических веществ.

Наиболее простые и распространённые антисептики: спирты, эфиры, формалин, хлор, соли тяжёлых металлов, сернистый газ, углекислота, бензойная, салициловая, сорбиновая кислота и многие другие вещества – являются ядовитыми по отношению к микроорганизмам.

Антисептические вещества используют для защиты текстильных материалов, древесины, бумаги, изделий из нее и других материалов. Их применяют для дезинфекции оборудования, помещений, отработанных промышленных вод.

Большинство антисептических веществ в определённой степени ядовиты для человека.

Антисептический эффект зависит не только от концентрации антисептического вещества, но и от температуры. С повышением температуры, как правило, активность химических веществ возрастает, с понижением – падает.

Влияние реакции среды

Степень кислотности и щёлочности среды оказывает большое влияние на развитие микроорганизмов, является одним из основных факторов, определяющих состав микробного населения различных субстратов.

Для каждой физиологической группы микроорганизмов существуют определённые оптимальные пределы активной кислотности, выше и ниже которых задерживается ее развитие, а иногда наступает гибель. Большинство бактерий развиваются в нейтральной и в слабощелочной среде (pH 6,5–7,5). Наиболее благоприятной средой для плесневых грибов и дрожжей является кислая (pH 3,0–6,0). Для гнилостных бактерий, а также актиномицетов кислая среда неблагоприятна и даже губительна. Те виды бактерий, которые сами продуцируют кислоты в процессе жизнедеятельности, например, молочнокислые, уксуснокислые, относительно устойчивы к кислой среде. Объясняется это тем, что они всегда сами меняют реакцию среды в кислую сторону и у них выработались определённая устойчивость в этом отношении.
Меняя реакцию среды, можно регулировать интенсивность развития и биохимическую активность микроорганизмов.

Влияние озона

Озон, являясь сильным окислителем, способен оказывать губительное действие на микрофлору. В атмосфере, содержащей 3–5 мг озона в 1 $м^3$, происходит заметное подавление развития плесневых грибов, дрожжей, бактерий. Более высокие концентрации озона оказывают губительное действие

Витебский государственный университет

на микрофлору, но, например, на пищевые продукты влияют отрицательно, ухудшая их органолептические свойства.

Источники питания.

Микроорганизмам для того, чтобы расти и размножаться, необходимы источники энергии и исходные материалы для биосинтеза. Обмен веществ с окружающей средой состоит из двух основных процессов: биосинтеза веществ клетки (конструктивный обмен) и получения энергии (энергетический обмен). Метаболизм включает поступление веществ в клетку и выделение продуктов обмена из организма в окружающую среду.

Основными элементами, необходимыми для микроорганизмов, являются C, N, S, H, O. Кроме того, они нуждаются в таких микроэлементах, как Mq, Mn, Fe, Zn, Cu, Na и др.

Одним из основных элементов является углерод. В зависимости от используемого источника углерода микроорганизмы делятся на *автотрофы и гетеротрофы.*

Автотрофы используют в качестве источника углерода для синтеза органических веществ двуокись углерода (CO_2). Биосинтез органических веществ из CO_2 протекает с потреблением энергии. Микроорганизмы используют для этих целей световую энергию либо энергию химических реакций окисления неорганических соединений.

Гетеротрофы в качестве источника углерода используют в основном органические соединения. Необходимую энергию они получают путем окисления органических соединений. Характерная особенность гетеротрофов заключается в том, что для конструктивного и энергетического обмена часто используется одно и то же соединение, тогда как для других групп организмов существует различие между источником углерода и энергии.

Группа гетеротрофов более обширная. Она делится на две подгруппы – *сапрофиты* и *паразиты.* Сапрофиты растут на отмерших растительных и животных остатках, паразиты питаются за счет живых организмов.

Азот для метаболизма микроорганизмов имеет важное значение, хотя азотное питание для них занимает меньший объем, чем углеродное.

Все автотрофные микроорганизмы усваивают азот из его содержащих неорганических соединений. У гетеротрофов по отношению к источникам азота проявляется избирательность. Паразиты используют органические азотсодержащие вещества клеток хозяина. Источником азота для сапрофитов могут служить как органические, так и неорганические азотсодержащие соединения. Одни из этих микроорганизмов способны расти только на субстратах, содержащих азотсодержащие вещества (большой набор аминокислот, азотистые основания, пептиды), так как сами синтезировать их из более простых соединений не способны. Другие могут развиваться при ограниченном числе органических соединений азота, например, в субстратах, содержащих только некоторые аминокислоты, а все остальные, необходимые для синтеза белков клетки, синтезируют сами.

Витебский государственный университет

Органические азотсодержащие соединения (такие субстраты, как натуральная кожа, мех, шерсть, шелк) потребляются только теми микроорганизмами, которые могут разлагать их с образованием аммиака.
Для синтеза клеточных веществ нужны и различные зольные вещества, которые представлены такими элементами, как фосфор, сера, калий, кальций , железо, магний. Хотя потребность в них невелика, но при недостатке в питательной среде даже одного из этих элементов микроорганизмы не будут развиваться и могут погибнуть.

Для большинства микроорганизмов источниками зольных элементов являются минеральные соли, хотя некоторые из них лучше усваивают серу и фосфор из органических соединений.

Для нормальной жизнедеятельности микробной клетке нужны также витамины. Одни микроорганизмы должны получать витамины в готовом виде, и при отсутствии того или иного витамина в среде у них резко нарушается обмен веществ. При добавлении в питательную среду недостающего витамина ликвидируется задержка роста, поэтому витамины называют стимуляторами роста. Другие микроорганизмы способны сами синтезировать витамины из веществ питательной среды. Некоторые микроорганизмы синтезируют витамины в количествах, значительно превышающих собственные потребности.

Микробиологическим путем в промышленности, используя дрожжи, бактерии и грибы, получают многие витамины.

Витамины, произведенные микроорганизмами, широко применяют в пищевой промышленности, в медицине, в сельском хозяйстве, для косметических и других целей.

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.

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

Многие аэробные микроорганизмы, к которым относятся грибы, некоторые виды дрожжей, многие бактерии окисляют органические вещества полностью до углекислого газа и воды. Процесс этот называется *дыханием.*

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

Анаэробные микроорганизмы подразделяются на *облигатные*, для которых кислород не только не нужен, но и вреден, и *факультативные,* которые делятся на два типа. Одни лучше развиваются в анаэробных условиях, хотя могут жить в присутствии кислорода, но не способны его использовать

Витебский государственный университет

(например, молочнокислые бактерии). Другие факультативные анаэробы (например, дрожжи) в зависимости от условий развития могут переключаться с анаэробного на аэробный тип получения энергии.

Для аэробных микроорганизмов характерно приостановление жизнедеятельности при недостатке кислорода. Например, в воде, при нехватке кислорода, дереворазрушающие и деревоокрашивающие грибы, заселяющие древесину, быстро погибают.

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

Степень аэробности среды характеризуется окислительно-восстановительным потенциалом (гНг). В водном растворе, насыщенном кислородом, гНг равен 41, а в растворе, насыщенном водородом, гНг равен 0. Облигатные анаэробы развиваются при значениях гНг от 0 до 14, размножаются при гНг от 3 до 5. Факультативные анаэробы развиваются при гНг равном 0–20, аэробы – при гНг от 14–30. Величина гНг выше 30 для микроорганизмов неблагоприятна.

Биологические факторы

Жизнь микроорганизмов в природных условиях обычно протекает совместно с другими живыми существами – микробами, растениями, животными. Взаимоотношения между этими организмами носят весьма разнообразный характер и существенно сказываются на их развитии.

Основными типами взаимоотношений являются различные формы *симбиоза, метабиоза, антагонизма.*

Симбиоз – это взаимоотношения, устанавливающиеся при совместном обитании в одной и той же среде двух или более видов микроорганизмов, при которых они не мешают друг другу в развитии, или когда такое совместное обитание является даже необходимым для них.

Симбиоз между организмами может проявляться в виде *комлинсализма, мутуализма* и *паразитизма*.

Комлинсализм – это такая форма симбиоза, при которой один организм живёт и развивается за счёт другого, не причиняя ему вреда. Например, некоторые виды стафилококков, стрептококков.

Мутуализм – такой симбиоз, когда оба симбионта получают взаимную выгоду, не принося друг другу вреда.

Паразитизм – такой симбиоз, когда один организм живет за счет другого, нанося ему вред.

Метабиоз – такое взаимоотношение между микроорганизмами, при котором в процессе последовательного развития одних создаются благоприятные условия для жизнедеятельности других.

Витебский государственный университет

Антагонизм – такое взаимоотношение микроорганизмов, при котором совместное существование микробных видов оказывается невозможным, т.е. один вид микроорганизма препятствует росту другого, задерживая его развитие, либо вызывает полную гибель.

Изучение явлений антагонизма в жизнедеятельности микроорганизмов привело к открытию антибактериальных средств – антибиотиков, которые способны подавлять развитие, биохимическую активность чувствительных к ним микробов. Антибиотики бывают микробного, животного и растительного происхождения. Они оказывают либо бактериостатическое действие, т.е. подавляют только жизненные функции микроорганизмов, но не вызывают их гибели, либо бактерицидное действие, т.е. вызывают лизис (растворение) клетки микроорганизма. Антибиотики избирательны к определённому виду микроорганизмов. К пенициллину – антибактериальному веществу, выделяемому плесневыми грибами из группы пенициллловых, наиболее чувствительными являются грамположительные кокки (стафилококки, стрептококки и др.). Стрептомицин, вырабатываемый из актиномицетов, обладает более широким антибактериальным действием. Он вызывает гибель как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий. Биомицин также продуцируется актиномицетами. Подавляет рост многих бактерий и т.д.

Микроорганизмы, выделяющие антибиотики, широко распространены в природе. Этой способностью обладают многие грибы, бактерии. Некоторые микроорганизмы образуют несколько антибиотиков.

Одним из важных биологических факторов, влияющих на микроорганизмы, является *бактериофагия,* т.е. способность бактериофага лизировать клетку микроорганизма, приводя её к гибели.

Бактериофаг – это внутриклеточный паразит микроорганизмов (бактериальный вирус), по внешнему виду напоминает барабанную палочку. Фаги широко распространены в природе.

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 3
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТЫ

Воздействие микроорганизмов на текстильные материалы осуществляется, по крайней мере, двумя основными путями:

-текстильные материалы используются грибами и бактериями в качестве источников энергии и питания;

-текстильные материалы повреждаются продуктами жизнедеятельности микроорганизмов.

Микроорганизмы способны повреждать текстильные волокна различного происхождения, снижая тем самым их качество и качество получаемых

текстильных товаров. Повреждения волокон можно выявить только при микроскопическом анализе, так как внешне волокна сохраняют внешний вид.

Возникновение повреждений натуральных и химических волокон различно, однако их внешние проявления в основном сходны, что объясняется общностью строения текстильных волокон как высокомолекулярных соединений.

Стойкость к биоповреждениям волокон и изготовленных из них текстильных полотен зависит, прежде всего, от химической природы волокон. Больше всего микробиологическому повреждению подвержены натуральные волокна и текстильные материалы, полученные из этих волокон. Химические волокна, особенно синтетические, более биостойки.

Из всех видов волокнистых материалов наиболее биостойкими можно считать искусственные волокна неорганического происхождения – асбест, стекловолокно.

Растительные волокна повреждаются различными группами микроорганизмов (бактериями и грибами). Воздействие микроорганизмов проявляется последовательно или – реже – одновременно, вызывая определенное нарушение структуры волокна.

Первопричиной и активными разрушителями растительных волокон являются эпифитные микроорганизмы, которые сопутствуют растению во все периоды его развития. Эпифитные бактерии, например, содержатся на поверхности семян хлопчатника.

Эпифитные бактерии проникают в канал волокна в период созревания растения и разрушают проплазматическое содержимое канала и пектиновые вещества его стенок. Начальным этапом разрушения растительного волокна является общее нарушение структуры при размножении эпифитных бактерий. Повреждения растительных волокон эпифитными бактериями делают их доступными для проникновения внутрь волокна различных микроорганизмов из окружающей среды, среди которых могут быть виды, содержащие целлюлозоразрушающие ферменты. Они гидролизуют целлюлозную стенку волокна, приводят его к сильной деструкции и распаду до конечных продуктов – углекислоты и воды.

На поверхности поврежденных волокон может выступать клейкий бактериальный эксудат, к которому прилипают обломки волокон, образуя муфту. В процессе чесания и прядения такие повреждения вызывают обрывы волокон и пряжи, запутывание нитей, снижают качество получаемой продукции.

Химический состав *хлопкового волокна* (целлюлоза, пектиновые вещества), а также высокая гигроскопичность делают его благоприятной питательной средой для развития обильной микрофлоры.

Льняные, конопляные и другие *лубяные волокна* и текстильные материалы на их основе содержат, помимо целлюлозы, около 10 % лигнина, а также воск и микродозы антибиотиков. Эти компоненты более биостойки, чем целлюлоза, что положительно влияет на биостойкость лубяных волокон.

Витебский государственный университет

Исследования степени биостойкости лубяных волокон показали, что наиболее стойки волокна манильской пеньки и джута и наименее стойки – волокна льна и конопли (пеньки). В целом же считается, что по биостойкости лубяные волокна находятся примерно на одном уровне с хлопковыми, и в естественных условиях при повышенной влажности наступает быстрое понижение их физико-химических и прочностных показателей.

Типами повреждений растительных волокон микроорганизмами является испещренность, повреждение кутикулы и стенки волокна, расслоение, просветление волокна и его зернистый распад.

Основным химическим компонентом ***шерсти*** является природный белок – кератин, который может разлагаться бактериями, актиномицетами, микроскопическими грибами, обладающими протеолитическими ферментами.

В отличие от микроорганизмов, вызывающих повреждения растительных волокон, микрофлора шерсти непостоянна и представлена в основном видами, свойственными почве, разлагающимся растительным остаткам.

Повреждения шерсти могут начинаться еще до стрижки овец, в руне, где создаются благоприятные условия питания (секреты сальных желез, воск, эпителий), температуры, аэрации, влажности, особенно после дождей, и усиливаться при его хранении и транспортировании.

Специфическая микрофлора, находящаяся на поверхности волокон, выделяет протеолитические ферменты, главным образом трипсин и аналогичные ферменты, которые вызывают гидролитическое расщепление кератина по пептидным цепям дог отдельных аминокислот. Наибольшее разрушение шерсти ферментами происходит при pH 8,5.

Особенностью деструкции шерстяных волокон является возможность воздействия микроорганизмов не только с поверхности. Микроорганизмы проникают в субмикроскопические пространства между чешуйчатым и корковым слоями или через поврежденные участки волокна и начинают процесс деструкции изнутри.

Преобладающую роль в разрушении шерсти играют бактерии. Грибы на шерсть действуют менее активно. Грибы, используя жир, кожные выделения, создают условия для последующей жизнедеятельности бактерий-разрушителей. Роль микроскопических грибов может сводиться также к расщеплению верхушек волокон в результате механических усилий растущих гиф. Такое расщепление позволяет проникать внутрь волокна бактериям. В качестве единственного источника углерода шерсть грибами при этом используется слабо. Во всех случаях мытая и тонкая шерсть более стойка к разрушению, чем грязная и грубая.

Под воздействием микроорганизмов наблюдаются структурные изменения шерсти – повреждение чешуйчатого слоя, полное его отслоение, расщепление коркового слоя, зернистый распад.

Повреждение шерсти приводит к снижению прочности, увеличению количества отходов при гребнечесании, а также появлению синей, зеленой или грязной окраски шерсти, не смываемой водой и моющими средствами. Однако

Витебский государственный университет

процесс разрушения шерсти под влиянием микроорганизмов протекает медленнее, чем подобное разрушение растительных волокон.

Несмотря на то, что ***химические волокна*** отличаются более высокой биостойкостью, тем не менее, они являются потенциальным источником энергии и питания для микроорганизмов. Химические волокна не «поедаются» микроорганизмами, но под действием ферментов, выделяемых в процессе их жизнедеятельности, подвергаются биодеструкции.

Взаимодействие микроорганизмов с химическими волокнами начинается с адгезии микроорганизмов к поверхности волокна. Степень адгезии микроорганизмов зависит от физической и химической структуры волокон, их отделки, величин и знака электрического заряда на поверхности, а также от свойств микроорганизмов.

В свою очередь, химические волокна разных видов по-разному воздействуют на микроорганизмы, прикрепившиеся к их поверхностям: проявляют антимикробное или стимулирующее действие на их рост и развитие либо не оказывают заметного влияния.

Адсорбируясь на волокне, жизнеспособные клетки закрепляются на поверхности, адаптируются к новым условиям существования. Способность микроорганизмов адсорбироваться на поверхности химических волокон обусловлена следующими обстоятельствами:

- особенностями химической структуры волокна. Так, к волокнам, адсорбирующим микроорганизмы, относятся полиамидные, поливинилспиртовые, а к волокнам, практически не адсорбирующим клетки, относится, например, фторин;
- физической структурой волокна; например, волокна с меньшей линейной плотностью, замасливателем на поверхности поглощают большее количество микроорганизмов;
- наличием на поверхности волокна электрического заряда, его величиной и знаком. Химические волокна, заряженные положительно, адсорбируют клетки практически всех бактерий. Волокна, не имеющие электрического заряда, адсорбируют большинство бактерий. Волокна с отрицательным зарядом способностью к адсорбции бактерий практически не обладают.

Повреждению химического волокна микроорганизмами, интенсивности процессов деструкции, начинающихся с поверхности, во многом способствуют дефекты в виде трещин, сколов, которые могут возникать в процессе получения волокон.

Наиболее часто встречающимися типами структурных повреждений химических волокон являются следующие: обрастание и пятнистость, испещренность (возникновение трещин на поверхности и внутри волокна), просветление (разрушение сердцевины волокна при сохранившейся оболочке), утонение, расслоение (повреждение до комплекса фибрилл), зернистый распад (распад до остатков волокна).

Более стойкими к микробиологическим повреждениям являются волокна на основе карбоцепных полимеров – полиолефинов, поливинилхлорида,

Витебский государственный университет

полифторвинила, полиакрилонитрила, поливинилового спирта. Менее биостойки волокна на основе гетероцепных полимеров – полиамидные, полиэфирные, полиуретановые и др.

Существует две группы способов защиты текстильных материалов от микробиологических повреждений:

-способы, основанные на обработке биоцидами (фунгицидами и бактерицидами) текстильных материалов;

- способы защиты путем химического изменения (модификации) волокон и нанесения на них защитных покрытий, предотвращающих контакт волокон с опасной микрофлорой.

Вторая группа включает методы, относящиеся к методам безбиоцидной защиты.

Защита с помощью биоцидов является традиционным и доступным способом. Нанесение фунгицидных и бактерицидных препаратов на поверхность материала не требует больших материальных и трудовых затрат. Однако долговечность такой защиты не всегда высокая.

Требования к «идеальному» биоциду для текстильных материалов заключаются в следующем. Биоциды должны оказывать эффективное воздействие на микроорганизмы, быть нетоксичными для людей, не иметь цвета и запаха, не ухудшать физико-механические, гигиенические и другие свойства изделий, иметь низкую стоимость и быть удобными в употреблении, сочетаться с другими отделочными препаратами и вспомогательными веществами, быть атмосферо- и светостойкими.

Эффективность многих препаратов кратковременна, так как закрепление препарата на волокне недостаточно прочно, и он разлагается или вымывается в процессе эксплуатации. Целесообразны лишь те препараты, которые можно достаточно прочно закрепить на волокне.

Биоцидные препараты могут вводиться в состав прядильных растворов или расплавов при формовании химических волокон, может осуществляться пропитка текстильного материала растворами и эмульсиями биоцидных препаратов, биоцидные свойства текстильным материалам могут придаваться в процессе их крашения и заключительной отделки, также при химической чистке или стирке текстильные изделия могут обрабатываться дезинфицирующими веществами.

При пропитке текстильных материалов биоцидами достигается либо пассивная, либо активная защита от биоповреждений. Пассивная защита препятствует образованию и развитию микроорганизмов, а активная убивает их.

Активная защита позволяет также получить биоцидные (биологически активные) текстильные материалы. В этом случае текстильные материалы приобретают лечебные и профилактические антимикробные свойства.

Препараты, обеспечивающие «активную» защиту текстильных материалов от биоповреждений, делятся на две группы: бактерицидные, которые вызывают гибель микроорганизмов, и после удаления препарата

Витебский государственный университет

развитие микроорганизмов не возобновляется; бактериостатические, которые приостанавливают рост микроорганизмов, но после удаления препаратов микроорганизмы вновь могут развиваться.

В настоящее время для защиты от воздействия микроорганизмов используются различные неорганические и органические вещества: медь-, хром-, кадмий-, фторсодержащие соединения; ртуть-, олово-, цинкорганические соединения; соли серебра; производные фенола и оксидифенила; четвертичные аммониевые соли; производные мочевины; салициланилид; салициловая кислота; нафтенаты; органические производные серы; хроматы и др.

По степени возрастания бактерицидной активности катионы металлов можно расположить в следующий ряд: цинк – свинец – хром – кадмий – медь – серебро – ртуть.

Такие органические соединения, как салициловая кислота и салициланилид, производные фенола и оксидифенила защищают преимущественно от плесени. Их в большей мере применяют при обработке целлюлозных волокон и изделий из них. Для этих же целей рекомендуются такие соединения серы, как производные 2-меркаптотиазола и дитиокарбаминовой кислоты. Они интенсивно подавляют развитие плесени, не раздражают кожу и нелетучи.

Наиболее эффективной защитой материалов от действия как грибов, так и бактерий является нанесение на материалы комбинации биоцидов, например, соединений меди и оксидифенила или медно-хромово-таннидных препаратов. Для льносодержащих материалов разработаны экономичные и эффективные препараты Комбатекс Т и Комбатекс НМ, обеспечивающие высокую устойчивость материалов к микробиологическому разрушению при длительном воздействии грибковых и бактериальных культур. Установлено, что данные препараты обеспечивают увеличение коэффициента устойчивости материалов к биоразрушению от 3–5 % до 90–95 %.

Препараты – фурагин, нитрофурилакролеин, гексахлорфенол, катамин АБ и другие обладают высокой антимикробной активностью по отношению к грибам, в особенности патогенным, и применяются для обработки нитей и пряжи, из которых в дальнейшем изготавливают такие изделия, как чулки, стельки, постельное белье, одеяла. Наиболее широко из них применяется катамин АБ – представитель четвертичных аммониевых оснований, алкилдиметилбензиламмония хлорид, катионный поверхностно-активный антисептик. К его преимуществам относятся детергентные (антиосадочные) свойства, хорошая растворимость в воде, незначительное поверхностное натяжение, оказание фунгицидного, вирулицидного воздействия на грамположительные и грамотрицательные бактерии, дрожжевые и нитчатые грибы, вирусы, малая токсичность, безвредность для организма человека, способность усиливать действие антибиотиков и разрушать мембранные системы бактерий.

Текстильные полотна, содержащие йод-комплекс поливинилэтилперидола, обладают высокой антимикробной активностью,

Витебский государственный университет

которая не исчезает после многократных стирок. Повышенной антимикробной активностью обладает материал, изготовленный из химически облагороженного льняного волокна и содержащий антисептический препарат иодпирон. Такой материал, как правило нетканый, сохраняя туше (мягкость), широко используется при изготовлении постельного белья, одежды, спецпрокладок. Он сохраняет антимикробную активность по отношению к ряду микроорганизмов и после пяти стирок содержит 42 % препарата, а после десяти – 20 % от его первоначального содержания.

Перспективным при изготовлении антимикробных текстильных материалов является использование специальных волокон с содержанием добавки, базирующейся на биогенном серебре, даже небольшие концентрации которого предотвращают рост бактерий и плесневых грибов, продлевают долговечность обработанных им материалов и повышают уровень защиты от микроорганизмов. Примером тому является антимикробная полипропиленовая текстильная нить PROLEN с добавкой. Ее антимикробное действие проявляется в том, что количество бактерий меньше в 2,6 раза, чем в обычных необработанных материалах.

Следует отметить, что антимикробные текстильные материалы представляют собой новый, прогрессивный ассортимент трикотажа, тканых и нетканых текстильных материалов.

Известны ткани, полученные путем совмещения процессов крашения и антимикробной отделки. В качестве препаратов для их обработки используют анилиновые красители (бриллиантовый зеленый, метиленовый синий, сульфат 8-оксихинолин), которые обладают низкой токсичностью, придают цвет и губительно действуют на большинство микроорганизмов.

Выбор антимикробных препаратов должен производиться с учетом их спектра действий. Концентрация антимикробных веществ в пропитывающем растворе колеблется в зависимости от их антимикробной активности:

- сильнодействующие – до 0,1 мг/мл;
- среднедействующие – 0,1–1 мг/мл;
- слабодействующие – > 1 мг/мл.

Для умерщвления микроорганизмов требуется большая концентрация препарата, чем для подавления их роста.

Каждая стирка и химчистка снижают содержание препарата и, следовательно, понижают общую антибактериальную активность.

Важным фактором является растворимость препарата. С одной стороны, растворимость обеспечивает возможность проникновения его в микроорганизм, с другой стороны – облегчает его удаление при стирках и химчистках.

Химическая модификация и нанесение защитных покрытий составляют более безопасную для человека и окружающей среды группу способов защиты.

Химическая модификация природных целлюлозных и белковых веществ делает их менее пригодными для питания микроорганизмами и насекомыми. Например, ацетатные волокна (модифицированная целлюлоза-уксуснокислый эфир) устойчивы к действию микроорганизмов.

Витебский государственный университет

Химическая модификация шерсти обеспечивает не только ее биостойкость к микроорганизмам и насекомым, но и устойчивость к термоокислительной деструкции (крашение при высокой температуре). Известно, что биоразрушение шерсти микроорганизмами и насекомыми начинается с разрыва дисульфидной связи, поэтому если ее дополнить или усилить иными связями, то шерсть становится более устойчивой ко всем биовоздействиям. В качестве сшивающего агента может быть использован формальдегид.

Одним из перспективных направлений в защите текстильных волокон от микробного разрушения является создание композиций из натуральных и химических волокон с антимикробными свойствами. Так, например, сочетание растительных волокон (хлопка, льна, джута) и антимикробных поливинилспиртовых волокон (летилана, иодина, биолана) оказывает высокое защитное действие от микробного разрушения. Аналогичный результат получен при сочетании летилана с шерстью. Через 3 месяца испытаний чистошерстяная пряжа в условиях повышенной влажности активно разрушается собственной микрофлорой с понижением прочности на 56 %, а прочность пряжи из шерсти с летиланом снизилась лишь на 7 %.

Весьма актуальной является молестойкая отделка волокон шерсти, которая наносится до получения готовой ткани, что обеспечивает большую закрепляемость этой отделки и повышает ее стойкость на ткани. Сезонность реализации шерстяных тканей предполагает накопление и хранение их в складских помещениях сложенными в рулоны один на другой. В этот период возникает опасность повреждения тканей насекомыми (молью). Продукты их жизнедеятельности образуют сильнощелочную среду, которая повреждает кератиновый слой шерстяных волокон. Происходит деструкция и полное разрушение волокон. Ткань теряет свои потребительские свойства. Для специальной молестойкой обработки применяются следующие препараты: фтористый хром, хлорированные сульфокислоты, препарат нового поколения – малотоксичный и высокоустойчивый перметрин.

Основное требование к препаратам, придающим шерсти устойчивость к моли, – возможность их использования в жидкостных процессах (подготовка, крашение, заключительная отделка тканей).

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 4
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И СПОСОБЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ

Древесина представляет собой природный целлюлозосодержащий материал, способный подвергаться негативному действию микроорганизмов.

Биоповреждения древесины происходят в основном в результате использования грибами и насекомыми в качестве источников питания

целлюлозы, лигнина и др. ее компонентов. Бактерии причиняют меньший ущерб и оказывают косвенное повреждающее действие.

Различные породы древесины имеют не только неодинаковый химический состав, но и различаются по структуре и плотности древесины и другим свойствам, которые оказывают влияние на биостойкость. К биостойким относят сосну, ясень, ядро лиственницы и дуба; к среднестойким – ель, кедр, пихту, заболонь лиственницы, ядро березы; к малостойким – вяз, клен, заболонь березы и дуба; к нестойким – осину, липу и ольху.

Ядро является внутренней частью древесины. В нем содержится большее, чем в других частях древесины, количество дубящих, красящих и смолистых веществ. Поэтому ядро является более гнилостойким. Сердцевина, расположенная в центре ствола, больше, чем другие части, подвержена гниению, поэтому дерево начинает гнить с сердцевины, а затем гниль распространяется на окружающую собственно древесину.

Если принять за условную единицу долговечность древесины дуба при воздействии на нее микроорганизмов, то оценка этого свойства в тех же условных единицах, но других пород древесины будет выглядеть следующим образом (см. таблицу 1).

Таблица 1– Долговечность древесины строительных конструкциях (по О.М. Иванову)

Порода дерева	Долговечность по сравнению с долговечностью древесины дуба при эксплуатации	
	на воздухе	в пресной воде
Дуб	1	1
Вяз	0,6-0,9	0,9
Лиственница	0,4-0,85	0,8
Сосна	0,4-0,85	0,8
Ель	0,4-0,67	0,5
Бук	0,1-0,6	0,7
Ольха	0,2-0,4	Не применяется
Береза	0,15-0,4	0,15-0,4
Ива	0,3	0,3
Осина	0,2-0,4	0,2-0,4

Биоповреждения древесины, как правило, сочетаются со старением под действием погодных факторов, механических или других нагрузок. Под влиянием периодических увлажнений, смены температуры, солнечного света происходит разрыхление волокон поверхностного слоя древесины. Здесь скапливается влага и пыль, и создаются условия, благоприятные для развития спор грибов, вызывающих умеренную гниль. Со временем в более глубоких слоях развиваются грибы – возбудители сплошной гнили.

Витебский государственный университет

Среди грибов, вызывающих биоповреждения древесины, выделяют три основные их группы: поверхностная плесень, деревоокрашивающие грибы и дереворазрушающие грибы. Однако данное разделение является условным, так как практически все грибы, питающиеся компонентами древесины, в той или иной степени ее разрушают и изменяют цвет.

Грибы поверхностной плесени поселяются преимущественно на сырых бревнах, пиломатериалах, а также на различных загрязнениях древесины. Появление налета плесени – один из первых признаков, свидетельствующих о нарушении условий хранения или эксплуатации древесины и изделий из нее. Из поверхностной плесени наиболее часто встречаются грибы родов *Trichoderma, Cladocporium,* которые вызывают появление плесени зеленых оттенков, и *Penicillium, Asperqillus, Alternaria*, вызывающих появление черных пятен.

Характерной особенностью, обусловливающей причисление грибов к данной группе, является то, что их воздействие на древесину ограничивается изменением цвета на глубине, не превышающей 1–2 мм. Особенностью этих грибов является также способность выдерживать неблагоприятные условия и развиваться при широком диапазоне температур (от -5 до +35°С). Оптимальная влажность древесины для их развития 60–120 %.

Деревоокрашивающие грибы развиваются часто на древесине при замедленной сушке. Они поражают пиломатериалы, конструкции, деревянную тару, окрашивают их в разные цвета. Одной из распространенных является синяя окраска, встречаются также желтая, оранжевая, коричневая и другие. Цвет окраски варьирует в зависимости от вида гриба.

Деревоокрашивающие грибы используют преимущественно запасы питательных веществ древесины и в меньшей мере – ее структурные элементы. В отличие от плесневых грибов, деревоокрашивающие глубоко проникают в заболонь древесины, вызывают глубокое окрашивание за счет пигмента, находящегося в гифах, и веществ, выделяемых мицелием.

Заболонь представляет собой наружную часть древесины (защищена от внешней среды корой и последующим за ней тонким слизистым слоем, называемым кадмием). Заболонная древесина, в отличие от внутренней, более рыхлая, мягкая, светлая, менее стойкая к гниению и механически непрочная.

Большинство деревоокрашивающих видов грибов быстро развиваются при температуре 20–30°С, однако некоторые виды, например, *Cladosporium herbarum*, могут расти и при более низких температурах (5–10°С). Отрицательные температуры не убивают мицелий, а только приостанавливают его развитие. Влажность древесного субстрата 50–90 % считается для деревоокрашивающих грибов оптимальной.

Наибольший ущерб древесине причиняют дереворазрушающие грибы, которые разрушают структурные компоненты — клеточные стенки древесины. Они поражают живую древесину, влажные и сырые древесные материалы и изделия из них, быстро развиваются в непроветриваемых подвалах,

Витебский государственный университет

отапливаемых постройках, местах протечек и т.п. К дереворазрушающим грибам принято относить грибы, заметно снижающие массу древесины.

Все дереворазрушающие грибы делятся на две основные группы: целлюлозоразрушающие, которые разлагают только целлюлозную часть древесины, и лигнинразрушающие, которые разлагают и лигнин и целлюлозу. К группе целлюлозоразрушающих грибов относятся, например, *Coniophora*, *Serpila*, *Poria* и другие, а к группе лигнинразрушающих – *Ganoderma applanatum* , *Armillaria mellea*, *Phellinus igniarius* и др.

Выделяют четыре типа гнили: белую, бурую, мягкую (умеренную) и ковровую. Грибы белой гнили разрушают прежде всего лигнин древесины, грибы бурой гнили предпочитают целлюлозу. Ковровая гниль образует мелкие очаги слабых разрушений, которые образуют на поперечном разрезе вид пестрого ковра из чередующихся серых, синеватых, коричневых и желтых пятен.

Наиболее активными и опасными являются дереворазрушающие домовые грибы, встречающиеся в старых зданиях, в стенах, полах, перегородках, в подвалах, овощехранилищах, реже в чердачных конструкциях. При благоприятных условиях этот гриб может очень быстро (за 6–10 месяцев) полностью разрушить крупные деревянные элементы и целые конструкции.

Насекомыми, способными вызвать разрушение древесины и изделий из нее, являются жуки-дровосеки, жуки-точильщики, термиты, рогохвосты, жуки-усачи, златки. Насекомые проделывают многочисленные ходы или полностью разрушают древесную ткань. Наиболее опасными и широко распространенными вредителями являются жуки-дровосеки и жуки-точильщики. Разрушают древесину, в основном, личинки жуков. Как и грибы, личинки жуков требуют для своего развития определенных условий – доступ воздуха, положительную температуру, ограниченное содержание смолистых веществ.

Для предохранения от заражения лесоматериалов насекомыми территория складов должна быть очищена от коры, травы и мусора, а поверхность земли полита 10 %-ным раствором железного купороса. Сушку древесины желательно проводить при температуре выше 80°С. В случае заражения рекомендуется окуривать пиломатериалы газами (сероуглерод, хлорпикрин) в специальных камерах, наносить водный раствор фтористого или кремнефтористого натрия. Сильное действие оказывает каменноугольное (креозотовое) и антраценовое масло, керосин, скипидар, фенол, деготь. Эти вещества в различных комбинациях наносят на поверхность деревянных конструкций при помощи распылителя или малярной кистью с расходом 300–500 г/м^2. Борьба с термитами ведется пропиткой древесины нефтепродуктами, пентахлорфенолом, антраценовым маслом. Хорошие результаты дает также обработка древесины нафтеном меди в органических растворителях при содержании меди в растворе не менее 3 %.

Защита от биоповреждений древесины осуществляется комплексно, включая мероприятия по профилактике биоповреждений путем

Витебский государственный университет

предотвращения увлажнения древесины, подбора пород, применения биоцидов. Существует много способов защитной пропитки древесины антисептиками, которые можно свести в две группы – пропитка путем погружения древесины в раствор либо поверхностная обработка распылением антисептика, нанесением кистью и т.п. Защитной обработке антисептиками подвергают также некоторые материалы, изготавливаемые из древесины, — фанера, древесно-волокнистые и древесно-стружечные плиты и др. Антисептирование осуществляют путем добавления биоцида в состав клея или путем пропитки готового материала. Подбор биоцидов, способных подавить рост отдельного вида, не представляет особой сложности, однако большое разнообразие грибов, вызывающих плесень и дальнейшее разрушение древесных материалов, затрудняет выбор защитного средства, которое было бы эффективно против всего комплекса грибов. Биоциды должны обладать, помимо токсичности, такими свойствами, как способность проникновения в древесину, устойчивость к вымыванию из нее, безвредность для людей и животных. Полному комплексу названых требований удовлетворяют не многие биоциды, поэтому в большинстве случаев для каждого в конкретной ситуации их подбирают индивидуально.

Все существующие биоциды для древесины можно условно разделить на два вида: декоративные составы и защитные составы. Биоциды делят также на четыре группы: водорастворимые, органикорастворимые, маслянистые (пропиточные масла) и антисептические пасты.

Издавна известны такие декоративные средства, как олифа и масляная краска. Защитные свойства этих материалов достигаются путем создания на поверхности древесины водоотталкивающего (маслянистого) слоя. Недостатки таких составов – длительное время высыхания, относительно низкие декоративные свойства, отсутствие антисептических добавок в составе, недолговечность покрытия. В современном строительстве применяют ограниченно.

Более высокими защитными и декоративными свойствами обладают составы на основе алкидных смол. Они подчеркивают естественную текстуру древесины и, кроме того, позволяют имитировать ценные породы дерева. Содержащийся в их составе растворитель (уайт-спирит) обеспечивает хорошее сцепление и глубокое проникновение полезных защитных веществ в подложку, а также уничтожает микроорганизмы и насекомых в поверхностном слое древесины. Недостатки таких составов – огнеопасность и резкий запах во время проведения работ.

Сильной стороной декоративных составов на базе водных дисперсий синтетических полимеров являются почти полное отсутствие запаха, быстрое высыхание с образованием на поверхности прочной, непроницаемой для воды, но «дышащей» пленки и весьма высокие декоративные свойства покрытия.

Защитные средства по вымываемости делят на легковымываемые (ЛВ); вымываемые (В); трудновымываемые (ТВ); невымываемые (НВ). Трудновымываемые и невымываемые составы надежно защищают древесину от широкого спектра грибов и насекомых на длительный срок – 25–30лет.

Витебский государственный университет

На современном рынке представлено большое количество водорастворимых составов. Большинство из них обладает только профилактическим или узконаправленным действием и зачастую не отвечает экологическим требованиям. Недостатком водорастворимых биоцидов является необходимость дополнительной операции по просушке древесины. Кроме того, просушка древесины сопровождается усадкой и образованием трещин.

В последнее время появились водорастворимые препараты, хорошо зарекомендовавшие себя при обработке древесных материалов. К таким препаратам относится «Крам», «Биодекор», «Финакс», «КСД-А», Антибиокор – С, Пиралакс и другие, которые помимо биозащитных свойств обладают и огнезащитными. Расход этих препаратов в среднем составляет 0,4–0,6 л на 1 $м^2$ поверхности обрабатываемых деревянных деталей.

Широким спектром действий обладает препарат «Сенеж». Он предназначен для долговременной защиты древесины от атмосферных осадков, плесневых, деревоокрашивающих и деревообрабатывающих грибов, водорослей и насекомых-древоточцев, а также декоративной отделки под ценные породы. Помимо этого «Сенеж» характеризуется неплохими огнезащитными свойствами.

Высший класс биостойкости имеет биозащитный состав «Мипор». Представляет собой бесцветную прозрачную жидкость, практически не имеющую запаха. Состав предназначен для защиты строительных конструкций и изделий из древесины, бетона, кирпича от любых биоповреждений плесневыми, дереворазрушающими, деревоокрашивающими грибами и т.д. Уничтожает уже существующие колонии биоразрушителей. Состав не изменяет внешний вид защищаемой поверхности, не воспламеняется, не содержит тяжелых металлов, не оставляет следов на обрабатываемой поверхности, экологически безопасен.

Биоцидный препарат «Святозар-90» представляет собой декоративный, защитный состав для высококачественного оформления поверхностей из натуральной древесины под ценные породы древесины и в яркие цвета. Он обеспечивает глубокое проникновение и защиту древесины от поражения плесенью, дереворазрушающими и деревоокрашивающими грибами, а также древесными насекомыми. Препарат образует бесцветное либо цветное прозрачное «дышащее» покрытие, которое прекрасно подчеркивает структуру древесины. Наилучшие результаты по защите обеспечиваются последующим использованием лака-антисептика «Дефендер».

Одним из эффективных способов предохранения древесины от биоповреждений является совместное проведение поверхностной и объемной гидрофобизации. Гидрофобизаторы проникают в глубь материала, выстилают поверхность его капилляров, делают их стенки несмачиваемыми. Водопоглощающий материал становится водоотталкивающим.

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 5
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ БУМАГИ И СПОСОБЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ

Бумага, книги, как и другие целлюлозосодержащие материалы и изделия, могут повреждаться микроорганизмами на различных стадиях их изготовления и использования. Грибам принадлежит выдающаяся роль в разрушении бумаги, хотя в нем участвуют также и целлюлозоразрушающие бактерии.

Многие из грибов, известные как главные разрушители бумаги, встречаются непременно во всех складских помещениях и хранилищах. Иногда виды грибов, редко встречающиеся в природе и не являющиеся патогенными для растений и животных, занимают видное место среди грибов, обитающих на бумаге.

На основании количественного учета установлено, что по встречаемости наиболее распространены следующие роды грибов: *Aspergillus, Penicillium, Trichoderma, Fusarium, Cladosporium* и некоторые другие.

Однако частота обнаружения не является единственно важным критерием. Главное – степень повреждения грибами и нанесенный ущерб. По этому признаку грибы могут быть отнесены к пяти группам:

1. Постоянно встречающиеся на бумаге, проникающие в волокно и приводящие его в состояние дезинтеграции.
2. Постоянно встречающиеся на бумаге и вызывающие некоторое нарушение ее текстуры.
3. Усваивающие отдельные специфические компоненты в бумаге, составляющие в общей массе незначительную ее часть (воск, парафин, синтетические полимеры, шерсть, каучук и прочие).
4. Грибы, присутствие которых на бумаге зависит от окружающей микрофлоры, характерной для данной местности (на бумаге эти виды обнаруживаются иногда в большем количестве, нежели ее основные разрушители).
5. Отдельные случайные представители.

Одним из источников попадания грибов на бумагу является сырье, в т.ч. древесина, применяемая для ее изготовления. Несмотря на стериализацию древесины при размоле, позже с водой и воздухом в массу попадают споры плесени и вызывают ее порчу.

Практически на всех стадиях производства бумаги, за исключением заключительных, развиваются сообщества микроорганизмов сложного состава. Однако в каждый период господствуют разные виды грибов.

На первой стадии переработки сырья (размоле древесной щепы и получении волокнистой массы) при температуре 70–80°C развиваются термофильные бактерии, вызывающие нарушение технологического процесса.

Во время изготовления бумаги их состав несколько раз меняется в зависимости от влажности и режима производства. На заключительных стадиях изготовления бумаги производится обезвоживание бумажной массы и сушка

Витебский государственный университет

при 120 °С. В этих условиях происходит стерилизация бумаги, т.е. выходящая из бумажных машин бумага практически не содержит микроорганизмов. Заселение бумаги микроорганизмами начинается при упаковке, транспортировке и хранении.

Если на поверхности бумаги, непосредственно полученной в конце производства, грибы почти полностью отсутствуют, то бактерии стойко сохраняются на всех этапах производства.

Сегодня известно более 200 видов грибов, встречающихся в архиво- и книгохранилищах. Из них около 40 видов – постоянные обитатели. Они наиболее опасны для изделий из бумаги, так как вырабатывают ферменты, разрушающие целлюлозу, и вызывают тяжелое поражение бумажной продукции. Такие грибы способны за 2 месяца разрушить до 50 % целлюлозы в бумаге.

Прорастание спор и развитие грибов происходит при содержании в бумаге 8–10 % воды и более (это соответствует значению относительной влажности воздуха выше 65 %). В процессе роста грибы выделяют дополнительное количество воды и других веществ. Основным агрессивным биохимическим фактором среди продуктов их развития являются целлюлозолитические ферменты, вызывающие глубокие повреждения и разрушения бумаги.

Повреждения бумаги выражаются в снижении и потере прочностных свойств, пожелтении, пигментации и, в итоге, – в разрушении. Грибница, развивающаяся на бумаге, может быть бесцветной или окрашенной в различные тона. Она бывает воздушной, образуя над поверхностью субстрата (бумаги) возвышения в виде легко стирающихся подушечек, но может проникать в глубь субстрата. Если грибница прорастает через всю толщу бумаги, то продукты разложения целлюлозы склеивают листы, и они оказываются сцементированы.

Окрашенная грибница образует на бумаге стойкие пятна розового, фиолетового, желтого, бурого, черного цвета. Пятна и воздушная грибница маскируют текст, делают его трудночитаемым.

На месте развития грибов бумага всегда ослаблена, становится хрупкой, ветхой и часто выпадает, образуя отверстия.

Степень повреждения бумаги зависит от ее вида, свойств, природы материалов, входящих в состав изделий из бумаги, продолжительности и условий хранения, состояния бумаги и т.п.

Разрушение бумаги усиливается в присутствии материалов, не стойких к воздействию микроорганизмов.

Грибами поражается не только бумага, но и другие части и материалы книг и документов: кожа, картон, клей, нитки, ткань.

Носителями микроорганизмов, вызывающих повреждения бумаги, может быть не только сырье, но и технологическое, складское оборудование, вода и воздух. Поэтому меры по защите бумаги и изделий из нее от биоповреждений включают кондиционирование воздуха с целью поддержания оптимального температурно-влажностного режима, очистку воздуха от пыли и, в случае

Витебский государственный университет

необходимости, фильтрацию и обеззараживание воздуха с помощью ультрафиолетового света, а также применение химических средств защиты — биоцидов – для поверхностной обработки или изготовления антисептированной бумаги.

В настоящее время известно более 300 видов соединений, предназначенных для борьбы с биоповреждениями бумаги, но практическое применение нашли немногие, так как биоциды должны обладать определенными свойствами:

- растворяться в воде или образовывать стойкие водные эмульсии;
- не сорбироваться на целлюлозных волокнах и не связываться с ними химически;
- хорошо фиксироваться на волокне;
- обладать высокой избирательной токсичностью для микроорганизмов при малой дозировке;
- не изменять свойств при температуре до +70 ^{0}С и в интервале кислотности среды 4–7 pH;
- быть бесцветными;
- иметь высокую температуру воспламенения;
- быть безопасными для человека;
- не испаряться с выделением вредных веществ;
- не иметь запаха;
- быть доступными и не иметь высокую стоимость;
- способность длительное время удерживаться бумагой;
- влагопоглощение биоцида должно быть не ниже, чем у защищаемых материалов;
- отсутствие отрицательного влияния на свойства бумаги.

В качестве биоцидов, имеющих высокие защитные действия, широко применяются производные оксихинолина, салициланилид и его галогенопроизводные, пентахлор-фенолят натрия, некоторые дисульфиды, нафтенат меди, Metatin GT, тимон (5-метил-2-изопропил-фенол), нипагин М (метиловый эфир 4-оксибензойной кислоты) и другие.

Вводят биоциды в бумагу следующими способами:

- пропитка бумаги и картона;
- нанесение биоцида на поверхность бумаги;
-пропитка бумаги дисперсией, содержащей биоцид и гидрофобные добавки;
- введение биоцида в волокнистую суспензию.

Значения pH рабочих растворов биоцида должна находиться в области, близкой к нейтральной (около 7). Значения ниже 7 указывают на возможное снижение механической прочности сразу после введения биоцида или в процессе хранения.

Обработка бумаги синтетическими полимерными смолами с гидрофобными свойствами, например, полиэтиленом, приводит к образованию

Витебский государственный университет

защитного барьера, предохраняющего бумагу от повреждения грибами эффективнее, чем с помощью фунгицидов.

Существуют препараты, действие которых можно характеризовать как фунгистатическое. К таким препаратам, например, относится латекс, представляющий собой водный коллоидный раствор акрилового биоцидного сополимера. Бумага, обработанная таким веществом, приобретает грибостойкость, повышенную прочность на излом и гидрофобность.

Одним из направлений для защиты материалов на бумажной основе является применение антибиотических веществ, постоянно синтезируемых в природе, в частности, антибиотиков. Из отечественных антибиотиков хорошую противогрибковую активность проявили имбрицин и нистатин. Для 100 % подавления роста разных грибных культур требуется их низкая концентрация (10–20 мкг/мл).

Защита бумаги должна осуществляться комплексно, включая мероприятия по профилактике биоповреждений. Главный способ профилактики повреждения бумаги плесневыми грибами – поддержание оптимального микроклимата, при котором исключается прорастание спор, но сохраняются благоприятные условия для ее хранения. Такие условия создаются при температуре 16–20°С и влажности 50–60%.

Кроме поддержания оптимального микроклимата для предотвращения заражения бумаги необходимо снижать концентрацию спор грибов в воздухе, проводя своевременно санитарно-гигиенические мероприятия, например, фильтрацию и обеззараживание воздуха с помощью ультрафиолетового света.

Пыль является источником и переносчиком спор грибов и бактерий. Существует прямая зависимость между запыленностью бумаги и зараженностью ее микроорганизмами. При повышенной влажности микроорганизмы быстро начинают развиваться, а пыль становится их питательной средой.

Большую опасность представляет хранение бумажной продукции в воздухонепроницаемых и негигроскопичных упаковках, например, в полиэтиленовых. В случае понижения температуры воздуха внутри упаковки резко повышается влажность, вплоть до выпадения росы. При этом происходит увлажнение бумаги, что способствует прорастанию спор плесневых грибов.

От повреждения микроорганизмами должна быть защищена не только бумага в виде книг, документов, карт, альбомов для рисования и других изделий, но также бумага и картон, предназначенные для упаковки различных товаров, особенно пищевых продуктов и товаров, отгружаемых в тропики.

ЛЕКЦИЯ 6
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ И СПОСОБЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ

Сырьем для производства кож являются шкуры животных. Шкура –

Витебский государственный университет

сложный материал, на котором могут существовать многочисленные микроорганизмы. Они попадают на нее из окружающей среды (воды, воздуха, почвы), так как животные непосредственно соприкасаются с ней (купание, катание по земле, оседание пыли).

Являясь продуктом живой природы, она вовлекается в круговорот биогенных веществ бактериями, плесневыми грибами, насекомыми и другими живыми организмами, для которых она служит субстратом, источником питания.

Парные (свежеснятые) шкуры с внутренней стороны (со стороны подкожно-жировой клетчатки) стерильны. С наружной стороны, т.е. со стороны волосяного покрова, на различных участках шкур может находиться от 5 до 500 млн микроорганизмов на 1 см^2. Те микробы, которые находились на шкуре при жизни животного, частично попадают на подкожно-жировую клетчатку после убоя и съема шкуры. Вторичными источниками заражения являются грязный пол, загрязненные корзины, попадающий навоз и грязь, разлагающиеся отбросы производства, воздух складских и производственных, обычно в значительной степени загрязненный специфической микрофлорой, бактериями, спорами плесеней, микрофлорой соли и др.

Подкожно-жировая клетчатка является особо благоприятной средой для развития микроорганизмов. Здесь они размножаются и отсюда проникают в дерму. Попав в сетчатый слой, в межпучковые пространства, микроорганизмы могут вызвать гнилостный процесс довольно глубоко в толще шкуры. При этом хорошей питательной средой для микроорганизмов является кровь, остающаяся в сосудах при плохом обескровливании, а также промежуточное вещество дермы и подкожно-жировой клетчатки.

В зависимости от внешних условий и степени рыхлости подкожной жировой клетчатки микроорганизмы могут создавать многочисленные колонии на ее поверхности или проникать в вышележащие слои, размножаясь и вызывая глубокие разрушения. Они могут легко и быстро двигаться по межволокнистым и межпучковым пространствам, разрушая основное вещество дермы и различные межклеточные элементы. Например, микробы палочковидной формы, продвигаясь по волокну, проникают в коллагеновые пучки и затем распространяются по окружающим тканям, кокки же проникают в волосяные сумки. Плесени расходятся своими мицелиями или вдоль коллагеновых волокон, или находясь в межпучковых пространствах, во всех направлениях, образуя густое переплетение. Гнилостные микробы, попадая в сетчатый слой дермы, быстро распространяются в межпучковом пространстве, а затем разрушают коллагеновые и эластиновые волокна. В результате происходящих процессов возникает расслоение дермы, что, в свою очередь, ведет к полному разложению шкуры.

Процесс порчи и разложения шкуры происходит быстро уже при температуре выше 18 °С.

Во избежание заражения микроорганизмами внутреннего слоя шкуры, наименее биостойкого, парная шкура должна быть сразу подвергнута

Витебский государственный университет

консервированию. Если это не будет сделано в течение 2 ч после снятия с туши, то шкура полностью или частично потеряет товарные качества.

Кожевенное сырье, пораженное микроорганизмами в результате несвоевременного или неправильного консервирования и хранения, называют «*бактериальным»*. Бактериальные шкуры покрываются слизью со стороны подкожной клетчатки, отслаивается эпидермис и на поверхности шкуры образуется «*безличина*» – отсутствие лицевого слоя на отдельных участках, происходит теклость волосяного покрова (*обезволашивание*), пигментация (*прелины*), появляется неприятный запах, падает механическая прочность вплоть до полного разрушения.

Основными способами консервирования парных шкур являются: *пресно-сухое*, *сухо-соленое*, *мокро-соленое* консервирование.

Пресно-сухое и *сухо-соленое* консервирование основано соответственно на подавлении жизнедеятельности бактерий и активности протеолитических ферментов путем снижения влажности сырья до 18—20 % и обработкой сухим хлоридом натрия (поваренной солью) и кремнефторидом натрия. Чтобы влага при пресно-сухом консервировании удалялась быстрее, консервирование следует осуществлять в интервале температур от +20°С до +35°С. При более низких температурах шкуры могут загнивать из-за медленного удаления влаги.

Определенные требования устанавливаются и в отношении относительной влажности воздуха помещения – она должна составлять 45 — 60 %, и при этом необходима хорошая циркуляция воздуха.

Мокро-соленое консервирование осуществляют с помощью хлорида натрия засолкой врасстил с внутренней стороны шкуры или обработкой насыщенным водным раствором хлорида натрия (тузлукованием) с последующей подсолкой шкур в штабелях. При мокросолении удаляется преимущественно свободная влага. При этом основная часть неспоровых бактерий погибает, а развитие и размножение других прекращается либо резко затормаживается.

Консервирующее действие хлорида натрия при сухосолении основано на его обезвоживающем действии на шкуры, а при мокросолении – на нарушении внутриклеточных процессов в результате диффузии и осмоса хлорида натрия в клетки. Однако хлорид натрия не обеспечивает полной защиты от микроорганизмов и даже может служить субстратом для развития так называемых галофильных (солелюбивых) бактерий. Для защиты от этих бактерий при тузлуковании рекомендуется добавлять в качестве бактерицида метабисульфат натрия.

Кроме перечисленных способов консервирования в качестве временной меры может применяться замораживание сырья. При низкой температуре прекращается деятельность бактерий и ферментов, однако замороженное сырье заготовительные организации обязаны разморозить и законсервировать мокросолением.

Эффективным методом защиты парной шкуры от действия микроорганизмов считают облучение. После облучения парного кожевенного сырья дозой 1 кДж/кг его можно хранить 7 суток без заметных признаков

Витебский государственный университет

бактериального повреждения, при дозе облучения 3 кДж/кг срок хранения увеличивается до 12 суток. При этом сырье не требует дополнительного консервирования химическими веществами.

Сочетание же мокросоления и облучения кожевенного сырья приводит к практически полному уничтожению микрофлоры, жизнедеятельность которой в сырье не возобновляется в течение 6 мес.

Перед консервированием со шкуры необходимо удалить все загрязнения, а также прирези сала и мяса.

Среди микробов парной шкуры имеется большое число так называемых гнилостных микроорганизмов, в числе которых кокки и палочки, споровые и неспоровые, аэробы и анаэробы, причем наибольшее их количество представлено палочковидными – как споровыми, так и неспоровыми. В меньшем количестве встречается группа кокков, куда относятся микрококки и сарцины, в большинстве своем вырабатывающие пигменты (желтый, охровый, коричневый, красный и белый).

Общим признаком для микроорганизмов является их способность разлагать белки. Многие из кокков и сарцин вырабатывают ферменты, действующие на частично разложенный белок. Иногда на шкуру попадают неспоровые, грамотрицательные палочки. Многие их виды разжижают желатину и разлагают жиры. В большинстве своем — это микробы-психрофилы. Указанные виды микробов чаще всего попадают из воды. Группа грибов, и в особенности актиномицетов, также обладает способностью разлагать белок. Актиномицеты довольно часто встречаются в почве и оттуда попадают на шкуру. Среди плесеней на парной шкуре встречаются грибы родов Mucor, Asperqillus, Penicillium, Cladosporium, Rhizopus и Oidium. Из группы дрожжей на сырье встречаются так называемые дикие, широко распространенные в природе дрожжи, а именно черные, белые и красные.

Переработка кожевенного сырья в готовую кожу — многостадийный процесс. При переработке могут создаваться условия, способствующие росту и развитию микроорганизмов на коже, поэтому практически на всех стадиях возможно применение биоцидов.

Опасность повреждения кожи бактериями появляется уже на первой стадии (отмоки), когда содержание соли в коже резко снижается (в связи с воздействием на сырье воды), что способствует поселению и развитию бактерий. Повреждения бактериями в этом случае начинаются с лицевой поверхности кожи. В качестве бактерицида на этой стадии используют кремнефторид натрия.

На следующей стадии золения шкуры обрабатывают раствором гашеной извести для удаления межволоконных белковых веществ и разрыхления волокнистой структуры дермы. При этом неспорообразующие бактерии погибают в свежей известковой ванне, а спорообразующие – прекращают рост и размножение.

Лишенные волосяного покрова шкуры животных (гольё) подвергаются далее преддубильным операциям – обеззоливанию и мягчению. На этой стадии

Витебский государственный университет

создаются благоприятные условия для роста бактерий (температура 36–38°С, pH 8), во избежание биоповреждений необходимо контролировать продолжительность операций и не допускать превышения установленного времени.

На следующей операции обработки кожи – дублении – опасность биоповреждения снижается, поскольку первый этап этой операции – пикелевание (обработка пикелем – раствором серной кислоты и хлорида натрия) – приводит к резкому повышению кислотности до pH 1–2. Пикелевание придает мягкость и пластичность сырью и обеспечивает консервирование голья для кратковременного хранения и транспортировки. Последующая операция хромового дубления с помощью основного сульфата хрома проводится в условиях, также неблагоприятных для жизнедеятельности многих микроорганизмов (pH 2–3). Однако опасность биоповреждения в процессе дубления и получающегося после этой операции выдубленного полуфабриката не исключается.

Заражение кож плесневыми грибами усиливается на последующих операциях дубления органическими растительными дубителями (таннидами) и синтетическими дубителями (синтанами), а также жирования. К таннидам относятся вещества, получаемые из различных частей многих растений (коры, древесины, листьев, корней и плодов). Танниды представляют собой производные фенолов и обладают некоторым бактерицидным действием. Однако некоторые плесневые грибы могут вызывать гидролиз эстеротаннидов и их седиментацию, в результате чего нарушается процесс растительного дубления и ухудшается качество кожи.

Синтаны бывают двух типов — заменители таннидов и вспомогательные. Синтаны первого типа получают из фенольного сырья и наряду с дубящими свойствами они обеспечивают некоторую защиту кожи от биоповреждений. Синтаны второго типа получают из углеводородного сырья, они биоцидными свойствами не обладают. В кожевенной промышленности отмечались случаи сильного поражения плесневыми грибами полуфабриката после растительного дубления с применением синтанов, изготовленных из углеводородного сырья.

В процессе дубления коллаген изменяется и становится, как правило, более устойчивым к воздействию микроорганизмов. Однако при последующем жировании кожи вновь становится уязвимым для микроорганизмов, особенно микроскопических грибов. Жирование проводят с целью придания кожам для низа обуви и некоторым кожам для верха мягкости, эластичности и, главным образом, водостойкости. В кожу вводят животные, растительные и синтетические жиры, минеральные масла. Именно на стадии жирования в состав кожи вводят биоциды в тех случаях, когда имеется опасность повреждения микроорганизмами из-за недостаточной биостойкости кожевенного сырья или полуфабрикатов или когда требуется придать коже повышенную биостойкость для эксплуатации ее в тропических районах, или для увеличения срока хранения изделий при повышенной влажности.

Витебский государственный университет

Установлено, что перед введением фунгицида в жировую смесь необходимо нагреть его до температуры 70–75°С. Поэтому в качестве фунгицидов для кожи могут применяться только такие вещества, которые не разлагаются и не улетучиваются при такой температуре.

Специфическими требованиями, предъявляемыми к фунгицидам для защиты кожи, являются:

1) растворимость в жирах;
2) термостабильность при температурах жирования;
3) совместимость с другими компонентами, применяемыми при переработке кожи;
4) устойчивость к внешним воздействиям в течение заданного срока эксплуатации изделий из кожи.

Указанные выше способы защиты от биоповреждений позволяют сохранить качество сырья на предпроизводственной стадии (стадии хранения) или полуфабрикат на подготовительных операциях кожевенного производства, а также на операции дубления. Введение биоцидов на стадии жирования должно обеспечить защиту в процессе эксплуатации кожи.

В проведенных в Центральном научно-исследовательском институте кожевенной промышленности (г.Москва) исследованиях было доказано, что введение фунгицида в толщу дермы не обеспечивает достаточно надежной защиты от биоповреждений кож.

Завершающая стадия переработки кожевенного сырья — отделка. Отделочное покрытие, наносимое на кожевенный полуфабрикат после жирования, состоит из нескольких слоев. В его состав входят белки (казеин, кровяной альбумин), полиакрилаты, лаки на основе нитроцеллюлозы и другие компоненты. Появление плесени на изделиях из кожи после ее отделки может быть связано с низкой грибостойкостью отделочных покрытий.

Актуальной задачей защиты кожи от биоповреждений является поиск путей повышения плеснестойкости отделочных покрытий либо путем введения фунгицидов в состав этих покрытий, либо путем замены применяемых материалов на грибостойкие.

В настоящее время применяемые в кожевенной промышленности биоциды можно разделить на две группы – фенольного типа и безфенольного (гетероциклические). К фунгицидам фенольного типа относятся: *о*-фенилфенол (ОРР), *п*-хлор-*м*-крезол (РСМС), *п*-нитрофенол, *п*-хлорфенол и др.

Необходимо отметить, что использование в настоящее время пентахлорфенола, применяемого ранее, в большинстве стран мира запрещено. Но это совсем не означает отказа кожевенных предприятий различных стран от использования других биоцидов, содержащих фенольные производные. Для примера, в ряде европейских стран до сих пор применяется Preventol WB *о*-фенилфенол (ОРР), хотя данный препарат был разработан много лет назад и относится к группе биоцидов фенольного типа.

Витебский государственный университет

К безфенольным фунгицидам относятся: 2-тиоцианометилтиобензотиазол (ТСМТВ), 2-меркаптобенхзотиазол (МВТ), 2-октил-3-изотиазолинон (OIT), карбендазим (BMC) и др.

Длительное время в кожевенной промышленности применяется 2-оксидефинил, обладающий хорошими технологическими свойствами, а также салициланилид.

Одним из новых биоцидов, испытанных для защиты кожи от поражения плесневыми грибами, является 4,5,6-трихлорбензоксазолинон-2.

Консерванты «нового поколения» не пришли на смену, как иногда принято считать, морально устаревшим биоцидам фенольного типа, а лишь дополнили список бактерицидов и фунгицидов, призванных обеспечить максимальную защиту кожевенного производства от микроорганизмов, практически свести к нулю их отрицательное воздействие и тем самым повысить качество выпускаемой кожи.

Для того, чтобы максимально эффективно применить биоцидные препараты на производстве, нужно учитывать следующие факторы:

- - климатические условия (температура окружающей среды, влажность);
- - условия и сроки хранения;
- - тип и вес исходного кожевенного сырья (КРС, шкуры свиней, овец, коз и др.);
- -строгое соблюдение рекомендаций по применению, указанных в технической документации (концентрация фунгицида, стадия введения и т.д.).

Для уменьшения риска заражения грибами кожевенного полуфабриката, оборудования, воздуха в производственных помещениях, исключения эффекта «привыкания» грибков к основному действующему веществу консерванта технологи часто идут на чередование различных видов фунгицидов. При этом очень важно учитывать химическую природу обоих консервантов. Понятно, что замена не принесет желаемого результата, если фунгициды будут иметь одинаковое действующее вещество в своем составе. Учитывая данные факторы, а также различную природу воздействия на микроорганизмы консервантов фенольного и безфенольного типов, идеальным является периодическое чередование фунгицидов с разной химической основой.

Компания BAYER в своем ассортименте химических материалов для кожевенной промышленности имеет антисептические препараты обоих типов (фенольного и безфенольного). Данные фунгициды выпускаются уже много лет под торговой маркой Preventol (Превентол) и хорошо зарекомендовали себя во многих странах мира.

В мировой практике для защиты кожевенного сырья и готовых кож широкое распространение получили следующие соединения: фенилртутные, бромицетонфенон, n-хлор-т-креозол, алкилнафталин-сульфодикислота, борат натрия, окись цинка, 2-оксидифенил, салициланилид и ряд других соединений.

Витебский государственный университет

Однако широкое применение некоторых биоцидов ограничено спецификой требований для защиты кожи: биоциды должны быть растворимы в жирах, термостабильны при температурах жирования кожи, совместимы с другими компонентами, применяемыми при переработке кожи.

Установлено также, что большинство из вышеназванных биоцидов не проявляет длительного антимикробного действия в связи с тем, что введенный на стадии жирования антисептик при эксплуатации выпотевает вместе с жиром, а зачастую фунгицид просто улетучивается.

В связи с этим оптимальную защиту могут обеспечить биоциды, вводимые в состав отделочных покрытий, а также соединения, способные химически связываться с коллагеном. В этом отношении хорошо себя проявили 3-нафтол и 3-оксинафтальдегид, вводимые в кожи как пропитка при отделке.

Заслуживает внимания также обработка кож после дубления препаратом катамин АБ из класса четвертичных аммониевых соединений. Соединяясь с коллагеном координационными или солевыми и адсорбционными связями, катамин АБ препятствует развитию микроскопических грибов на поверхности готовой кожи.

При воздействии на кожу грибов, используемых в качестве питательного субстрата (жиры, танниды, углеводы, отделочные материалы), происходит потеря массы кож, ухудшение их физико-механических показателей, повышение жесткости. Под влиянием продуктов жизнедеятельности грибов – кислот, альдегидов, спиртов, углекислоты и других – изменяется внешний вид кож, их химические и физико-механические свойства, кожа вокруг колоний грибов становится мягкой, снижаются ее товарные качества. Помимо прямого действия, связанного с повреждением структуры кожи, микроорганизмы проявляют и косвенное отрицательное действие на изделия из кожи. Микроскопические грибы способствуют увеличению гигроскопичности кожи, вследствие чего повышается влажность внутри обуви. Это способствует преждевременному изнашиванию швов, а также развитию болезнетворных микроорганизмов внутри обуви.

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 7
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТА

Биоповреждения металлов и металлоконструкций называют *биокоррозией*, или *микробиологической коррозией* металлов. Поскольку среди живых организмов — агентов биокоррозии — основными являются бактерии и микроскопические грибы, то в специальной литературе приняты термины «*бактериальная*» и «*грибная*» коррозия.

Видовое многообразие грибов, их высокая приспособляемость к условиям обитания приводят к тому, что объем повреждаемости ими материалов значительно превышает объем, стимулируемый бактериями. Если для развития

бактерий необходимы специальные условия, то для микрогрибов достаточно незначительного загрязнения и временного повышения влажности воздуха, что бы образовалась колония на поверхности конструкций.

Металлы сами по себе являются более биостойкими материалами, чем неметаллические материалы. Некоторые из них обладают даже биоцидным действием, например, серебро. Как правило, металлические части машин, приборов и других технических изделий имеют различные защитные и декоративные покрытия, которые в первую очередь подвергаются воздействию биоагентов и предохраняют металл от биокоррозии. И, наконец, следует отметить, что внешние проявления биокоррозии металлов мало отличаются от обычной коррозии, сопровождающейся, например, в случае атмосферной коррозии появлением ржавчины. Поэтому даже специалисты в области коррозии не всегда могут распознать биокоррозию и для установления биологической природы тех или иных случаев коррозии вынуждены обращаться к микробиологам.

Микробиологическая коррозия может протекать самостоятельно и сопровождать электрохимическую, почвенную, атмосферную, морскую и другие виды коррозии металлов. Часто инициирование электрохимической коррозии – наиболее распространенного типа коррозии в строительных металлических конструкциях, трубопроводах – вызвано микроорганизмами (*электрохимическая коррозия* происходит во влажном воздухе и в различных водных растворах, проводящих электрический ток; усиливается с ростом концентрации в воздухе углекислого и серного газов).

Результаты микробиологической коррозии аналогичны другим видам коррозийных воздействий: общие и локальные повреждения металлов, покрытий (металлических, лакокрасочных, полимерных и др.).

Коррозия металла начинает развиваться с его поверхности. Если коррозия идет по всей поверхности, то называется *сплошной*, если поражает отдельные участки – *местной.* Сплошная коррозия, протекающая по границам зерен металла, называется *межкристаллитной* (рисунок 9).

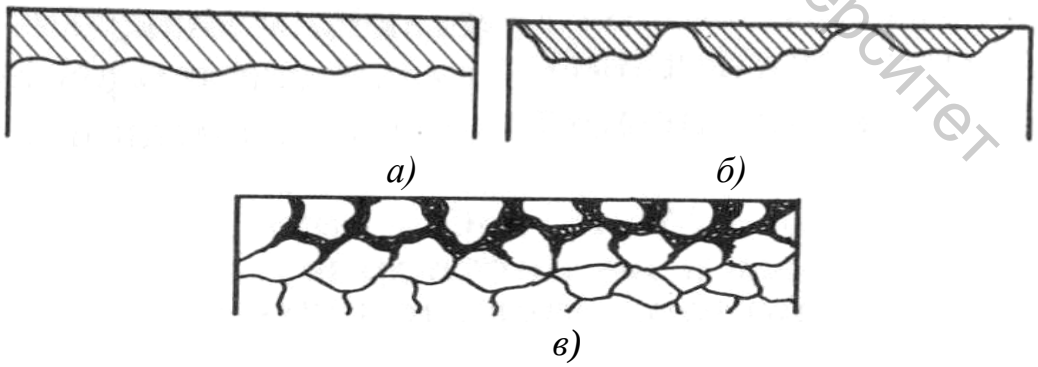

Рисунок 9 – Виды коррозийных разрушений материалов:
а – сплошная поверхностная; *б* – местная; *в* – межкристаллитная

Начало коррозии сопровождается на поверхности металла наростов мицелия или слизи, потерей металлом блеска. Внешними признаками микробиологической коррозии, происходящей под действием бактерий, грибов

Витебский государственный университет

и продуктов их жизнедеятельности, могут быть шероховатые, малозаметные углубления, иногда под тонким налетом продуктов коррозии, язвенные углубления кратерообразной формы, иногда сквозные с обильным налетом продуктов коррозии.

По мере протекания коррозии уменьшается сечение детали и конструктивного элемента. Вследствие коррозии металлы теряют необходимую прочность, пластичность, герметичность, тепло- и электропроводность, отражательную способность и другие необходимые качества.

Порча плесневыми грибами электрооборудования начинается с того, что грибы действуют на органические изоляционные материалы (например, пластические массы, текстиль и др.) и ухудшают их механические свойства и электрическую характеристику, например, уменьшают сопротивление изоляции. Мицелий плесневых грибов может проникать внутрь материала и расти в полостях при неправильно выполненной системе изоляции, снижая внутреннее сопротивление материала и его пробивную прочность.

Прежде всего, коррозию металлов могут вызывать агрессивные метаболиты микроорганизмов — минеральные и органические кислоты и основания, ферменты и др. Они создают коррозионно-активную среду, в которой в присутствии воды протекает коррозия по обычным законам электрохимии. Метаболиты многих микроскопических грибов вызывают коррозию как черных, так и цветных металлов и их сплавов.

Процесс микробиологической коррозии можно разделить на *стадии:*

1. Транспортировка микроорганизмов из воздушной и водной сред или из почвы на поверхность металлоконструкций, или перенос микроорганизмов с загрязнением на поверхности технологического характера (например, при сборке или ремонте автомобилей).
2. Адсорбция микроорганизмов и загрязнений на поверхности металлов. Прочность сцепления микроорганизмов и частиц поверхности, характер загрязнений и условия эксплуатации машин определяют дальнейшее развитие процесса.
3. Образование и рост колоний микроорганизмов до визуально наблюдаемых размеров. Эта стадия сопровождается появлением коррозионно-активных продуктов и локальным характером накопления электролитов с избыточным содержанием ионов гидроксония H_3O^+.
4. Воздействие продуктов жизнедеятельности микроорганизмов на материал конструкций (кислотное, щелочное, окислительное, ферментативное). Например, серобактерии – аэробы окисляют сероводород сначала в серу, затем в серную кислоту по следующей схеме: $2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$; $2S + 2H_2O + 3O_2 = 2H_2SO_4$.

   Возможно действие окисленных ферментов с выделением пероксида водорода, а затем атомарного кислорода при разложении пероксида водорода:

$$nH_2O_2 = nH_2O + nO;\ mMe + nO = Me_nO_m$$

Витебский государственный университет

Продукты коррозии, в свою очередь, стимулируют разложение пероксида водорода. Анаэробные микроорганизмы в почвенных средах способны вырабатывать сероводород, углекислоту, углеводороды, щелочи и другие химические соединения, влияя на возможность протекания и скорость коррозии.

5. Стимулирование коррозионного разрушения металлов и деструкции полимеров – явлений, сопутствующих биоповреждениям. Например, стимулирование электрохимической коррозии, являющейся результатом появления концентрационных элементов на металлических поверхностях при накоплении продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.
6. Дальнейшая интенсификация биоповреждений (синергизм) как результат наложения нескольких факторов и взаимного влияния различных процессов разрушения металла.

Биокоррозия под действием грибов характерна для атмосферных и почвенных условий. В местах с ограниченным воздухообменом, где создаются благоприятные для развития грибов температурно-влажностные условия, попавшие на поверхность металлов вместе с загрязнениями споры грибов могут вызвать коррозию металлов. Выросшие на загрязненных поверхностях мицелии грибов способны в дальнейшем удерживать влагу даже при снижении относительной влажности окружающего воздуха до 60 % и ниже. Местное повышение влажности в присутствии мицелия создает дополнительные благоприятные условия для развития коррозии.

Наиболее опасными в отношении биокоррозии металлов климатическими зонами являются зоны влажного тропического и субтропического климата. В зонах умеренного климата грибы вызывают коррозию в тех случаях, где нарушаются условия хранения или эксплуатации техники.

Типичными представителями грибов, вызывающих биокоррозию в различных климатических зонах, являются грибы родов Aspergillus, Fusarium, Penicillinum, Cladosporium и др.

Поскольку грибы гетеротрофны, то на поверхности чистого, незагрязненного металла, не имеющего контакта с органическими материалами, например, смазками, полимерными пленками, красками, они не могут развиваться.

Биокоррозия металлов под действием грибов носит в связи с этим как бы вторичный характер. Вначале грибы поселяются и развиваются на органических материалах, контактирующих с металлом, а затем мицелий, распространяясь на металл, вызывает его коррозию своими метаболитами – кислотами, ферментами.

Биокоррозия отмечается на незащищенных смазками или неокрашенных металлических деталях – резьбовых соединениях, электрических контактах и т. п. Такие поражения характерны для радиоэлектронных и оптических приборов. Образование мицелия на поверхности электрических контактов приборов в ряде случаев вызывает нарушение работы всего прибора вследствие замыкания

Витебский государственный университет

электрической цепи или размыкания из-за нароста продуктов коррозии на поверхностях.

Среди бактерий, наиболее часто вызывающих коррозию металлов, выделяют литотрофные бактерии, в частности сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ) и тионовые бактерии, окисляющие серу и соединения серы до серной кислоты, которая создает агрессивную коррозийную среду; железобактерии, окисляющие закисное железо до окисного. Железобактерии вызывают коррозию металлических поверхностей, соприкасающихся с водой.

Коррозия металлов и металлоконструкций под действием СВБ бактерий встречается в технике наиболее часто по сравнению с другими видами биокоррозии. Характерной особенностью этого вида коррозии является то, что она протекает в анаэробных условиях.

Случаи анаэробной коррозии более характерны для подземных сооружений и конструкций (нефтепромысловое оборудование, трубопроводы, нефтехранилища и т. п.), находящихся в плотных глинистых и водоносных слоях грунта.

Известны примеры поражения бактериями цветных металлов, в частности алюминиевых сплавов. Так, в авиации «жертвой» биокоррозии оказались топливные системы реактивных самолетов из алюминиевых сплавов. Авиационные топлива с примесями воды — благоприятная среда для сульфатвосстанавливающих и других бактерий.

Защита металлов от биокоррозии в основном сводится к приемам предотвращения, ограничения развития или уничтожения микроорганизмов. Это достигается повышением общей коррозионной стойкости металлов и покрытий; применением в качестве покрытий лакокрасочных и полимерных материалов, обладающих биоцидными свойствами или содержащих биоциды; нанесением на поверхность конструкций машин смесей, включающих гидрофобизирующие, ингибирующие вещества и биоциды; поддержанием определенных условий эксплуатации (относительная влажность воздуха не более 80 %, температура не выше 20 °С, воздухообмен, очистка воздуха и поверхностей конструкций от механических загрязнений); вводом в водные среды эффективных добавок бактерицидов; применением катодной защиты для подземных сооружений, протекторной защиты для гидросооружений и плавсредств; применением рецептур для консервации, содержащих ингибиторы коррозии, в том числе летучие.

Коррозионная стойкость металлов и покрытий может быть повышена применением металлов и покрытий, устойчивых против атмосферной коррозии; металлических покрытий, которые являются «ядами» для микроорганизмов (цинк, свинец) или продукты окисления которых являются биоцидами (окислы меди и др.); снижением шероховатости и очисткой поверхности металлов от загрязнений всех видов; использованием в растворах, предназначенных для нанесения металлических и конверсионных покрытий, биоцидных веществ (борная кислота и ее соли, полиамины и полиимины, оксихинолин и его производные и т. п.) и удаление из растворов веществ, которые могут

Витебский государственный университет

адсорбироваться на поверхности и в порах покрытия и служить питательной средой для микроорганизмов (декстрин, крахмал, столярный клей, сахара, аминокислоты, цианиды и т. п.).

Наиболее простой способ борьбы с коррозией заключается в защите поверхности металла от непосредственного соприкосновения с окружающей средой путем покрытия масляной краской, лаком, эмалью или, наконец, тонким слоем другого металла. Используют битумные, дегтевые, синтетические лаки, а также масляные краски, алкидные и другие эмали.

В последние годы для защиты металлоконструкций все большее распространение получают нетоксичные лакокрасочные покрытия, например, цинкосиликатные. Основными компонентами составов являются силикаты щелочных металлов (натрия, калия, лития) и цинковая пыль, образующие на поверхности тонкую пленку с содержанием цинка 90–93%. Разработаны высокодисперсные металлические порошки, на основе которых получают защитные полиуретановые красочные составы: цинконаполненные (до 97 % цинка) – «Цинотан» – и защитно-декоративные алюминиевые – «Алюмонат». Температурный интервал применения составляет от – 60 до +400°C. Эти нетоксичные, быстросохнущие в естественных условиях композиции используют для защиты конструкций, работающих в условиях действия пресной, морской, минерализованной воды, нефти, нефтепродуктов.

Особый интерес с теоретической точки зрения представляет покрытие одного металла другим. Различают покрытия анодные и катодные. Анодные покрытия выполняют из металла, стоящего в ряду напряжений правее защищаемого металла. Для стальных изделий анодной защитой служит, например, пленка из цинка. Если покрытие окажется нарушенным, то разрушается покрывающий, а не основной металл. Катодную защиту выполняют из олова (примером является луженая сталь), свинца, никеля. При местном нарушении защитной пленки начнется коррозия стали.

Металлические покрытия наносят горячим методом, гальваническим и металлизацией. *При горячем методе* изделия погружают в ванну с расплавленным защитным металлом, температура которого ниже, чем температура плавления изделия (олово, цинк, свинец). *Гальванический метод* защиты состоит в том, что на поверхности изделия путем электролитического осаждения из растворов солей создается тонкий слой защищаемого металла. Покрываемое изделие при этом служит катодом, а осаждаемый металл – анодом. *Металлизация* – покрытие поверхности детали расплавленным металлом, распыленным сжатым воздухом. Преимуществом этого метода защиты металла является то, что покрывать расплавом можно уже собранные конструкции. Недостаток заключается в том, что получается шероховатая поверхность.

Металлические покрытия можно наносить также посредством диффузии металла покрытия в основной металл (примером является хромирование), а также способом плакирования, т.е. наложения на основной металл тонкого слоя

Витебский государственный университет

защитного металла (биметалл) и закрепления его путем горячей прокатки (например, железо-медный сплав, дюралюминий – чистый алюминий).

На практике чаще всего приходится принимать меры к защите стали как металла, особенно подверженного коррозии. Кроме цинка, из более активных металлов для этой цели иногда применяют кадмий, алюминий, действующие подобно цинку. Из менее активных металлов для покрытия стали чаще всего используют олово, медь, никель.

Покрытые никелем стальные изделия имеют красивый вид, чем объясняется широкое распространение никелирования. При повреждении слоя никеля коррозия происходит менее интенсивно, чем при повреждении слоя меди или олова, так как разность потенциалов для пары никель–железо гораздо меньше, чем для пары медь–железо.

Антикоррозийные свойства можно повысить путем *легирования.* Легированием достигается перевод металла из активного состояния в пассивное. При этом образуется инертная пленка с высокими защитными свойствами. Например, легирование железа хромом позволяет перевести железо в устойчивое пассивное состояние и создать целый комплекс сплавов, называемых нержавеющими сталями. Дополнительное легирование нержавеющих сталей молибденом устраняет их склонность к точечной коррозии в условиях применения материала во влажной среде. Существенно повышается (в 1,5–3 раза) коррозийная стойкость строительных сталей при введении в их состав меди (0,2–0,5 %).

Путем целенаправленной обработки деталей специальными химическими реагентами на поверхности металла образуются защитные пленки, обладающие большой коррозийной стойкостью. Защитные пленки создают, например, оксидированием, фосфатированием.

Оксидирование – защита оксидными пленками. Для этого естественную оксидную пленку, всегда имеющуюся на металле, делают более прочной путем обработки сильным окислителем, например, концентрированной азотной кислотой, растворами марганцевой или хромовой кислот и их солей. *Фосфатирование* состоит в получении на изделии поверхностной пленки из нерастворимых солей железа или марганца в результате погружения металла в горячие растворы кислых фосфатов железа или марганца.

Веществами, замедляющими процесс коррозии, являются *ингибиторы.* Ингибирующее воздействие на металлы, прежде всего на сталь, оказывает целый ряд неорганических и органических веществ, которые часто добавляются в среду, вызывающую коррозию. Ингибиторы имеют свойство создавать на поверхности металла очень тонкую пленку, защищающую металл от коррозии.

Ингибиторы, по классификации Х.Фишера, делятся на следующие группы:

1. Экранирующие, покрывающие поверхность металла тонкой пленкой. Пленка образуется в результате поверхностной адсорбции. При воздействии физических ингибиторов химических реакций не происходит.

Витебский государственный университет

2. Окислители (пассиваторы) типа хроматов, вызывающие образование на поверхности металла плотно прилегающего защитного слоя окисей, которые замедляют протекание анодного процесса. Эти слои не очень стойки и при определенных условиях могут подвергаться восстановлению. Эффективность пассиваторов зависит от толщины образующегося защитного слоя и его проводимости.
3. Катодные, повышающие перенапряжение катодного процесса. Они замедляют коррозию в растворах неокисляющих кислот. К таким ингибиторам относятся соли или окислы мышьяка и висмута.

Являясь одним из самых эффективных средств защиты, ингибиторы должны отвечать некоторым необходимым требованиям: находиться в контакте с микроорганизмом с учетом специфичности его действия; длительно сохранять ингибирующие свойства и не инактивироваться другими веществами; быть устойчивыми к атмосферным условиям; не оказывать коррозийного действия на материалы, а также препятствовать адаптации микроорганизмов.

Эффективность действия ингибиторов зависит в основном от условий среды, поэтому универсальных ингибиторов нет. Для их выбора требуется проведение исследований и испытаний.

Наиболее часто применяются следующие ингибиторы: нитрит натрия, фосфаты и силикаты натрия, бихромат натрия, различные органические амины, сульфоксид бензила, танин и т. п. Поскольку ингибиторы со временем расходуются, они должны добавляться в агрессивную среду периодически. Количество ингибитора, добавляемого в агрессивные среды, невелико. Например, нитрит натрия добавляют в воду в количестве 0,01–0,05 %.

Ингибиторы подбираются в зависимости от кислого или щелочного характера среды. Например, нитрит натрия используется в основном в щелочной среде и перестает быть эффективным даже в слабокислых средах.

Для ингибирования бактериальной коррозии, стимулируемой накопительными культурами СВБ, и подавления жизнедеятельности последних разработаны методы защиты с применением ингибиторов-бактерицидов из классов нитропарафинов, селенсодержащих би- и тетрациклических органических соединений, вводимых в интервале концентраций 0,1…0,2 г/л. При этом практически полностью предотвращается образование сероводорода.

Эффективную защиту водоохлаждающих систем от биоповреждений микробными ассоциациями обеспечивает смешанный цинкхроматфосфатный ингибитор коррозии.

В последние годы в нейтральных водных сферах в качестве ингибиторов коррозии применяют фосфонаты и бороглюконаты. Фосфонаты — фосфорорганические соединения, включающие органический радикал и функциональную группу — фосфатанион. Они, как и фосфаты, образуют комплексы с ионами поливалентных металлов, оказывают пептизирующее действие на осадки, стабилизируют соли железа, магния и кальция, образуют защитную пленку на металлах (пептизация – распад агрегатов частиц в

Витебский государственный университет

дисперсных системах; это процесс, обратный коагуляции). Основное преимущество фосфонатов перед фосфатами — меньшая склонность к гидролизу и большая защита поверхностей металлов. Фосфонаты рекомендуется использовать с солями цинка.

Бороглюконаты — новый класс соединений. Их основное преимущество — отсутствие токсичности для человека и теплокровных. Ингибирующий эффект сравним с хроматами (87…88 %). В отношении микроорганизмов они проявляют биостатические свойства, поэтому перспективны в качестве добавок в замкнутые гидросистемы и в различные электролиты (цинкования, фосфатирования и т. п.) для повышения защитных свойств осаждаемых из них металлических покрытий.

Металлические покрытия могут быть дополнительно защищены лакокрасочными покрытиями и гидрофобными пленками из кремнеорганических веществ.

Катодная защита считается одним из наиболее эффективных методов предотвращения почвенной коррозии. Катодная защита ингибирует рост микроорганизмов. Это явление может быть объяснено следующими причинами: ионы водорода поступают к катоду в большем количестве, чем могут быть использованы микроорганизмами; молекулярный водород образует защитную пленку; на поверхности металла образуется избыток гидроксильных ионов (анодная зона), вследствие чего идет процесс подщелачивания (pH увеличивается до 9–10) и создаются среды, подавляющие развитие бактерий и грибов.

Предотвращение обрастания микроорганизмами и биокоррозии в водных и органических растворах достигается обработкой поверхности изделий радиоактивным технецием или его соединениями. Толщина покрытий от моноатомного до 0,127 мм. Способ нанесения электрохимический, катодный, распылением, осаждением из газовой фазы, металлизацией, осаждением в вакууме.

Консервация и применение ингибиторов, обладающих биоцидными свойствами, позволяют в условиях эксплуатации обеспечить достаточно высокую защиту машин, оборудования и сооружений от коррозии и воздействия микроорганизмов. Из известных средств заслуживают внимания смазочные материалы и масла с присадками, обеспечивающими защиту от атмосферной биокоррозии, а также пленки, бумаги, ткани, обработанные биоцидами, летучие ингибиторы. Применение последних осуществляется нанесением соответствующих растворов на поверхности конструкций; периодическим распылением их в замкнутом пространстве или в условиях с ограниченным обменом воздуха; предварительной пропиткой упаковочных материалов, вкладышей и поглотителей.

Для защиты металлов от коррозии под действием грибов применяются в основном те же химические средства (фунгициды), что и для защиты неметаллических материалов. Существенным требованием при этом к фунгицидам является то, чтобы они, обладая биологически активным

Витебский государственный университет

действием против грибов, сами не были агрессивны к металлам и не вызывали коррозии, так как известно, что некоторые фунгициды коррозионно опасны.

Различают следующие способы защиты с применением фунгицидов:

1. 1.Внесение фунгицида в материалы во время их изготовления или же смачивание готовых изделий в растворе фунгицида.
2. 2.Внесение фунгицидов в электроизоляционные лаки (в данном случае фунгицид защищает не только лак, но и одновременно и материал, на который он нанесен).
3. 3.Защита летучими фунгицидами, парами которых насыщают помещение, где хранятся детали.

Эффективными летучими фунгицидами и бактерицидами, предохраняющими приборы и технику от микробных повреждений в условиях повышенной температуры и влажности, являются мертиолат и крезатин.

Мертиолат используют в виде таблеток. Его наносят на бумагу, поролон и другие пористые носители, которые помещают в перфорированные патроны. Патроны размещают в различных местах контейнера или хранилища. Биоцид испаряется и адсорбируется на поверхности изделия, где и оказывает свое защитное действие. Мертиолат также вводят (0,2 %) в лак для окраски внутренней поверхности приборов и техники, в состав герметизирующих и цементирующих замазок.

Крезатин применяется в качестве летучего фунгицида в смеси с носителем этилцеллюлозой (1:1). Препаратом снаряжаются перфорированные алюминиевые патроны и помещаются в футляры или внутренние полости приборов или других технических изделий. Крезатин используется также в составе лаков, герметиков, защитных смазок.

При выборе материалов для электротехнического оборудования, рассчитанного на эксплуатацию во влажных условиях, необходимо, прежде всего, использовать материалы, обладающие фунгистатическими свойствами. К фунгистатическим веществам относят, например, воски, битум, канифоль (применение в стыках) и т. д.

Известно, что коррозии очень способствуют живые организмы, содержащиеся в воде, применяемой для производственных целей. Для очистки металлических труб от микроорганизмов представляет интерес устройство Акваклер (Aquaklear). По принципу действия Акваклер – это управляемый микропроцессором высокочастотный электромагнитный генератор. Создаваемое Акваклером электромагнитное поле стягивает коллоидные, взвешенные в воде частицы, микрочастицы отложений со стенок труб по направлению к оси трубы, затем собранные вместе частицы выстраиваются полем в более прочные структуры, начинают действовать силы электрического взаимодействия между частицами. Образуются мостиковые связи между поверхностями частиц, связывая отдельные частицы в большие агломераты. Образуются устойчивые взвешенные хлопья. Развитая поверхность хлопьев адсорбирует микрочастицы, споры водорослей, не давая им размножаться, и

Витебский государственный университет

органические вещества из воды, лишая микроорганизмы питания. Акваклер убивает некоторые бактерии (стафилококк, кишечную палочку и другие).

Некоторые бактерии имеют слабый электрический заряд на поверхности, поэтому они окружены слоем молекул воды. Переменное высокочастотное поле устройства непрерывно перенаправляет молекулы воды, вызывая этим колебания оболочек бактерий. Из-за колебания стенок внутри бактерий резко повышается осмотическое давление, что приводит к разрыву их оболочек.

Одно из главных условий, стоящих перед разработчиками новых методов защиты материалов и биоцидов, – экологическая безопасность. Если безопасность не гарантирована, то применение многих высокоэффективных, но токсичных для человека и окружающей среды препаратов ограничивается или прекращается.

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 8
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ПЛАСТМАСС И СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТЫ

Пластмассы, основу которых составляют синтетические полимеры, как правило, сравнительно стойки к разрушению метаболитами микроорганизмов. Полимерная цепь макромолекулы синтетических высокомолекулярных соединений слишком велика и прочна, чтобы непосредственно усваиваться бактериями или грибами.

Однако в состав пластмасс, помимо их основы – связующих полимерных материалов, входят добавки – пластификаторы, наполнители, стабилизаторы и др. Среди этих добавок встречаются вещества с различной микробиологической стойкостью, поэтому пластмассы повреждаются микроорганизмами. Повреждения могут носить различный характер – изменение окраски, прочности, электрофизических и других свойств. В некоторых случаях биоповреждения могут носить более глубокий характер, когда наряду с изменением внешнего вида меняются физико-химические, физико-механические и другие свойства материалов – изменение вязкости, прочности, твердости и т. д.

Основными микроорганизмами, повреждающими пластмассы в обычных условиях эксплуатации, являются микроскопические грибы. На поверхности изделий разрастаются колонии грибов, мицелий проникает в толщу материала через микротрещины, продукты обмена веществ (метаболиты) грибов воздействуют на отдельные компоненты пластмасс. Скопление мицелия на поверхности деталей из пластмасс, входящих в состав радиоэлектронных и других приборов, может вызвать нарушение работы всего прибора в результате изменения влажности и электрического сопротивления в узлах.

С начала роста плесени ее влияние на субстрат зависит от влажности окружающего воздуха. Росту культуры плесени способствует конденсация водяных паров и скопление влаги на поверхности материала. Некоторые

пластические массы уже под влиянием повышенного влагосодержания значительно изменяют свои свойства. К этому добавляется химическая коррозия пластиков, вызываемая продуктами обмена вещества плесневых грибов и приводящая, например, к снижению у материала предела прочности при растяжении, гибкости и т. д. Благодаря свойственной пластическим массам проводимости микробный налет повышает электропроводность материала и уменьшает сопротивление его действию ползучих электрических токов. Это наблюдается даже в тех случаях, когда плесень заметна еще только под микроскопом.

Грибница плесени может использовать для своего развития очень тонкие трещины и поры материала, образующиеся на стыке между пластмассой и соединенным с ней другим материалом. Особенно значительная склонность к плесневению обнаруживается у пластиков в соединении с текстилем.

Несмотря на то, что порча изделий из пластических масс, вызываемая плесневыми грибами, обычно не так велика и интенсивна, как изделий из органических природных материалов, однако микроскопические грибы способны адаптироваться к трудноусваиваемым синтетическим полимерам. Богатый и разнообразный набор адаптивных ферментов способствует разложению низко- и высокомолекулярных соединений, используемых микроскопическими грибами в качестве источников питания. Поэтому разложению микроскопическими грибами подвергаются разные по химическому составу и структуре полимерные материалы, в т.ч. и синтетические пластмассы.

Бактерии реже повреждают пластмассы, но действие их может быть коварно. В отдельных случаях их присутствие трудно обнаружить невооруженным глазом. О повреждении можно судить по появлению постороннего запаха, изменению окраски, наличию слизи.

Полимерные смолы имеют различную биостойкость в зависимости от химической структуры макромолекулы, длины полимерной цепи, наличия боковых разветвлений и др. Общим правилом является повышение устойчивости к микробиологическому повреждению полимеров по мере роста длины цепи макромолекул.

К числу полимерных материалов, обладающих повышенной стойкостью к повреждению плесневыми грибами, относят полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид (жесткий), полиамид, полиэтилентерефталат. Менее грибостойки в сравнительных испытаниях поливинилацетат, полиуретан, поливиниловый спирт, хлорсульфированный полиэтилен и др.

Чтобы лучше предвидеть, какими свойствами будет обладать определенная пластическая масса, содержащая кроме основного полимера другие вещества, надо знать природную устойчивость к плесневению каждого отдельного компонента.

Известно, что наполнители и пластификаторы в большей мере изменяют степень устойчивости пластических масс к плесневению. Хотя многие пластификаторы не плесневеют при испытании на питательных средах без

Витебский государственный университет

сахара (это доказывает, что сами они не служат пищей для плесени), но все они поражаются плесенью в присутствии веществ, содержащих сахар, что говорит об отсутствии у них фунгицидных свойств.

Содержание пластификатора может составлять 30–50 % от массы пластика, поэтому от его биостойкости в большей мере зависит и биостойкость всего материала. Он является вторым, после полимерных смол, важным компонентом пластиков.

Более 40 пластификаторов обладают наименьшей устойчивостью к плесневению (выражающейся в значительном зарастании даже при использовании и питательной среды без сахара). К ним относятся такие известные пластификаторы как глицерин, бутандиол-2,3, обезвоженное касторовое масло, рафинированное талловое масло, гликоль-себациновая смола и др. Эти пластификаторы следует исключить при составлении рецептов пластических масс. Фталаты, фосфаты, малеинаты устойчивы к плесневению. Чуть менее стойки к поражению плесневыми грибами эфиры адипиновой кислоты.

Третий важный компонент пластиков – наполнители, которые вводят в композиции для придания соответствующих прочностных свойств.

С органическими наполнителями (например, гетинакс, пресспорошки с древесной мукой, текстильными волокнами, ткань) пластические массы плесневеют, как правило, значительно больше, чем с неорганическими наполнителями (например, стеклопластики, пресспорошки с кварцем, стекловолокном и т. п.).

При изготовлении наполненных пластических масс, устойчивых к плесневению, следует руководствоваться следующими правилами:

1. Предпочтительны минеральные наполнители.
2. Наполнители должны быть просушенными, чтобы хорошо пропитываться связующим.
3. Добиваться, чтобы прессованные изделия и детали для сборки из слоистых пластических масс не имели поверхностей, где наполнитель выступал бы наружу (например на поверхности разреза). Такие поверхности следует защищать соответствующим лакокрасочным покрытием.

Биоповреждения пластмасс, как правило, происходят одновременно с их старением под действием внешних физических и химических факторов окружающей среды (ультрафиолет, вода, перепады температур и т. д.).

Защита пластмасс от биоповреждений осуществляется различными путями:

- использованием в составе композиционных рецептур компонентов синтетических материалов, обладающих естественной высокой биостойкостью;
- введением в композиции пластиков биоцидов;
- обработкой поверхности материалов биоцидными препаратами;
- применением физических методов обеззараживания – ультрафиолета, ультразвука, термообработки, гамма-облучения;

Витебский государственный университет

- летучими фунгицидами и бактерицидами, парами которых насыщают помещение, где хранятся детали, и пр.

Число фунгицидов, применяемых для защиты пластических масс, невелико. Объясняется это тем, что при изготовлении и обработке пластические массы подвергаются воздействию высоких температур, допустимых лишь для немногих фунгицидов. Кроме того, можно применять лишь те фунгициды, которые при этих температурах не взаимодействуют с другими компонентами пластических масс, что могло бы снизить их фунгицидную активность.

Кроме химической и тепловой устойчивости от фунгицида в пластических массах требуется еще способность эффективно защищать материал от плесневения при возможно малой концентрации, так как большая дозировка фунгицида может отрицательно сказаться на механических, электрических и других физических свойствах пластических масс. Далее, от фунгицида требуется нерастворимость в воде, чтобы он не вымывался. В пластической массе и по возможности в природном состоянии фунгицид должен быть безвредным. Если к пластическим массам предъявляются еще особые требования в отношении электроизоляционных и диэлектрических свойств, то фунгицид должен быть неполярным соединением.

Среди биоцидов для пластиков в течение ряда лет применяются такие вещества, как салициланилид, 8-оксихинолят меди, 2-оксидифенил, 4-нитрофенол, пентахлорфенолят натрия и др. В последние годы получили известность такие биоциды, как трилан (4,5- трихлорбензоксазолинон), цимид (циклогексилимид дихлормалеиновой кислоты), некоторые мышьяк- и оловоорганические соединения.

Трилан, цимид и эпоксар (мышьяксодержащий препарат) хорошо зарекомендовали себя в качестве биоцидов для получения грибостойких ПВХ пленок и искусственных кож технического назначения. Например, добавка 1–2 % цимида к пленке искусственной кожи из ПВХ обеспечивает длительное сохранение прочности, хорошего внешнего вида и других свойств материала в самых жестких условиях. Незащищенный триланом материал в тех же условиях теряет прочность на 15–30 % в течение трех месяцев.

Достоинство эпоксара заключается в том, что наряду с биоцидными свойствами он обладает способностью улучшать свето- и теплостойкость полимерных материалов, т.е. он – универсальный стабилизатор.

Высокой активностью по отношению к смеси культур плесневых грибов и бактерий для бесцветных прозрачных материалов из ПВХ обладают соединения олова типа R_3SnX, причем влияние на их активность радикала R проявляется в большей степени, чем заместителя X. Так, этильные производные олова более эффективны, чем бутильные. При одном и том же радикале R активность этих соединений с изменением заместителя X уменьшается в следующем порядке: $S > Cl > OCOCCl_3 > OH$ и $NCO > NCS$.

Например, искусственные кожи из поливинилхлорида на тканевой основе, предназначенные для обшивки кабин автомобилей, эксплуатируемых в тропическом климате, должны быть обязательно антисептированы.

Витебский государственный университет

Использование биоцидов в составе пластиков может преследовать цели не только предохранения их от биоповреждений, но и санитарно-гигиенические. Так, в некоторых лечебных учреждениях положительно зарекомендовали себя биоцидные пластмассы, из которых изготавливают ручки, сиденья унитазов, некоторые детали медицинского оборудования, пленочные изделия, антисептические подстилки для детских колясок и т. п. Изделия санитарно-гигиенического назначения, изготовленные из антисептированного полиэтилена, полистирола, предупреждают распространение инфекций.

Способность микроорганизмов к разрушению материалов может иметь и положительный момент. Отходы полимерных материалов, чрезвычайно медленно разлагающиеся в естественных условиях, являются серьезным источником загрязнения окружающей среды.

Особую опасность представляет пластмассовая тара разового использования, пленка и упаковочные материалы. Поэтому особо остро стоит проблема выпуска специальных типов полимеров с регулируемым сроком службы, то есть выпуска пластмасс на основе биодеструктируемых полимеров.

Существует несколько подходов к созданию биодеструктируемых полимеров:

- создание фоторазрушаемых полимеров, которые благодаря присутствию в них специальных добавок способны разлагаться в естественных условиях до низкомолекулярных фракций, разлагающиеся в дальнейшем почвенной микрофлорой;
- разработка полимерных композиций, содержащих кроме высокомолекулярной основы органические наполнители, являющиеся питательной средой для микроорганизмов (крахмал, целлюлоза, пектин, амилаза и т. д.);
- создание полимеров, имеющих структуру, сходную со структурой природных полимеров.

Одним из направлений создания фоторазрушаемых полимеров является введение в полимерную цепь фромофоров, обеспечивающих абсорбцию полимера УФ-света, вызывающих их деструкцию.

Введение в композицию полимеров органических наполнителей, которые являются питательной средой для микроорганизмов, помимо разрушения материала, связанного с уничтожением наполнителя бактериями, наблюдается эффект дополнительной деструкции, обусловленной особенностями структур наполненного полимера. Наполнитель может скапливаться в менее упорядоченных областях полимера. Кроме того, плотность упаковки макромолекул в граничных слоях системы «полимер–наполнитель» приблизительно вдвое меньше, чем в остальном объеме неупорядоченной фазы полимера. Поэтому при уничтожении наполнителя бактериями облегчается доступ микроорганизмов к менее стойкой по отношению к биодеструкции части полимера. В этом плане биоразрушение рассматривается как полезная деятельность микроорганизмов, направленная на разрушение и утилизацию уже отслуживших материалов и изделий.

Витебский государственный университет

Исследования в этой области проводятся как за рубежом, так и в нашей стране. Например, американская фирма Warner - Lambert разработала полимерный материал Novolon, состоящий только из крахмала и воды и полностью биоразрушаемый. Этот полимер может перерабатываться традиционными методами и по механическим свойствам занимает промежуточное положение между полистиролом и полиэтиленом. Компания ICI Americas Inc производит термопластик, поддающийся естественному разложению. Он имеет свойства, сходные с полипропиленом. Разложение этого материала происходит под действием микроорганизмов, находящихся в почве, канализации и на дне водоемов.

Сделать полимеры биоразлагаемыми можно также путем выведения специальных штаммов микроорганизмов, способных разрушать полимеры. Однако данное направление является малоизученным.

Сегодня биоразлагаемые технологии внедряют крупнейшие компании по выпуску упаковочных материалов. Биоразлагаемые упаковочные полимерные материалы – это не только символ престижности фирм-производителей, но и требования товарного рынка.

Белорусскими учеными разработаны упаковочные инсектицидные биоразлагаемые пленочные материалы, которые способны сохранить качество кератиносодержащей промышленной продукции (кожевенного сырья, пушно-меховых полуфабрикатов, шерстяных тканей, одежды, обуви, мебели и др.) от насекомых-кератофагов (моли, кожееда, мебельного точильщика и др.). Материалы представляют собой композицию из полиэтилена высокого и низкого давления, биоразлагаемого полисахаридного наполнителя – кукурузного крахмала, неорганических биогенных добавок (KH_2PO_4, $(NH_4)_2SO_4$ и др.), пластификаторов из разных классов органических соединений (глицерина, диэтиленгликоля вазелинового масла, синтетических эфиров дикарбоновых кислот) и инсектицидов из класса синтетических пиретроидов (перметрина, циперметрина и др.)

ЛЕКЦИЯ 9
БИОПОВРЕЖДЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СПОСОБЫ ИХ ЗАЩИТЫ

Лакокрасочные материалы предназначены для придания товарам красивого внешнего вида, облегчения ухода за ними, защиты поверхности изделий от коррозии, повышения их химической стойкости, огнестойкости и других целей.

Микробиологические повреждения лакокрасочных покрытий – один из часто встречающихся случаев биоповреждений. Характерные признаки их проявления – серо-зеленые, бурые, темные и др. окрашенные пятна и налеты плесени и бактериальной слизи на окрашенных поверхностях в местах с повышенной влажностью, растрескивание и отслаивание покрытий, обра-

Витебский государственный университет

зование бугров и отверстий и другие повреждения. Биоповреждения лакокрасочных покрытий обычно сочетаются с повреждающим воздействием на них других факторов внешней среды – атмосферной влаги с растворенными в ней агрессивными химическими веществами, воздействием солнечного света, повышенных температур и т. д. Эти процессы, относящиеся к процессам атмосферного старения полимерных материалов, могут предшествовать биоповреждениям, протекать одновременно с ними или же после них.

Основными агентами микробиологических повреждений лакокрасочных покрытий являются плесневые грибы. Бактериальные поражения встречаются реже, они характеризуются появлением бесцветного или окрашенного слизистого налета. Под слоем краски встречаются сообщества микроорганизмов сложного состава.

Видовой состав грибов, повреждающих лакокрасочные покрытия, специфичен для различных почвенно-климатических зон. Он формируется из видов, составляющих сообщество, характерное для почв той или иной зоны.

Повреждения покрытий грибами происходит либо за счет компонентов, входящих в состав покрытия, либо за счет веществ, загрязняющих поверхность покрытия. На этих покрытиях наблюдается рост мицелия, который выделяет метаболиты, вызывающие повреждения лакокрасочных покрытий.

Биостойкость лакокрасочных покрытий зависит как от состава и свойств пленкообразователей и пигментов, так и частично от материала, на который наносится покрытие. Так, покрытия на древесине сохраняются лучше, чем на металле или силикатных строительных материалах. На черных металлах они бывают часто менее биостойкими, чем на цветных.

Важную роль играет правильный подбор системы покрытия, включающий, например, грунт, антикоррозийное защитно-декоративное или противообрастающее покрытие. Во многих случаях за счет правильного подбора компонентов лакокрасочного материала, системы покрытия и учета свойств подложки удается обеспечить требуемую биостойкость, не прибегая к использованию специальных лакокрасочных материалов, в которые вводятся фунгициды.

Решающее значение для биостойкости лакокрасочных покрытий имеет химический состав пленкообразующего полимера и физические свойства полученной из него пленки покрытия (набухаемость, твердость, пористость, гидрофобность и др.).

Синтетические пленкообразующие полимеры (термопластичные и термореактивные) менее склонны к повреждению микроорганизмами, чем природные. Грибостойкость этих покрытий уменьшается в следующем ряду: эпоксидные, полиуретановые, меламиноалкидные, кремнийорганические, пентафталевые. Повышению грибостойкости способствует увеличение скорости отверждения пленкообразующего вещества, уменьшение водопоглощения, шероховатости и пористости пленки. Гладкие блестящие ровные пленки более биостойки из-за того, что на них труднее адсорбируются споры грибов и они меньше загрязняются.

Витебский государственный университет

Природными пленкообразователями являются масла растительного происхождения – льняное, хлопковое, конопляное, таловое, растительное и др. Природные пленкообразователи обладают сравнительно невысокой грибостойкостью. Характерными признаками повреждения растительных масел микроорганизмами являются снижение их вязкости, повышение кислотности, ухудшение полимеризационной способности. Одним из биостойких пленкообразующих веществ природного происхождения является канифоль, повышенная биостойкость которой связана с присутствием в ее составе терпенов, обладающих фунгицидными свойствами, и образованием кислых продуктов в процессе формирования защитного покрытия. Применяемые в качестве пленкообразователей битумы имеют недостаточную биостойкость.

Для повышения биостойкости в состав битумных лаков и битумных защитных покрытий добавляют фенольные, малеиновые и другие синтетические смолы. Термопластичные синтетические смолы на основе хлорированного каучука, сополимеров стирола с бутадиеном и винилхлорида с винилацетатом, применяемые для производства быстросохнущих лаков и необрастающих лакокрасочных покрытий, характеризуются высокой биостойкостью.

Широко распространенным полимерным связующим является поливинилацетатная дисперсия. Изготовленные на ее основе краски, покрытия, мастики, грунтовки негрибостойки. Непластифицированные дисперсии поражаются грибами сильнее, чем пластифицированные. Небиостойки не только покрытия из поливинилацетатных красок, но и сами жидкие краски, которые в процессе хранения поражаются грибами и бактериями, при этом снижается их вязкость, образуются газообразные продукты и т. д.

Термореактивные синтетические смолы (глифталиевые, пентафталиевые, эпоксидные, силиконовые, мочевиноформальдегидные и др.), применяемые в составе лаков и эмалей горячего и холодного отверждения, обладают высокой биостойкостью, причем некоторые из них проявляют даже фунгицидные свойства. Покрытия из них отличаются высокой твердостью, гладкостью и малой проницаемостью, что способствует росту биостойкости.

Водорастворимые пленкообразующие вещества, в качестве которых используют производные целлюлозы, белковые соединения (альбумин, желатин, казеин и др.) повреждаются плесневыми грибами. Пониженная биостойкость водорастворимых пленкообразователей органического происхождения связана с их гигроскопичностью, способностью к набуханию.

Пигменты, благодаря повышенной твердости их частиц, механически затрудняют рост и развитие мицелия. Они могут оказывать также токсическое действие на микроорганизмы.

Оксид цинка, оксид меди, метаборат бария обладают фунгицидными свойствами. Вместе с тем, такие пигменты, как мел, желтый крон, двуокись титана, алюминиевая пудра, оксид хрома, сажа, сами не обладают биоцидными свойствами, однако масляные краски на их основе обладают повышенной грибостойкостью. Меньшей грибостойкостью отличаются масляные краски с

Витебский государственный университет

применением в качестве пигментов окислов сурьмы, свинца. Ряд неорганических пигментов и наполнителей, например, тальк, графит, слюда, снижают стойкость к повреждению.

В условиях повышенной опасности микробиологических повреждений рекомендуется использовать антисептированные краски, т.е. содержащие в составе биоциды. Такие лакокрасочные покрытия рекомендованы для использования в некоторых видах радиоэлектронной аппаратуры, оптико-механических и других приборах, особенно поставляемых в страны с тропическим климатом.

Антисептированные краски применяют для защиты деревянных сооружений, окраски помещений с повышенной влажностью и температурой (бассейны, бани, некоторые предприятия пищевой промышленности и др.). В качестве биоцидов для лакокрасочных покрытий общего назначения, предназначенных для наружного и внутреннего применения, могут применяться следующие соединения:

- Неорганические пигменты – оксид цинка, оксид меди (I), метаборат бария и др.
- Органические фунгициды – 8-оксихинолят меди, салициланилид, бромтан, тетра- и пентахлорфенол, фталан и др.
- Металлорганические фунгициды- оловоорганические, ртутьорганические (применяются ограниченно из-за высокой летучести и токсичности для человека), мышьякорганические.

Основным способом защиты от обрастания в водной среде является нанесение на защищаемую поверхность противообрастающего лакокрасочного покрытия. Отличительной особенностью таких покрытий является то, что в них находятся добавки токсичных для гидробионтов- обрастателей веществ – биоцидов (альгицидов, моллюскицидов). Среди биоцидов в противообрастающих покрытиях наиболее широкое применение находит оксид меди (I).

Применение необрастающих покрытий с биоцидами наряду с определенными достоинствами имеет и существенные недостатки, в частности, загрязнение морской воды токсичными веществами, вымываемыми из противообрастающих покрытий. Поэтому к таким покрытиям предъявляются жесткие экологические требования, прежде всего, запрещено или резко ограничено применение наиболее токсичных и стойких к морской воде органических соединений, содержащих ртуть, свинец, хлор.

Витебский государственный университет

ЛЕКЦИЯ 10
НАСЕКОМЫЕ И ГРЫЗУНЫ, ПОВРЕЖДАЮЩИЕ ТОВАРЫ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Биологическими агентами из числа вредных насекомых являются жуки-кожееды, моли, жуки-точильщики, термиты, тараканы.

В большинстве случаев пищевые повреждения материалам 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 молей при сооружении чехлика, то сам материал уже в некоторой степени повреждается. Наиболее характерным для насекомых-вредителей материалом является использование субстрата, в котором они обитают, в пищу.

Стойкость какого-либо материала определяется взаимодействием свойств этого материала и характера поведения насекомых. Органолептические свойства материала воздействуют на различные рецепторы насекомого, привлекая или отталкивая его. Привлекательность того или иного материала определяется совокупностью признаков и его свойств, которым насекомые оказывают предпочтение при поиске пищи, места яйцекладки, укрытия.

На основе опыта предшествующих поколений насекомые создают и сохраняют в памяти обобщенный образ пищевого объекта, обладающего комплексом привлекающих свойств.

Насекомые способны воспринимать все визуальные характеристики объекта: его форму, размеры, окраску и освещенность, кроме того, они фиксируют движение объекта и его частей. Способность к зрительному обобщению позволяет насекомому «узнавать» пищевой объект с разного расстояния и в разных ракурсах.

Зрительные ориентиры могут определять направленный поиск, но часто дополняются химическими раздражителями и, прежде всего, запахом, который приобретает иногда ведущую роль.

Важное место занимают реакции насекомых на механические раздражения, зависящие от физического строения материала и характера его поверхности. Наличие щелей, углублений и других укрытий может привлекать насекомых. Шероховатая поверхность создает удобства для их передвижения. Наоборот, гладкая скользкая поверхность не дает возможности зацепиться. Важна также температура поверхности: на холодные предметы насекомые не садятся, а теплыми привлекаются.

Под действием внутреннего стимула – чувства голода или необходимости откладки яиц — повышается общая двигательная активность насекомого. Начинается целенаправленный поиск соответствующего субстрата. У летающих насекомых поиск принимает форму челночных или круговых

Витебский государственный университет

полетов, а у личинок – расползание во все стороны от места выплода. На этом этапе может произойти случайное попадание насекомого на тот или иной материал. Однако чаще этот первый этап поиска, на котором активно работают все рецепторы насекомого, переходит во второй, который начинается с момента получения какого-нибудь внешнего сигнала-стимула. После этого движение становится направленным и завершается обследованием субстрата – контактным поиском. Окончательную реакцию насекомого определяет проба на вкус, за которой следует поедание или отвергание данного материала.

Некоторые материалы могут обладать такими свойствами, которые способны предупреждать, подавлять или уничтожать проявления жизни насекомых. Во-первых, материал может быть токсичен, во-вторых, в материале может наблюдаться недостаток питательных веществ-витаминов, белков и т. п. Например, на чистой отмытой шерсти гусеницы моли развиваются значительно хуже, чем на загрязненной, или термиты гораздо лучше развиваются на гнилой древесине, чем на здоровой.

Важными факторами жизнедеятельности насекомых являются температура, влажность, иногда — свет и электромагнитное состояние атмосферы.

Температура прежде всего влияет на распространение тех или иных видов и групп насекомых. Каждый вид имеет температурные границы и оптимум активности. Если температура окружающей среды выходит за рамки границ активности, то насекомые впадают в тепловое или холодовое оцепенение и не могут повреждать материалы.

Вторым важным фактором существования и активности насекомых является относительная влажность воздуха и влажность субстрата. Чрезмерная влажность и появление капельной воды препятствуют дыханию большинства насекомых. Еще сильнее сказывается низкая влажность, которая ведет к иссушению организма насекомого.

Освещенность обычно определяет ритм активности насекомых, пик которой приурочен к определенному времени суток. Однако многие, скрытно живущие насекомые, могут питаться круглосуточно, располагаясь внутри материала.

Большое влияние на стойкость материалов оказывает и «агрессивность» насекомого. При этом различной активностью могут обладать не только разные виды насекомых, но и различные расы одного вида. Насекомые, отличающиеся повышенной способностью повреждать материал, характеризуются более крупными размерами либо более тесной приспособленностью к определенным свойствам материала.

Все мероприятия по борьбе с насекомыми разделяются на 2 группы:

1. Предупредительные (профилактические).
2. Истребительные (дезинсекционные).

Предупредительные мероприятия направлены на то, чтобы, во-первых, не допустить заноса насекомых в помещение, а во-вторых, создавать такие условия, при которых насекомые не могли бы существовать. Дезинсекционные

Витебский государственный университет

мероприятия проводятся с целью ликвидации вредных насекомых. Существуют механические, физические, биологические и химические способы борьбы, но самыми эффективными и применяемыми являются последние. Химические способы борьбы осуществляются с помощью ядовитых для насекомых препаратов – инсектицидов. В зависимости от путей проникновения в организм насекомого яда их делят на 3 группы:

1. Контактные яды – препараты, проникающие в организм через тонкие перепонки, через тонкие участки покровов, хоботки и на лапки при соприкосновении с поверхностью, на которую нанесен яд.

2. Кишечные яды – препараты, проникающие в организм через кишечник с отравленной пищей.

3. Фумиганты – препараты, проникающие в организм через трахейную систему.

Вещества, оказывающие отпугивающее действие на насекомых, называются реппелентами.

Жуки-кожееды представляют собой сравнительно небольшую, но очень важную в биоповреждениях группу жуков. Это опасные вредители материалов.

Самки откладывают яйца небольшими порциями в щели или на поверхность материалов. Продолжительность инкубационного периода зависит от температуры и может колебаться от 2 до 55 суток.

Личинки начинают питаться вскоре после выхода из яйца. При оптимальных условиях личинки линяют 5–7 раз с интервалом 4–9 дней, и их присутствие выдают скопления сброшенных покровов. Перед окукливанием личинки выкапывают в почве и выгрызают в субстрате ход (длиной 5–10 см), заканчивающийся небольшой камерой. Продолжительность стадии куколки – 4–20 суток.

Большинство кожеедов имеет однолетнюю генерацию, однако в отапливаемых помещениях многие виды дают 1–4 поколения в год. Они развиваются практически во всех местах, где имеются скопления, прежде всего, веществ животного происхождения.

Высокая устойчивость кожеедов к действию неблагоприятных факторов среды, сравнительно высокая плодовитость жуков в сочетании с низкой смертностью личинок служат причиной того, что их численность на складах увеличивается с очень большой скоростью. Размножаясь в тех или иных материалах, насекомые выгрызают в них многочисленные ходы и отверстия, загрязняют их шкурками и экскрементами, быстро приводя их в негодность. Кроме того, личинки многих видов часто повреждают материалы и предметы, которыми они не питаются, а используют как субстрат для построения куколочной камеры. Перед окукливанием личинки покидают те вещества, в которых протекало их развитие, и вгрызаются в любые находящиеся рядом предметы. От этого страдают стены зданий, в которых хранятся или перерабатываются продукты животного происхождения, и транспорт, использующийся для их перевозки.

Витебский государственный университет

Личинки кожеедов боятся света и предпочитают пыльные места–щели пола, паркета, плинтусов.

Кожееды наиболее часто повреждают кожи и кожевенное сырье, меха, перо, шерсть, белковые продукты питания, музейные экспонаты, переплеты книг. Могут также повреждать асбест, картон, пластмассы, телефонные кабели. В шелководческих предприятиях они сильно повреждают коконы тутового шелкопряда, прогрызая в них отверстия и делая их непригодными для размотки.

Хранение пищевых продуктов и некоторых материалов (меха, тканей) при низких температурах (ниже 12°С) полностью предохраняет их от повреждения кожеедами. Использование промораживания для истребления этих вредителей возможно только в тех случаях, когда склады заражены южными видами. Высокие температуры могут применяться при дезинсекции (в специальных камерах) тех предметов и материалов, которые не портятся при нагревании их до 80°С в течение 1–2 часов.

Существующие в настоящее время летучие репелленты обладают очень слабым отпугивающим действием.

К числу достаточно эффективных защитных мер следует отнести пропитку материалов стойкими, не токсичными для человека веществами. Некоторые из этих веществ обладают репеллентными свойствами (например, тетраметрин, поверхностно-активные препараты), другие являются более или менее сильными инсектицидами.

Для уничтожения кожеедов на складах и в жилых помещениях широко применяются контактные инсектициды. Многие из них существенно снижают численность вредителей. Наибольшей эффективностью обладают дилор, диэлдрин, карбарил, фоксим и др.

Известно около 20 видов ***жуков-точильщиков***, вредящих постройкам, мебели и другим изделиям из древесины.

Мебельный точильщик селится чаще в старой древесине, срок службы которой составляет 4–6 лет и более. Он поражает деревянную мебель, музыкальные инструменты, рамы для картин, плинтусы, подоконники, полы, стены деревянных домов. При этом бревна заражаются только со стороны комнаты.

Оптимальная температура для развития личинок – 20–22°С, а верхняя критическая — 28–30°С, при температуре выше 30°С они погибают. Оптимальная влажность древесины — 18–20%, что практически имеет место в сырых помещениях при относительной влажности воздуха выше 60 %. Наиболее устойчива к низкой влажности куколка. Низкая влажность воздуха в отапливаемом помещении зимой предохраняет древесину от нападения точильщика.

Массовый лет жука-точильщика бывает в мае–июне. Летом происходит спаривание, а вскоре самки начинают откладывать яйца в щели деревянных перекрытий, на неокрашенные, шероховатые, затененные части мебели. От положения яйца зависит глубина заражения предмета, поскольку личинки, как

Витебский государственный университет

правило, движутся вдоль годичных слоев, особенно в древесине хвойных пород.

Из яиц спустя 2–3 недели появляются белые личинки с тремя парами ног и желтоватой головкой. Продольные ходы, проделанные личинками, плотно забиты экскрементами, смешанными с опилками. Взрослая личинка достигает длины 4 мм, а ширина хода – 2 мм. Повреждения бывают настолько значительными, что части дерева теряют свою прочность. Часто при незначительном числе наружных отверстий древесина бывает полностью разрушена внутри и превращена в пылеобразную массу.

Борьба с точильщиком сильно затруднена из-за скрытого образа жизни личинок. Надежно обеззараживает изделия лишь тщательная фумигация. Более доступным способом является вымораживание, для чего изделие в зимний период выдерживают не менее 3–5 суток на морозе при t = 20–25°С, в результате чего личинки погибают. Особая роль принадлежит профилактическим мероприятиям. Поскольку чаще всего точильщики попадают в помещение со старыми деревянными предметами, необходимо проводить их тщательное обследование и, в случае необходимости, изоляцию и фумигацию. Второй путь проникновения точильщиков в помещение — залет жуков в открытые окна, который можно предотвратить, установив на окнах сетки с ячейками не более 1,5 мм.

В качестве вредителей зарегистрировано около 30 видов ***молей,*** встречающихся в нашей стране. Они повреждают мех, шерсть, запасы сырья, фетровые и войлочные прокладки в приборах, кожаные переплеты книг, одежду.

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.

Среди насекомых, повреждающих меховые и шерстяные изделия, в некоторых случаях на долю молей приходится более половины потерь. Распространены моли повсеместно, в разных местах меняется лишь набор их видов. Платяная моль в зависимости от температуры 2–7 поколений в год. Для развития шубной и платяной молей оптимальная температура – 23–25°С, а войлочной — выше (27–28°С). Гусеницы шубной и платяной молей довольно быстро погибают при отрицательных температурах.

Повреждения в виде погрызов наносят гусеницы молей всех возрастов. Количество съеденного гусеницей материала за весь период ее 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 незащищенный материал кератиновой природы может быть уничтожен полностью. Пищеварительный сок, выделяемый гусеницами моли, имеет щелочную среду (pH=9,9), а кератин обладает низкой химической стойкостью к воздействию щелочей.

Витебский государственный университет

Пищевые повреждения моли могут причинять и смешанным тканям, причем едят их более интенсивно, ибо синтетическая нить 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, пленки поливинилхлоридную и полиэтиленовую, изоляцию телефонных проводов и др.

Взрослые крылатые моли не питаются. Они летают в сумерках и первой половине ночи, живут в среднем 7–10 дней, и за это время самки откладывают по 60–120 яиц.

Гусеницы молей ведут скрытый образ жизни, строя из шелковых нитей укрытия разных типов. Так, гусеницы меховой моли плетут вокруг себя шелковую трубочку, в которую включают остатки пищи и экскременты. По мере роста гусеницы этот ход постоянно надстраивается и может достигать 10 см. Иногда гусеницы после линьки начинают строить новый ход. Гусеницы платяной моли скрепляют шелковинкой подгрызенные волоски, в результате чего образуется широкий полог, прикрывающий гусениц сверху. Ковровая моль строит ветвистые ходы, расходящиеся во все стороны по материалу.

Окукливание происходит в плотных коконах в самом питательном субстрате или далеко от мест питания. Например, гусеницы шубной моли перед окукливанием покидают пищевой субстрат и взбираются на потолки, где подвешивают чехлики, зимуют и только весной окукливаются. Известны случаи, когда гусеницы войлочной моли перед окукливанием прогрызали слой известковой штукатурки толщиной до 25—30 мм. Развитие куколки длится 1—2 недели. Шубная и ковровая моли тщательно выбирают место для откладки яиц на пищевом субстрате. Бабочки же платяной моли часто роняют яйца на любой пищевой, а иногда и на непищевой субстрат.

Систематическое поддержание чистоты, проветривание и просушивание помещений, а также поддержание в них низкой температуры предотвращают развитие молей.

В случае небольшого заражения сохранению вещей способствует регулярная чистка, сушка на воздухе. При этом удаляются гусеницы, яйца и чехлики молей. Ультрафиолетовые солнечные лучи пагубно воздействуют на моль. Эффективна термическая обработка путем воздействия низких и высоких температур. Промораживание (от -15 °С до -20 °С в течение 5–10 часов) приводит к гибели вредителя. Легче всего это делать зимой на открытом воздухе или нагнетая морозный воздух в хранилище. При t = 70–90 °С, которая создается в специальных камерах, гибнут все стадии развития моли.

Витебский государственный университет

В виде таблеток-блоков и в аэрозольной форме выпускаются разнообразные противомолевые препараты — «Армоль», «Антимоль», «Дезмоль», «Ковроль», «Миттокс», «Керацид», «Супрамид», «Аэроантимоль» и т. д. Нафталин, очень известный и ранее наиболее часто применяемый препарат фумигационного действия, в настоящее время из-за низкой эффективности не используется. Разработана бумага против моли «Байгон», которая пропитана специальным составом и уничтожает не только саму бабочку, но и личинки.

Для предохранения изделий от повреждений моли в домашних условиях используют и фитонцидные растения, например, герань, листья эвкалипта, табак, корки апельсина. Однако эти средства лишь отпугивают моль и совершенно безвредны для ее яиц и гусениц.

Известно, что вместе с человеком живут 4–5 разновидностей ***тараканов.*** В основном это рыжий таракан (прусак) и таракан черный, который крупнее (до 3 см длиной), сильнее, быстрее рыжего, но медленно размножается. Туркестанские и американские тараканы живут и размножаются только при очень высоких температурах. Все они при 5°С умирают от холода. Рыжие тараканы при t = 5 °С впадают в анабиоз, при -5 °С погибают через 30 минут, а при -7 °С – через минуту.

Живут тараканы в основном от 100 до 240 дней. Самки за это время успевают отложить по 3–4 кладки, каждая из которых содержит 25–60 яиц. Капсулу для яиц самка носит с собой в течение 40 дней.

Без воды тараканы погибают через 2–3 недели. Тараканы всеядны, могут повреждать и синтетические материалы (например, полиэтилен, поливинилхлорид).

Тараканы в большинстве своем уже выработали устойчивость к фосфорорганическим ядам (дихлофосу, хлорофосу). Все время появляются новые препараты, к которым у тараканов вновь появляется устойчивость. Вновь создаваемые препараты содержат несколько компонентов действующих веществ из разных химических групп.

Выпускают инсектицидные препараты против тараканов в аэрозольных упаковках и в таблетированном виде.

Грызуны занимают особое положение среди живых организмов, повреждающих материалы. Из отряда грызунов как вредителей материалов и товаров особое значение имеет семейство мышевидных (мыши, крысы, полевки).

Добираясь до пищи, грызуны повреждают тару и упаковку, прогрызают отверстия в полу складов и хранилищ. Кроме продуктов питания грызуны портят на складах ткани, меха, обувь, пластмассу, мебель и др. В жилых помещениях и других постройках грызуны используют для устройства гнезд бумагу, тряпки, пенопласт, резину, изоляционные материалы и т. д. Они наносят значительный ущерб, повреждая кабели и провода.

Помимо уничтожения, они загрязняют экскрементами, мочой, шерстью сырье, материалы и изделия. В некоторых случаях ущерб от повреждений

Витебский государственный университет

может быть косвенным. Например, повреждения крысами и мышами герметичной пленочной упаковки на приборах, хранящихся на складе, приводит к их порче.

Еще одна из причин, вызывающих повреждения несъедобных предметов, – постоянная необходимость стачивания резцов. У серых крыс недельный прирост верхних резцов составляет 2,4 мм, нижних – 3,4 мм. Такой интенсивный прирост вызывает у зверьков потребность в стачивании резцов.

К семейству мышиных относятся домовая мышь и крысы – серая (пасюк) и черная, издавна заселяющие постройки человека.

На территории нашей страны встречается всего три вида крыс. Наиболее широко распространена серая крыса. Отдельные экземпляры, особенно старые самцы, весят 600 г, средние – 300–400 г. Серая крыса в зависимости от возраста и размеров в сутки съедает от 60 до 100 г доброкачественных продуктов питания. В наиболее заселенных крысами местах (подвалах домов, мусоросборочных камерах) на каждых двух квадратных метрах обитает по одной крысе.

Мероприятия по защите материалов и товаров от грызунов осуществляют в двух направлениях: проведение общих профилактических мер, обеспечивающих непроницаемость грызунов в помещения, и истребительных работ (дератизации) — путем использования химических, механических, физических и биологических способов борьбы.

Механические методы истребления грызунов являются одними из старейших и заключаются в применении капканов и ловушек.

Биологический метод борьбы основан на использовании животных (кошек, собак и др.) и бактериальных культур. Этот метод более приемлем в домашних условиях, является безопасным и не подразумевает применение химикатов.

Физические методы основаны на защите с помощью звука ВЧ и ультразвука. Однако установлено, что после непродолжительного положительного эффекта у грызунов наступает привыкание, и отпугивающее действие пропадает.

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, фосфорорганические соединения. Яды кумулятивного действия — антикоагулянты — созданы на основе кумарина. Однако при использовании приманок с ядами острого действия у грызунов появляются настороженность и отказ от повторного поедания приманки с ядом. Для истребления грызунов в изолированных складских помещениях используют газообразные отравляющие вещества.

Во многих странах серьезное внимание уделяют поискам репеллентов — веществ, которые могли бы отпугивать грызунов от защищаемого объекта. Наиболее перспективными считаются оловоорганические соединения. Их

Витебский государственный университет

предложено вводить в краски, бумажную массу, идущую на изготовление тарного картона.

ЛЕКЦИЯ 11
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БИОСТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Как известно, в процессе воздействия на материалы и изделия микроорганизмы изменяют их структуру и потребительские свойства в результате различных реакций окисления, восстановления, декарбоксилирования, этерификации, гидролиза. Изменения структуры материалов изучают на уровне их макроструктуры, микроструктуры и тонкой внутренней структуры. Примером проявления биоповреждений макроструктуры материалов являются обрастание поверхности мицелием грибов или колониями бактерий, появление окрашенных пятен, трещин на поверхности материала, потеря части материала вследствие его повреждения, расслоение на фракции товаров гомогенизированных структур и т. д.

К группе признаков биоповреждений по изменению свойств материалов относят следующие явления: изменение химических свойств в результате окисления или гидролиза компонентов материала (под действием микроорганизмов изменяется кислото- и щелочестойкость, 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, преломляемости света; ухудшение электрофизических свойств, например, снижение электроизоляционных свойств материалов; изменение органолептических свойств, например, появление дурного запаха при гниении, появление слизи на твердых поверхностях.

Существуют различные методы оценки биодеструкции промышленных материалов и товаров, классификация которых может быть проведена по различным признакам.

Во-первых, методы различаются по применяемым объектам микробиологического воздействия: почвенный метод, воздействие спонтанной микрофлоры, воздействие бактерий (бактериостойкость), воздействие грибов (грибостойкость).

Во-вторых, методы различаются по условиям экспонирования: температура 28 ± 2°С и относительная влажность 90 %; температура 35+2 °С и относительная влажность 100 %.

Опыты могут проводиться в чашках Петри, эксикаторах, во влажной камере. Сроки экспозиции различны: 28, 30, 56 суток и т. д.

В-третьих, методы могут различаться по способу оценки результатов: потеря механической прочности, потеря массы образцов, изменение структуры материалов, визуальная оценка по пятибалльной шкале, определение

Витебский государственный университет

численности микроорганизмов на материалах и другие физико-химические методы. Например, одним из распространенных способов исследования биостойкости текстильных материалов, пластиков, резин и др. неметаллических материалов является почвенный метод (ГОСТ 9.060–75). Готовят почву из смеси конского навоза, садовой земли и песка в соотношении 1:1:1 с pH 6-7,5. На образец испытуемого материала наносят слой приготовленной почвы толщиной 25 см с влажностью 28 % и помещают во влажную камеру на определенный промежуток времени, где выдерживают при температуре 24–26 °С. Затем определяют прочность на разрыв. Результаты такой оценки имеют большой разброс.

Другим примером могут служить испытания на стойкость к плесневым грибам (ГОСТ 9.048–75). Испытуемый образец обрабатывают суспензией спор набора тест-культур, выдерживают в термостате при 29±1°С в течение 14 суток. Образцы осматривают визуально и оценивают грибостойкость в баллах по степени обрастания поверхности следующим образом (таблица 2).

Материалы и изделия считаются грибостойкими, если развитие грибов на них не превышает балл, установленный в ТНПА.

Таблица 2 – Шкала балльной оценки грибостойкости

Балл	Характеристика балла
0	Под микроскопом прорастания спор и конидий не обнаружено
1	Под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий
2	Под микроскопом виден развитый мицелий, возможно спороношение
3	Невооруженным глазом мицелий и (или) спороношение едва видны, но отчетливо видны под микроскопом
4	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих менее 25 % испытуемой поверхности
5	Невооруженным глазом отчетливо видно развитие грибов, покрывающих более 25 % испытуемой поверхности

Оценка результатов биодеструкции вторым способом более проста, но несет элемент субъективизма, так как площадь обрастания определяется органолептически. Точнее произвести расчет площади обрастания поверхности материала плесневыми грибами можно, применяя специальные компьютерные программы.

Если в качестве критерия грибостойкости принять изменение прочности материала, то это даст возможность расширить круг объектов исследований, установленных в ГОСТе 9.802–84. В частности, оценить устойчивость к действию плесневых грибов можно будет и для таких сырьевых материалов, как волокна, нити и пряжа. Согласно действующему стандарту, эти материалы оценки на грибостойкость не подлежат.

Витебский государственный университет

Площадь обрастания как критерий грибостойкости для волокон, нитей и пряжи неприемлем в силу специфики формы и размеров указанных материалов.

В таблице 3 представлен перечень технических нормативных правовых актов на методы оценки биостойкости различных материалов и изделий из них, действующих в Республике Беларусь и Российской Федерации.

Таблица 3 – ТНПА на методы оценки биостойкости

ГОСТ	Название
9.048–89	Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов
9.049–91	Материалы полимерные и их композиции. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов
9.050–75	Покрытия лакокрасочные. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов
9.052–88	Масла и смазки. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов
9.053–75	Материалы неметаллические и изделия с их применением. Методы испытаний на микробиологическую устойчивость в природных условиях в атмосфере
9.055–75	Ткани шерстяные. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению молью
9.057–75	Материалы полимерные, древесина, ткани, бумага, картон. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению грызунами
9.058–75	Материалы полимерные, древесина, ткани, бумага, картон. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к повреждению термитами
9.060–75	Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению
9.082–77	Масла и смазки. Метод лабораторных испытаний на стойкость к воздействию бактерий
9.085–78	Жидкости смазочно-охлаждающие. Методы испытаний на биостойкость
9.801–82	Бумага. Методы определения грибостойкости
9.802–84	Ткани и изделия из натуральных, искусственных, синтетических волокон и их смесей. Методы испытания на грибостойкость
12.4.152–85	Кожа искусственная. Методы определения грибостойкости
13106–67	Кожевенное сырье. Метод гистолого-бактериоскопического контроля
18610–82	Древесина. Метод полигонных испытаний стойкости к загниванию
28504–90	Шкурки меховые и овчина шубная невыделанная. Методы определения структурной поврежденности и бактериальной зараженности кожевой ткани

Витебский государственный университет

ЛИТЕРАТУРА

1. Пехташева, Е. Л. Биоповреждения и защита непродовольственных товаров : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Е. Л. Пехташева ; под ред. А. Н. Неверова. – Москва : Мастерство, 2002. – 224 с.
2. Азаров, В. А. Основы микробиологии и санитарии / В. А. Азаров. – Москва : Экономика, 1986. – 145 с.
3. Мармузова, Л. В. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности : учеб пособие / Л. В. Мармузова. – Москва : ИРПО ; изд. центр «Академия», 2000. – 136 с.
4. Ермилова, И. А. Влияние микроорганизмов на снижение качества непродовольственных товаров : уч. пособие / И. А. Ермилова. – Ленинград : Лист, 1985. – 46 с.
5. Ильичев, В. Д. Биоповреждения : учеб. пособие / В. Д. Ильичев [и др.] ; под ред. В. Д. Ильичева. – Москва : Высшая школа, 1987. – 352 с.
6. Неверов, А. С. Коррозия и защита материалов : учеб. пособие / А. С. Неверов, Д. А. Рогдченко, М. И. Цирлин. – Мн. : Выш. шк, 2007. – 224 с.
7. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учеб. для студ. высш. учеб. заведений . В 3 т. Т. 3 / Г. Е. Кричевский. – Москва : Рос. заоч. ин-т тек. и лег. пром-ти , 2001. – 298 с.
8. Андрианова, Г. П. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи : учеб. для вузов. В 2 ч. / Г. П. Андрианова [и др.]. – Москва : Легпромбытиздат, 1990. – 304 с.
9. Основы технологии важнейших отраслей промышленности : учеб пособие. В 2 ч. Ч. 1 / И. В. Ченцов [и др.] ; под ред. И. В. Ченцова. – Мн. : Выш. шк., 1989. – 325 с.
10. Жуков, А. П. Основы металловедения и теория коррозии : учеб. для машиностроительных средне-специальных уч. завед . / А. П. Жуков, А. И. Малахов. – Москва : Высшая школа,1991. –168 с.
11. Юхневский П. И. Строительные материалы и изделия : учеб. пособие / П. И. Юхневский, Г. Т. Широкий. – Мн. : УП «Технгпринт», 2004. – 467 с.
12. Киреева, Ю. И. Строительные материалы : учеб. пособие / Ю. И. Киреева. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 356 с.
13. Товароведение одежно-обувных товаров. Общий курс : учеб. пособие / В. В. Садовский [и др.] ; под общ. ред. В. В. Садовского, Н. М. Несмелова. – Мн. : БГЭУ, 2005. – 427 с.
14. Шеремет, Е. А. Лабораторный практикум по курсу «Оценка биологических повреждений товаров» / Е. А. Шеремет. – Витебск : УО « ВГТУ», 2002. –52с.
15. Козлов, И. М. Руководство по дезинфекции, дезинсекции и дератизации / И. М. Козлов, П. П. Лярский. –Ленинград : Медицина, 1990. – 288 с.
16. Власова, Г. М. Сохранение качества кератиносодержащей промышленной продукции с помощью инсектицидных биоразлагаемых упаковочных пленок : автореф. канд. диссерт. / Г. М. Власова. –Гомель, 2002. – 22 с.

Витебский государственный университет

17. Измайлов, Б. А. Совмещенный способ гидрофобной и антимикробной отделки текстильных материалов / Б. А. Измайлов, Н. В. Журавлева, В. С. Скрипникова // Текстильная промышленность, 2005. – №7 / 8. – С. 70–72.
18. Шеремет Е. А. Изучение биоповреждений текстильных материалов плесневыми грибами / Е. А. Шеремет, Т. В. Минченко // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : сб. статей междунар. науч.-техн. конф. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005.– С. 102–104.
19. Рыбина, И. И. Пути повышения эффективности биоцидной отделки текстильных материалов / И. И. Рыбина, К. И. Кобраков // Тез. докл. Всерос. науч.–тех. кон. «Современная технология и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль 99). – Москва, 2000. – С. 97.
20. Борисевич, И. В. Сохранение качества текстильных материалов путем вложения микробиоцидных полиэфирных волокон / И. В. Борисевич, В. Е. Сыцко, Г. М. Власова, Л. С. Пинчук // Проблемы формирования ассортимента, качества и конкурентоспособности товаров : сб. науч. труд. межд. науч.-практ. конф. – Гомель : УО «БТЭУПК», 2004.– С. 13–15.
21. Хазанов, Г. И. К вопросу разрушения шерсти микроорганизмами / Г. И. Хазанов // Техника и технология, 2002. – №2 . – С. 29–30.
22. Макарова, Н. А. Антимикробное нетканое полотно, обработанное препаратом катамин АБ +йодистый калий / Н. А. Макарова, Б. Я. Бузов // Технический текстиль, 2003. – №5. – С. 29–30.
23. Шеремет, Е. А. Совершенствование методов оценки биостойкости текстильных материалов / Е. А. Шеремет, Т. В. Минченко, В. Н. Алешкевич //Новости. Стандартизация и сертификация, 2006. – № 2. – С. 42–45.
24. http: //www.belleqprom.by
25. http: //www.biocides. ru
26. http: //www.seneg. ru
27. http: //www.znaytovar. ru

Витебский государственный университет

Приложение

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Агрессивная культура микроорганизма – штамм тест-культуры микроорганизма с постоянно выраженной активностью к поражению определенного объекта.

Альгицид – химическое вещество для уничтожения водорослей.

Альгицидность – свойство объекта уничтожать водоросли.

Бактериостатичность – свойство объекта останавливать развитие бактерий.

Бактериостойкость – свойство объекта сохранять значение показателей в пределах, установленных техническими нормативными правовыми актами в течение заданного времени в процессе или после воздействия бактерий.

Бактерицид – химическое вещество для борьбы с бактериями.

Бактерицидность – свойство объекта убивать бактерии.

Биозасоритель – биофактор, участвующий в засорении.

Биомасса – вещество организмов, выраженное в единицах массы или энергии.

Биологическая коррозия (биокоррозия) – коррозия металла под воздействием биофактора.

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

Биологическое засорение объекта (***биозасорение***) – состояние объекта, связанное с присутствием биофактора, после удаления которого восстанавливается исправное и работоспособное состояние объекта.

Биоповреждение – повреждение под воздействием биологического фактора.

Биоразрушение – разрушение под воздействием биологического фактора.

Биоцид – химическое вещество, обладающее свойством убивать живые организмы.

Грибостойкость – свойство объекта сохранять значение показателей в пределах, установленных техническими нормативными правовыми актами в течение заданного времени в процессе или после воздействия грибов.

Гифы – тонкие ветвящиеся нити, совокупность которых составляет мицелий.

Ингибитор – вещество, замедляющее протекание химических реакций или прекращение их, а также вещество, тормозящее биологические процессы.

Ингибиторная зона – зона действия средств защиты объекта.

Белорусский государственный университет

Инсектицид – химическое вещество для борьбы с насекомыми.
Инсектицидность – свойство объекта убивать насекомых.
Лаг-фаза – интервал времени, в течение которого не наблюдается видимое развитие микроорганизмов после заражения.
Миколитическая бактерия – бактерия, способная разрушить грибницу.
Микологическая площадка – площадка, оборудованная для испытаний на микробиологическую стойкость в природных условиях.
Микологический стенд – техническое устройство для установки объекта испытаний на микробиологическую стойкость в природных условиях.
Микробиологическая стойкость – свойство объекта сохранять значение показателей в пределах, установленных техническими нормативными правовыми актами в течение заданного времени в процессе или после воздействия микроорганизмов (термин применяется при испытании на биостойкость в природных условиях).
Мицелий – вегетативное тело мицелиального гриба.
Моллюскицид – химическое вещество для борьбы с моллюсками.
Обрастание – заселение и развитие биофактора на поверхности объекта в водной среде.
Обрастатель – биофактор, участвующий в обрастании.
Плесневый гриб – микроскопический организм с мицелиальной структурой вегетативного тела, вызывающий биологическое повреждение или разрушение объекта.
Противомикробная присадка – вещество, добавляемое в объект для предотвращения биоразрушения или биоповреждения.
Репеллент – вещество, запах или вкус которого отпугивает животных.
Репеллентность – свойство объекта отпугивать грызунов и насекомых.
Родентицид – химическое вещество для борьбы с грызунами.
Родентицидность – свойство объекта убивать грызунов.
Стандартный штамм тест-культуры микроорганизма – штамм тест-культуры микроорганизма, обладающий соответствующими физиологическими особенностями.
Стойкость к воздействию биологического фактора (***биостойкость***) – свойство объекта сохранять значение показателей в пределах, установленных техническими нормативными правовыми актами в течение заданного времени в процессе или после воздействия биофактора.
Субстрат – питательная среда, на которой или в которой живут организмы.
Чистая культура – культура микроорганизма одного вида на питательной среде.
Штамм – культура микроорганизма, наследственная однородность которой поддерживается отбором по специфическим признакам.
Фунгистатичность – свойство объекта останавливать развитие грибов.
Фунгицид – химическое вещество для борьбы с грибами.
Фунгицидность – свойство объекта убивать грибы.

Витебский государственный университет

Учебное издание

Шеремет Елена Анатольевна

ОЦЕНКА БОИОЛОГИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТОВАРОВ

Курс лекций

Редактор И.А. Петюль
Технический редактор Р.А. Никифорова
Корректор М.В. Самкович
Компьютерная верстка О.К. Лапырева

Подписано к печати 21.10.11. Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. листов 5,1 Усл. печ. листов 2,53
Тираж 30 экз. Заказ № 404

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». 210035, Витебск, Московский пр., 72

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
Лицензия № 02330/0494384 от 16.03.2009 г.

Витебский государственный университет