

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»

Агрономический факультет

Кафедра генетики, селекции и семеноводства

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ

Методические указания

к изучению дисциплины

для магистрантов направления

35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение»

Краснодар

КубГАУ

2016

Составитель: Л. В. Цаценко

Биологическое тестирование почвы : метод указания к изучению дисциплины / сост. Л. В. Цаценко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 39 с.

Изложены теоретические основы, а также практические указания по курсу. Приводятся базовые понятия, требования к биологическому тестированию, дана характеристика тест-систем и базовых методик. Сформулированы контрольные вопросы по каждой части курса.

Методические указания предназначены для магистрантов направления 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль подготовки «Агрономическая оценка земель».

Рассмотрено и одобрено методической комиссией агрономического факультета Кубанского госагроуниверситета, протокол № 7 от 28.03.2016.

Председатель
методической комиссии

В. П. Василько

© Цаценко Л. В.,
составление, 2016
© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный
аграрный университет», 2016

ВВЕДЕНИЕ

Биологическое тестирование почвы – это активно обсуждаемая сегодня тема среди специалистов агрономического и экологического профиля. Биотестирование востребовано в разных сферах мониторинга качества почв, воды и других составляющих экосистемы

Курс «Биологическое тестирование почвы» является базовой частью цикла профессиональных дисциплин.

Целями освоения дисциплины «Биологическое тестирование почвы» являются овладение компетенциями в области биологического контроля состояния окружающей среды, освоение методов биоиндикации и биотестирования почвы с учетом современных требований аграрного производства.

В результате изучения дисциплины «Биологическое тестирование почвы» обучающийся должен:

знать принципы организации биологического мониторинга, общие принципы использования биоиндикаторов; методы системных исследований при биотестировании почвы, современные проблемы агрономии и основные направления поиска их решения; области применения биоиндикаторов и биотестов при оценке почв.

Уметь обосновать направления и методы решения современных проблем в биотестировании почв; оценивать перспективы научных исследований, исходя из опыта и знаний различных методов биотестирования; применять методологию научных исследований в области биотестирования и биоиндикации в своей исследовательской работе; ставить цели и задачи исследований.

Владеть навыками работы с литературными источниками, осуществлять поиск научной информации с помощью электронных ресурсов и баз данных; базовыми методиками биотестирования; методикой постановки научных опытов по биотестированию с различными растительными тест-системами; навыками интерпретации полученных научных результатов; навыками обработки и структурирования научной информацией.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

способности понимать сущность современных проблем агрономической оценки земель, научно-технологическую политику в области производства безопасной растениеводческой продукции;

способности обосновать задачи исследования, выбрать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представить результаты научных экспериментов по биологической оценке почв.

Данная дисциплина является базовой частью профессионального цикла М.2 учебного цикла ОП.

Содержание дисциплины

ТЕМА 1. История возникновения направления. Основные этапы развития направления. Цели и задачи. Биологические методы контроля, объекты биологического мониторинга

Знакомясь с этим разделом обучающемуся необходимо обратить внимание на ряд позиций.

Действующая система контроля за загрязнением окружающей среды основана на количественном сравнении компонентного состава проб с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) загрязняющих веществ. Опасность техногенного воздействия оценивается на основании суммарного коэффициента техногенного загрязнения, рассчитанного в соответствии с данными валового содержания химических элементов. Такой подход является не всегда эффективным. В настоящее время число веществ-загрязнителей, способных влиять на экологическое состояние биоты, превысило миллион наименований, и ежегодно синтезируется свыше четверти миллиона новых веществ. В результате преобразований в природной среде происходит синтез новых соединений, которые могут быть токсичнее исходных ингредиентов. Примерами таких веществ могут быть метил-ртуть, соединения тяжелых металлов с детергентами, пестицидами и т. д.

Проблемы биотестирования почвы: вредное действие физических, химических и других факторов при их комбинировании может ослабляться (антагонизм) или усиливаться (синергизм). Изолированного действия не существует, есть лишь совместное действие всего комплекса факторов. Разработка экологических нормативов применительно к почвам значительно отстает от создания нормативов для других сред (атмосфера, водные системы).

Особенности тестирования почвы. Это связано со сложностью и неоднородностью объекта – почва состоит из четырех фаз: твердой, жидкой, газообразной и биотической. Это свойство почвы, отличающее ее от других природных сред, во многом затрудняет нормирование содержания загрязняющих веществ в почве и

адекватную экологическую оценку почв, особенно в случае комплексного техногенного загрязнения.

Биотестирование – это определение токсичности пробы (воды, почвы, донных осадков и т. д.) для данной культуры организмов в лабораторном эксперименте. В основе биотестирования лежит такой метод научного познания, как биологическое моделирование. Всякая модель является в определенной мере специфической формой отражения действительности. При биотестировании происходит перенос знаний с простой системы (смоделированной эко-системы в лабораторном опыте) на более сложную (экосистему в реальных условиях).

Объекты биотестирования: Тест-объект (*test organism*) – организм, используемый при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод, почв, донных отложений, кормов и др. Тест-объекты, по определению Л. П. Брагинского – «датчики» сигнальной информации о токсичности среды и заменители сложных химических анализов, позволяющие оперативно констатировать факт токсичности (ядовитости, вредности) водной среды («да» или «нет»), независимо от того, обусловлена ли она наличием одного точно определяемого аналитически вещества или целого комплекса аналитически не определяемых веществ, какой обычно представляют собой сточные воды.

По мнению С. Пучковского (профессора кафедры природопользования Удмуртского государственного университета (г. Ижевск) «Человеку, независимо от мировоззрения, свойственно мыслить прежде всего привычными словами, категориями, принципами, следовать устоявшимся традициям, рассуждать в рамках сложившихся представлений. Но многим людям, сверх того, всегда интересно выйти за пределы привычного. Для этого есть, по меньшей мере, два пути: последовательно расширять сферу познания или уйти в мир, создаваемый воображением, смелой фантазией. Возможно и переплетение путей такого продвижения за пределы понятного. У нас есть право свободного выбора, и это – одно из великих благ».

Контрольные вопросы:

1. Что такое биотестирование?
2. История возникновения направления?
3. Цели и задачи биотестирования?
4. Этапы развития направления «Биотестирование почвы».
5. Какие цели и способы нормирования и оценки качества среды?
6. Что такое биологические методы контроля среды?
7. В чем особенности биологического тестирования почвы?
8. Для какие целей необходимо биологическое тестирование почвы?

ТЕМА 2. Принципы организации биологического мониторинга. Требования к биологическому мониторингу земель, цели и задачи, основные этапы

Знакомясь с этим разделом необходимо обратить внимание на следующие позиции.

Экологическое качество среды. Под экологическим качеством среды обитания человека понимают интегральную характеристику природной среды, обеспечивающую сохранение здоровья и комфортного проживания человека.

Понятие «экологическое качество среды» подразумевает сохранение экологического равновесия в природе, которое обеспечивает здоровье человека.

Задачи биологического мониторинга: проведение оценки состояния окружающей среды необходимо для определения состояния природных ресурсов; разработки стратегии рационального использования региона; определения предельно допустимых нагрузок для любого региона; решения судьбы районов интенсивного промышленного и сельскохозяйственного использования, загрязненных радионуклидами и т. п.; выявления зон экологических бедствий; решения вопроса о строительстве, пуске или остановке определенного предприятия; оценки эффективности

природоохранных мероприятий, введения очистных сооружений, модернизации производства и др.; введения новых производств и оборудования; создания рекреационных и заповедных территорий.

Место биотестирования и биоиндикации в общей системе оценки среды: первый уровень. Крупномасштабная оценка ситуации и ее возможных изменений: второй уровень. Более детальная информация о возможных изменениях в экосистеме. Выявление изменений видового состава различных групп живых организмов: третий уровень. Биотестирование и биоиндикация объектов окружающей среды.

Требования к современным методам биотестирования качества среды: оценка степени отклонения от оптимума; оценка наиболее общих параметров; чувствительность методов; универсальность методов; по отношению к виду воздействия; по отношению к региону, типу экосистемы или виду живых организмов; пригодность для оценки реальной природной среды; пригодность для широкого использования.

Требования к подбору биоиндикаторов:

- быть характерными для данных условий;
- иметь высокую численность в данном экотопе;
- обитать в данном месте в течение ряда лет, что дает возможность проследить динамику загрязнения;
- находиться в условиях, удобных для отбора проб;
- давать возможность проводить прямые анализы без предварительной концентрации;
- характеризоваться положительной корреляцией между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования;
- обладать высокой толерантностью по отношению к широкому спектру токсичных веществ;
- использоваться в экспериментальных исследованиях;
- ответная реакция биоиндикатора на определенное физическое или химическое воздействие должна быть четко выражена, то есть, специфична, легко регистрироваться визуально или с помощью приборов;

- биоиндикатор должен использоваться в естественных условиях его существования;
- для биоиндикации не пригодны организмы, подверженные сильному воздействию болезней, вредителей и паразитов;
- биоиндикатор должен иметь короткий период онтогенеза, чтобы была возможность отслеживания влияния фактора на последующие поколения;
- реагировать на сублетальные концентрации и дозы воздействий;
- интегрально отражать состояние окружающей среды от суммарного действия всех видов загрязнения;
- фиксировать скорость происходящих изменений;
- определять тенденцию развития экосистемы;
- указывать пути и места скопления в экосистемах различного рода загрязнений.

Организация наблюдений за загрязнением почв (общая схема):

- Сбор данных по воздействию основных поллютантов.
- Рекогносцировочная поездка.
- Выбор точек для взятия проб.
- Выбор модельных объектов для анализа.
- Проведение биоиндикационных исследований.

Проведение комплексной экспедиции:

- Сбор образцов для биотестирования качества среды.
- Обработка всех полученных данных.
- Проведение рабочих встреч экспертов для обсуждения полученных результатов и подготовки заключения.
- Подготовка итогового отчета.
- Подготовка публикации по проведенной оценке.
- Проведение научного совещания с привлечением отечественных и зарубежных экспертов, местных специалистов для обсуждения полученных результатов.
- Проведение широкого обсуждения полученных результатов, перспектив развития производства и организации мониторинга с привлечением общественности и всех заинтересованных лиц.
- Организация постоянного контроля за состоянием качества среды в районе предприятия включая создание постоянно дейст-

вующей лаборатории биотестирования и биоиндикации; обучение местных специалистов.

Контрольные вопросы:

1. *Что такое экологическое качество среды?*
2. *Укажите задачи биологического мониторинга?*
3. *Какие существуют требования к подбору биоиндикаторов?*
4. *Укажите какие организмы можно использовать для этой процедуры.*
5. *Какое место биотестирования и биоиндикации в общей системе оценки среды?*
6. *Как происходит организация наблюдений за загрязнением почв, расскажите и прокомментируйте общую схему.*

ТЕМА 3. Задачи и приемы биотестирования. Область применения биотестов. Суть методологии биотестирования. Масштабность и точность аналитических тест-систем

Для понимание этой темы необходимо иметь представление о комплексном подходе в биотестировании. Комплексный подход в проведении биологического мониторинга (сочетание методов биоиндикации и биотестирования, использование объектов разных уровней организации) при систематическом наблюдении позволяет судить о перспективах изменения структуры сообществ, продуктивности популяций и устойчивости экосистем по отношению к антропогенным факторам

Поиск новых методик биологического анализа обусловлен: экспоненциально возрастает количество загрязняющих веществ, попадающих в водную среду; происходит взаимодействие загрязнителей между собой с образованием новых, зачастую более токсичных ве-

ществ, чем анализируемые показатели; список загрязнителей водной среды включает огромное количество веществ и лишь незначительная их часть обеспечена методиками определения; количество существующих гостированных методик в стране колеблется от 15 до 20.

В качестве тест-организмов могут выступать: микроорганизмы, водоросли, беспозвоночные, позвоночные, в последние годы все больше внимания привлекают высшие растения, поскольку они позволяют получить дополнительно большой объем информации о тестируемой среде.

Требования к био-тестерам включают: численность тест-организмов должна быть достаточной для отбора, т. е. без влияния на их воспроизводство; диапазон погрешностей измерений (по сравнению с классическими или эталонными методами тестирования) не должен превышать 20–30 %; индикаторные организмы должны быть одновозрастными и характеризоваться, по возможности, близкими свойствами; при выборе тест-организма предпочтение следует отдавать регистрации функциональных, этологических, цитогенетических изменений отдельных индикаторных процессов биоты, а не только изменению ее структуры, численности или биомассы, так как эти последние являются более консервативными; организмы должны быть генетически однородными; должна быть обеспечена легкость взятия проб; должна реализоваться относительная быстрота проведения тестирования; биотесты должны обеспечивать получение достаточно точных и воспроизводимых результатов;

К недостаткам биометода относят: неоднозначность ответа различных систем тест-организма; различием метаболизма водных растений и животных, используемых в качестве тест объектов; несовпадение результатов тестирования при использовании разных тест организмов и разных тест реакций.

Суть методологии биотестирования: установление оптимального – контрольного уровня, любые отклонения от которого свидетельствуют о стрессовом воздействии. Обычно при оценке оптимума по

какому-либо одному параметру возникает вопрос о том, будут ли данные условия оптимальными также для других характеристик организма.

Контрольные вопросы:

- 1. Что такое комплексный подход в биотестировании?*
- 2. Почему необходимо проводить поиск новых методик?*
- 3. Какие организмы могут выступать в качестве тест-организмов? Приведите примеры с пояснениями.*
- 4. Сформулируйте требования к биотестерам.*
- 5. Укажите недостатки биометода.*
- 6. В чем суть методологии биотестирования?*
- 7. Перечислите современные методики биотестирования.*

ТЕМА 4. Общие принципы использования биоиндикаторов. Определение биоиндикаторов, требования к подбору биоиндикаторов, характеристика видов растений и животных в качестве биоиндикаторов почвы

Биоиндикаторы – организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Их индикаторная значимость определяется экологической толерантностью биологической системы.

В пределах зоны толерантности организм способен поддерживать свой гомеостаз. Любой фактор, если он выходит за пределы «зоны комфорт» для данного организма является стрессовым.

Преимущества живых систем в анализе: В условиях хронической антропогенной нагрузки могут реагировать даже на относительно слабые воздействия вследствие кумулятивного эффекта, реакции проявляются при накоплении некоторых критических значений суммарных дозовых нагрузок; суммируют влияние всех без ис-

ключения биологически важных воздействий и отражают состояние окружающей среды в целом, включая ее загрязнение и другие антропогенные изменения; исключают необходимость регистрации химических и физических параметров, характеризующих состояние окружающей среды; фиксируют скорость происходящих изменений; вскрывают тенденции развития природной среды.

Выделяют две формы отклика живых организмов, используемых в целях биоиндикации: **специфическую и неспецифическую.**

В первом случае происходящие изменения связаны с действием одного какого-либо фактора, при неспецифической биоиндикации различные антропогенные факторы вызывают одинаковые реакции.

Требования к биоиндикаторам:

1. Быть типичным для данных условий.
2. Иметь высокую численность в исследуемом экотопе.
3. Обитать в данной местности в течении ряда лет.
4. Находиться в условиях, удобных для отбора проб.
5. Давать возможность проводить прямые анализы без предварительного концентрирования проб.
6. Характеризоваться положительной корреляцией между концентрацией загрязнителя и объектом исследования.
7. Использоваться в естественных условиях его существования.
8. Иметь короткий период онтогенеза.

Биомониторинг может осуществляться путем наблюдений за отдельными растениями-индикаторами, популяцией определенного вида и состоянием фитоценоза в целом. На уровне вида обычно производят специфическую индикацию какого-то одного загрязнителя, а на уровне популяции или фитоценоза – общего состояния природной среды.

Контрольные вопросы:

- 1. Дайте определение биоиндикаторам.*
- 2. В чем заключается преимущества живых систем в анализе.*
- 3. Какие существуют формы откликов биоиндикаторов на изменение среды.*
- 4. Какие требования к биоиндикаторам, дайте пояснения.*
- 5. Приведите примеры видов растений и животных, которые могут выступать в качестве биоиндикаторов почвы.*

ТЕМА 5. Биотесты. Базовые характеристики и основные требования. Общие принципы. Постановочные опыты. Анализ результатов и их оформление

В этой теме магистрант должен освоить несколько базовых требований в биологическом тестировании почвы, такие как:

Количественные показатели достоверности индикатора. Например, если из 100 обследованных участков с произрастанием растения-индикатора неглубокого залегания грунтовых вод вода была обнаружена только на 95 участках, а на пяти нет, то достоверность индикатора составляет $95/5 = 19$. Это довольно большой показатель, достоверность больше 9, то индикатор считается надежным. Если сопряженность равна 75–90 %, а показатель достоверности находится в пределах 3–9. Сомнительным индикатор считается, когда сопряженность составляет 60–75 %, а показатель достоверности равен 1,53. Когда сопряженность менее 60 %, а показатель достоверности менее 1,5, индикация невозможна. Показатель достоверности еще не дает полного представления о практической значимости того или иного индикатора. Так, если растение является абсолютным индикатором, но редко встречается в природе (или занесено в Красную книгу), то его практическое значение ограничено. Вот почему для индикаторов введен показатель значимости, который дает представление о том, насколько часто индикатор встречается вместе с объектом индикации.

Что следует учитывать при проведении биотестирования: Важным требованием при проведении сравнительных оценок биоценозов является использование статистических критериев, поэтому вопрос о числе повторности сравниваемых площадок или о величине площадей должен быть решен в помощьу статистических критериев.

В настоящее время состояние биоиндикации характеризуется следующими важнейшими особенностями:

- признание важности использования биоиндикаторов на всех уровнях организации живого,
- предпочтение интегрированных показателей состояния биологических систем,
- рост шкал исследования из-за понимания, что локальная угроза может стать региональной и биосферной,
- переход от точки зрения, что оптимальным является состояние природы до вмешательства человека, к распознаванию многих «приемлемых» состояний под влиянием человека,
- понимание необходимости распознавать ранние симптомы нарушения, пока расходы на восстановление не стали слишком велики.

Контрольные вопросы:

- 1. Какие существуют количественные показатели достоверности биоиндикатора?*
- 2. Что следует учитывать при проведении биотестирования?*
- 3. Что такое постановочный опыт?*
- 4. Какие возможности аналитических систем в биотестировании?*
- 5. Какая процедура записи результатов опыта?*

ТЕМА 6. Диагностика почв с помощью биоиндикаторов.
Растения – биоиндикаторы почв.
Оценка и интерпретации результатов анализа

Стрессовое воздействие на природные экосистемы может быть оценено по эффективности биохимических реакций отдельных компонентов окружающей среды, уровню ферментативной активности, накоплению определенных продуктов обмена.

Оценка качества почвы по уровню ферментативной активности микробоценоза: Почвенные микроорганизмы занимают основное положение в циклах таких жизненно-важных элементов как N, P, S, Fe, Mn и др.

Микроорганизмам принадлежит уникальная роль в очистке биосферы от загрязнений. Они обладают высокой способностью к адаптации. Могут быстро трансформировать загрязняющие вещества – как естественные для биосферы, так и чужеродные.

Ферментативная активность почв. Это один из показателей биологической активности почвенной биоты, характеризующий потенциальную способность системы сохранять гомеостаз. Почвенно-энзимологические методы позволяют определять активность ферментов, находящихся в иммобилизованном состоянии на поверхности почвенных коллоидов и частично в почвенном растворе.

Принцип метода определения активности ферментов основан на учете количества переработанного в процессе реакции субстрата или образующегося продукта реакции в оптимальных условиях температуры, pH среды и концентрации субстратов.

Для количественного определения применяются химические, фотометрические, колориметрические, поляриметрические и другие методы. Для качественных измерений широко используются хроматографические методы.

Ферментативную активность выражают в физических изменениях субстрата (изменение вязкости, поляризации, оптической плотности), количествах продуктов реакции, количествах превращенной или остаточной части субстрата, ферментных или энергетических единицах.

В соответствии с рекомендацией Международного биохимического союза по ферментам, за единицу измерения принята стандартная ферментная единица (Е).

1Е соответствует такому количеству фермента, которое при заданных условиях катализирует превращение 1 мкМ субстрата в 1 мин. При определении почвенных ферментов это количество рассчитывают на единицу веса почвы (например, на 1 г почвы).

Обучающийся в этом разделе должен ознакомиться с базовыми методиками биологического тестирования почвы с помощью растений.

Некоторые преимущества растений для анализа:

1. Организация хромосом растений близка к организации хромосом человека.
2. Многие растения быстро растут.
3. Имеют короткий вегетационный период.
4. Дешевы в использовании.
5. Мутагенный эффект может быть исследован как в лабораторных, так и средовых условиях.
6. Многие растения используются в анализе несколько лет и хорошо изучены.

В качестве биотестеров используются преимущественно высшие цветковые растения: лук, томаты, соя, ряска, пшеница, овес, ячмень.

Контрольные вопросы:

1. *Какие растения могут выступать в качестве биоиндикаторов почвы.*
2. *Что такое ферментативная активность почв?*
3. *Какой принцип метода определения активности ферментов?*
4. *Как измеряется ферментативная активность почв?*
5. *Почему используются почвенные микроорганизмы?*

ТЕМА 7. Биотестирование почвы. Морфологический подход. Физиологический подход. Генетический подход

Наиболее корректный результат достигается при использовании нескольких тест-объектов при биотестировании почвы из разных систематических групп. В нормативных документах рекомендовано использовать минимум два тест-организма. В научной литературе опубликованы разработки по созданию тест-системы, состоящей из четырех представителей животного и растительного мира.

Существует разница между острой и хронической токсичностью. Острая токсичность выражается в гибели отравленного организма за короткие промежутки времени – от нескольких секунд до 48 ч.

Хроническая токсичность среды проявляется через некоторое время в виде нарушений жизненных функций организмов и возникновения патологических состояний (токсикозов). Существует еще интегральная токсичность (*integral toxicity*), по определению Л. П. Брагинского, токсичность сложных смесей, сточных вод, многокомпонентных факторов для водных организмов.

Количественно интегральная токсичность определяется как величина, обратная максимальному разведению (1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 50, 1:100 и т. д.), при котором не наблюдается каких-либо нарушений жизненно важных функций тест-организмов при 24–48 часовом биотестировании. Выражается в баллах токсичности (БТи) целыми числами (2, 5, 10, 50, 100 и т.д.) соответственно величинам разведения. Баллы токсичности могут быть четко ранжированы и позволяют выстраивать ряд исследуемых веществ или вод по снижению (повышению) уровня их токсичности.

При проведении анализа нужно учитывать и толерантность организма. Толерантность (*tolerance*) – выносливость (устойчивость) организма к повреждающим воздействиям.

Диапазон толерантности – пределы колебаний концентраций токсических веществ, при которых не происходит нарушений функций организма. Токсикорезистентность (*toxin resistance*) – сопротивляемость живых организмов к воздействию токсических веществ.

При отборе образцов почвы для всех типов тестирования необходимо соблюдать ряд требований:

Образцы грунтов должны быть упакованы в полиэтиленовые мешки для проб, снабжены этикетками и помещены в холодильник с температурой 0–4 °С.

Толерантный лимит (*tolerance limit, TLm*) – количественное выражение концентрации токсиканта, при которой гибнет или выживает 50 % тест-организмов за 48 ч опыта.

При морфологическом тестировании учитывают габитус растения, проводят визуальное фенотипирование. Появление тератоморфов также является сигнальным индикатором нарушения почвенного состава. Очень часто в целях биоиндикации используются различные аномалии роста и развития растения – отклонения от общих закономерностей. Их систематизировали в три группы: 1 – торможение или стимулирование нормального роста (карликовость и гигантизм); 2 – деформация листьев, стеблей, корней, плодов, цветков и соцветий; 3 – возникновение новообразований (к этой группе аномалий роста относят также опухоли).

Физиологический подход – учитывают показатели фотосинтетической активности, чаще изменения проводят с помощью инструментальной базы.

Генетический подход – проводится анализ деления клетки, митоз, в качестве отклонений учитываются различные аномалии митоза. Может быть применен анафазно-телофазный метод, тетрадный тест и пыльцевой анализ.

Контрольные вопросы:

- 1. Что такое острая и хроническая токсичность?*
- 2. Что такое интегральная токсичность?*
- 3. Как определяется интегральная токсичность?*
- 4. Что такое диапазон толерантности?*
- 5. Как проводят отбор образцов почвы для анализа.*
- 6. Что такое толерантный лимит?*
- 7. Опишите морфологический, физиологический и генетический подходы при проведении биотестирования.*

ТЕМА 8. Основные методики биотестирования с помощью растений. Рясковый тест. Тест по проросткам. Корневой тест. Пыльцевой анализ

Рясковый тест. Число загрязняющих веществ, попадающих в водную среду и в почву, неуклонно возрастает в связи с расширением хозяйственной деятельности человека. К настоящему времени наметилась устойчивая тенденция поиска новых объектов для проведения экспресс-тестов на токсичность воды, а также водных вытяжек почв. Разрабатываются также аналитические системы биотестирования на основе чувствительных индикаторных организмов. Поводом к этому становится, во-первых, огромное число потенциальных загрязнителей, для многих из которых не разработаны стандартные физико-химические методики определения их в природных образцах; во-вторых, некорректность оценок общей токсичности на основании данных только химического анализа, поскольку они не учитывают возможного комплексного действия загрязнителей и продуктов их взаимодействия, иногда более токсичных, нежели исходные вещества. Проведение тестов на чувствительных живых организмах позволяет относительно быстро получать данные о токсичности образцов воды и водных почвенных вытяжек, содержащих сложные смеси веществ, оценивать их влияние (острое или хроническое) на био-

ту и, как самое ценное – выявлять предположительное наличие конкретных токсикантов.

Известно, что чем сложнее организм, тем большее число его жизненных функций можно использовать в качестве аналитических индикаторов, тем выше информативность биологических методов анализа. Ответный сигнал индикаторного организма на данное вещество не всегда одинаков: высокие концентрации многих соединений угнетают процессы жизнедеятельности, тогда как низкие нередко оказывают стимулирующее действие – это верно и для ряда токсичных соединений.

Использование расширенного перечня объектов для биотестирования с целью его большей информативности представляется нецелесообразным, поскольку лишние манипуляции с набором культур разных организмов делают тесты трудоемкими и длительными. Отсюда возникает необходимость разработки биологических аналитических тест-систем, основанных на целом комплексе ответных реакций одного индикаторного организма на данный токсикант. В роли тест-объектов могут быть взяты микроорганизмы, беспозвоночные и позвоночные животные и высшие растения. Так, инфузории способны реагировать на присутствие свинца, кадмия, серебра, ртути, меди в диапазоне концентраций 1100 мкг/л, фурфурола и формальдегида – 50 мкг/л. Дафнии реагируют на фосфорорганические соединения 0,01 мкг/л и на оловоорганические соединения в концентрации 10 мкг/л, личинки комаров – на фосфоросодержащие пестициды (0,03–5 мкг/л), амфибии – на медь и цинк в концентрации 0,06–1 мкг/л.

В последнее время все большее внимание привлекают к себе растительные биоиндикаторы. По изменению скорости роста, увеличению биомассы, разветвленности корней, изменению окраски листьев высших растений можно судить о содержании тех или иных загрязнителей, в частности тяжёлых металлов, в тестируемой среде. К примеру, действие никеля на проростки кукурузы проявляется в виде их хлороза, подавления роста корня и его ветвления. Присутствие ионов Cd^{+2} и Pb^{+2} уменьшает размер ли-

ствев, снижает уровень фотосинтеза и ингибирует рост корней. Большое значение при действии токсичного металла на организм растения имеет путь его транспорта.

У наземных видов цветковых растений он отображается схемой: корень – стебель – листья – соцветия – семена. Уже на первом этапе возникают препятствия: на поверхности корневых клеток содержатся слизи, которые связывают тяжелые металлы и тормозят их поступление в ткани – таким образом, потенциальная чувствительность данных биоиндикаторов неизбежно снижается. Тяжелые металлы не оказывают какого-либо избирательного действия на рост корней, позволяющего идентифицировать разные катионы – различия в токсичности обусловлены главным образом неодинаковым их сродством к SH-группам в составе клеточных белков. Большинство же тест-систем на основе высших наземных растений основаны либо на изменении активности роста корневой системы индикаторных видов (пшеница, овес, кукуруза, кресс-салат, лук), либо же энергии прорастания их семян.

В настоящей работе проводилась оценка действия некоторых тяжелых металлов на рост и развитие высшего водного растения – ряски малой (*Lemna minor* L.), которая показала себя наиболее чувствительной к токсикантам этой группы по сравнению с другими видами рясковых: ряской тройчатой (*Lemna trisulca* L.), ряской горбатой (*Lemna gibba* L.), многокоренником (*Spirodela polyrrhiza* L.) и вольфией бескорневой (*Wolffia arrhiza* L.).

Тест по проросткам. Корневой тест. Наиболее информативен *цитогенетический анализ в метафазе*. Он не только позволяет оценить общую частоту хромосомных перестроек, но и определить все виды хромосомных и хроматидных нарушений с высокой точностью. Если хромосом в кариотипе немного и они морфологически различны, метафазный анализ позволяет точно определить, какая из хромосом повреждена. Оценка цитогенетических нарушений облегчается при использовании видов растений, имеющих небольшое количество крупных хромосом таких, как *Crepis capillaries* ($2n = 6$), *Vicia faba* ($2n = 12$), *Hordeum vulgare*

($2n = 14$), *Allium cepa* ($2n = 16$), диплоидные ($2n = 12$) и триплоидные ($2n = 24$) клоны *Tradescantia*.

Для быстрой оценки качества окружающей среды используют *анафазный метод и микроядерный тест*. Анафазный анализ дает информацию о разных типах цитогенетических нарушений: хроматидные (одиночные) и хромосомные (двойные) мосты и фрагменты, а также митотические аномалии (мультиполярные митозы и отставшие хромосомы). Источником хромосомных aberrаций являются повреждения хромосом, в то время как митотические аномалии возникают вследствие нарушений в митотическом аппарате, в частности, веретена деления. Микроядра представляют собой экстраядерные образования, источником которых могут служить поломки хромосом либо нарушения митотического аппарата. Оценивать частоту микроядер легче, чем aberrации хромосом. Несколько сравнительных исследований показали, что микроядерный тест по чувствительности к генотоксическим агентам не уступает основанным на хромосомных aberrациях тестам. Для формирования микроядер необходимо деление клеток, поэтому микроядерный тест не может быть использован, если деление клеток подавлено. Поэтому при разработке протокола микроядерного теста необходимо принимать во внимание продолжительность клеточного цикла и обусловленную воздействием возможную задержку деления. В *микроядерном тесте* на традесканции используется специфическая стадия развития пыльцевых зерен (ранние тетрады), поэтому информация о продолжительности воздействия и времени, необходимом для деления материнских пыльцевых клеток должна быть включена в план эксперимента. При оценке цитогенетических эффектов в корневой меристеме должна быть определена локализация области меристемы, где клетки делятся после воздействия.

Пыльцевой анализ. В этом анализе определяется фертильность, стерильность жизнеспособность пыльцы.

Фертильность, стерильность и жизнеспособность пыльцевых зерен. В данной методике рассматривается определение фертильности пыльцевых зерен и жизнеспособности пыльцы, пророщен-

ной на искусственных питательных средах. Данный вид анализа дает полную характеристику качества пыльцевых зерен у сортов и гибридов сельскохозяйственных и древесных культур, произрастающих в зонах загрязнения.

Фертильность пыльцы – это способность вызывать оплодотворение. Определяется по степени сформированности (зрелости) пыльцевого зерна и определяется несколькими методами.

Фертильность определяют окрашиванием пыльцевого зерна красителями, например, ядерными – ацетокармином или ацетоорсеином. У фертильных пыльцевых зерен зернистая цитоплазма и спермии окрашены в густой карминово-красный цвет. Стерильные пыльцевые зерна почти не окрашиваются кармином или окрашиваются неравномерно. Их содержимое часто отходит от оболочки и находится на разных этапах гибели. Спермиев в таких пыльцевых зернах нет. Фертильные и стерильные пыльцевые зерна отличаются по содержанию крахмала: обычно фертильное пыльцевое зерно полностью заполнено крахмалом, а стерильное не имеет его совсем или содержит следы.

Жизнеспособность пыльцы – под этим термином понимают способность фертильной пыльцы прорасти на рыльце пестика при наличии всех необходимых благоприятных условий. Жизнеспособная (т. е. живая) пыльца физиологически очень активна. Это используется в селекционной практике для определения процента жизнеспособной пыльцы. Разработано много методов определения жизнеспособности пыльцы, однако универсального метода, пригодного для всех растений нет.

Преимущества пыльцевого теста: позволяет работать с большой выборкой; прост в идентификации aberrантных пыльцевых зерен; не требует дорогостоящих реактивов; прост в использовании и информативен; позволяет использовать как тест-виды, так и дикорастущие виды растений, произрастающие на загрязненных почвах.

Контрольные вопросы:

1. *Опишите рясковый тест. Какие характеристики учитываются при его проведении?*
2. *Какие растения подходят для ряскового теста?*
3. *Что такое анализ по проросткам и корням. Дайте их краткую характеристику.*
4. *Что такое пыльцевой анализ?*
5. *Какие показатели учитываются при пыльцевом анализе?*

ТЕМА 9. Требования к тест-системе. Аналитические биологические тест-системы

В данной теме обучающийся знакомится с требованиями, предъявляемыми к тест-системам, базовыми понятиями и определениями. Требования к тест-системам. Биологические показатели дают информацию о трансформировании почвенной экосистемы, о состоянии организмов и степени приемлемости воздействий для сохранения разнообразия форм жизни и их сбалансированного развития. Тест-система или сенсор – чувствительность сенсоров по модельному токсиканту. Под термином тест-организм подразумевается систематическое наименование вида организма, элементы или целые особи которого используются с качестве сенсора. Биотесты позволяют определить общую токсичность, мутагенность и канцерогенность. Тест-системы позволяют фиксировать негативное изменение почвенной среды при относительно слабых антропогенных нагрузках. В тест-реакции суммируется действие всех биологически вредных факторов, включая физическое и химическое воздействие. При анализе почвы тест-параметрами служат показатели прорастания: всхожесть, энергия прорастания, дружность прорастания, скорость прорастания, а также показатели интенсивности начального роста семян (длина корней, масса зеленых проростков).

Удобство аналитических биоиндикаторных систем – в сочетании их сравнительной простоты и малозатратности с эффектив-

ностью при первичном анализе большого числа образцов, которые возможно оценивать не только на общую токсичность, но и на вероятное присутствие в них тех или иных токсикантов.

Контрольные вопросы:

- 1. Дайте определение биологическим тест-системам.*
- 2. Какие требования предъявляются к тест-системам?*
- 3. Что такое биотестирование экологической токсичности почвы?*
- 4. Какая практическая востребованность методов биотестирования почвы.*

ТЕМА 10. Компьютерные технологии в биологическом мониторинге. Преобразование данных по биотестированию. Информационные ресурсы по биотестированию в сети Интернет

Использование компьютерных технологий позволяет сократить рутинные операции по получению, обработке и представлению данных, повысить точность и существенно повысить скорость данных, сделать анализ и представление данных более эффективными. Постановку любой задачи в рамках биотестирования и биомониторинга, как и вообще любой научной задачи, можно представить как передачу информации между исследователем и исследуемым объектом, с одной стороны и сообществом исследователей(обществом) с другой стороны.

Задачи компьютерной обработки данных заключаются в том, что Компьютер способен обрабатывать только данные, представленные в виде чисел. Поэтому первой задачей, которую должен решить экспериментатор, желающей применить в своей работе компьютерную технику, станет выбор способа представления и измеряемого параметра в численной форме. К счастью, большая часть таких способов уже реализована, и доступны периферийные устройства для перевода данных в численную форму.

Решение ряда задач в биотестировании можно выполнить с помощью аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). Аналоговым сигналом называется любой непрерывный сигнал: например колебания стрелки спектрофотометра происходят без скачков, непрерывно. АЦП представляет устройство, преобразующее аналоговый сигнал в цифровой. Многие модели современного научного оборудования снабжены встроенная АЦП, который позволяет отображать данные на цифровых дисплеях или выводить данные на печать.

Точность оцифровки данных АЦП обычно выражают в его битовой разрядности. Так, 8-битные АЦП позволяют представить весь диапазон возможных значений на входе как диапазон целых чисел от 0 до 255.

Растрезация изображения. Основным подходом к преобразованию изображений в цифровую форму является растрезация. Изображение при этом разбивают на участки (пиксели, точки), образующие прямоугольную матрицу (растр). Все изображение таким образом, представляет собой последовательность чисел, которые характеризуют цвет точек. Оцифровку изображений обычно осуществляют с помощью камеры или сканера.

Знакомясь с этой темой обучающийся должен иметь представления о компьютерной биологии. Ключевым элементом исследования в компьютерной биологии – возможность прижизненного анализа изображений с помощью специализированного программного обеспечения. Именно оригинальные разработки в этой области науки определяют прогресс или отставание в этой области науки.

Практика исследования включает обязательный элемент – верификацию полученных данных. В компьютерной биологии одно и то же изображение должно быть проанализировано с помощью различного программного обеспечения и полученные результаты должны однозначно соответствовать друг другу.

Основными объектами компьютерной биологии сегодня являются так называемые «плоские» объекты – те объекты, которые можно точно охарактеризовать с помощью двумерного изображе-

ния. К таким объектам относятся плоские черви – планарии, листья растений, крылья бабочек.

Со времен К. Линнея, биологи не использовали цвет объекта, поскольку не было технических средств для работы с цветом. Электронные изображения живых биологических объектов могут быть охарактеризованы, в том числе, по цвету. Это открывает перспективы применения точных цветовых характеристик для описания объектов в целях оценки физиологического состояния животных и растений, а также для задач биологической систематики.

Принципиальным новшеством является возможность создания имиджей живых биологических объектов, что открывает перспективу неинвазивной работы с биологическим объектом. Это выводит биологию на качественно новый уровень исследований, за счет анализа и обработки изображений и распознавания живых объектов. Важнейшим компонентом компьютерной биологии становится анализ изображений. Разработка и применение различных софтов для анализа одного и того же изображения – наиболее надежный путь верификации полученных данных.

Одним из перспективных подходов в решении этой задачи являются методология создания и распознавания виртуальных образов, которая плодотворно разрабатывается во многих российских математических школах.

Контрольные вопросы:

- 1. Что такое компьютерные технологии в биомониторинге?*
- 2. Цели и задачи компьютерных технологий.*
- 3. Приведите примеры компьютерных технологий в биотестировании.*
- 4. Какие объекты могут быть использованы в биомониторинге?*
- 5. В чем заключаются принципиальные новшества компьютерных технологий в биотестировании.*
- 6. Что такое идентификация образов, как она происходит?*

В курсе «Биологическое тестирование почвы» предусмотрено два коллоквиума, как форма текущего контроля.

После Тема 4 и 10 - коллоквиумы

Вопросы к коллоквиуму I

1. Что такое биотестирование?
2. История возникновения направления. Цели и задачи биотестирования
3. Этапы развития направления «Биотестирование почвы».
4. Какие цели и способы нормирования и оценки качества среды?
5. Что такое биологические методы контроля среды?
6. В чем особенности биологического тестирования почвы?
7. Для какие целей необходимо биологическое тестирование почвы?
8. Какие существуют требования к подбору биоиндикаторов?
4. Укажите какие организмы можно использовать для этой процедуры.
9. Какое место биотестирования и биоиндикации в общей системе оценки среды?
10. Как происходит организация наблюдений за загрязнением почв, расскажите и прокомментируйте общую схему.
11. Что такое комплексный подход в биотестировании?
12. Сформулируйте требования к биотестерам. Укажите недостатки биометода.
13. В чем суть методологии биотестирования?
14. Перечислите современные методики биотестирования.
15. Дайте определение биоиндикаторам. В чем заключается преимущества живых систем в анализе.
16. Какие требования к биоиндикаторам, дайте пояснения.

17. Приведите примеры видов растений и животных, которые могут выступать в качестве биоиндикаторов почвы.
18. Что следует учитывать при проведении биотестирования?
19. Что такое постановочный опыт?

Вопросы к коллоквиуму II

1. Какие растения могут выступать в качестве биоиндикаторов почвы.
2. Что такое ферментативная активность почв?
3. Какой принцип метода определения активности ферментов?
4. Как измеряется ферментативная активность почв?
5. Почему используются почвенные микроорганизмы?
6. Что такое острая и хроническая токсичность?
7. Что такое интегральная токсичность?
8. Как определяется интегральная токсичность?
9. Что такое диапазон толерантности?
10. Как проводят отбор образцов почвы для анализа.
11. Что такое толерантный лимит?
12. Опишите морфологический, физиологический и генетический подходы при проведении биотестирования.
13. Опишите рясковый тест. Какие характеристики учитываются при его проведении?
14. Какие растения подходят для ряскового теста?
15. Что такое анализ по проросткам и корням. Дайте их краткую характеристику.
16. Что такое пыльцевой анализ?
17. Какие показатели учитываются при пыльцевом анализе?

В качестве самостоятельной работы магистрантов предусмотрена подготовка докладов, которые рассматриваются и обсуждаются на практических занятиях.

Примерная тематика докладов

1. Компьютерные технологии в биологическом мониторинге.
2. Методики исследования живых организмов, предлагаемые для интегральной оценки качества среды.
3. Биологические индексы и коэффициенты, используемые в индикационных исследованиях.
4. Биоиндикация радиоактивного загрязнения.
5. Практическое применение методов биотестирования.
6. Методы биотестирования в оценке загрязнения почвы
7. Основы разработки приборной базы для биотестирования.
8. Растения в качестве био-тестеров. Базовые характеристики, спектр применения.
9. Обзор электронных баз данных по биотестированию.
10. Обзор литературы по биотестированию.

Обучающийся, успешно сдавший коллоквиум и представивший доклад, допускается к зачету.

Форма итогового контроля

Зачет проходит в форме устного собеседования по вопросам. О форме проведения зачета магистранта извещают заранее, за месяц до даты зачета. При отличных результатах коллоквиума, активной работе на занятиях, предоставления доклада обучающийся может получить зачет автоматически.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Диапазон толерантности интегральное токсическое воздействие.
2. Принципы организации биологического мониторинга.
3. Биоиндикация окружающей среды.

4. Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов.
5. Области применения биоиндикаторов.
6. Основные принципы биологической диагностики почв
7. Практическое применение методологии биотестирования.
8. Дать определение тест-объекта, тест-функции, токсического эффекта, токсичности и толерантности.
9. Толерантный лимит, токсичность почвенной среды.
10. Объяснить, в какой сезон лучше проводить биомониторинг почвы.
11. Принцип использования биомаркеров в биотестировании.
12. Растения для биотестирования, требования к тест-системам.
13. Сущность ряскового теста. Спектры применения в биотестировании.
14. Основные характеристики пыльцевого теста. Базовые принципы.
15. Биодиагностика почв по ферментативной активности.
16. Компьютерные технологии в биотестировании.
17. Принцип работы с большими массивами данных.
18. Исторические этапы развития биотестирования почв.
19. Ресурсы сети интернет по биотестированию, основные характеристики.
20. Пробообработка и пробоотбор почвы для биотестирования. Основные требования.
21. Характеристика базовых методик биотестирования.
22. Требования к гостированным методикам по биотестированию. Краткая их характеристика.
23. Тератогенез. Использование в биотестировании.

Учебно-методическое и ресурсное обеспечение

Основная литература

1. Биоиндикация и биотестирование в агроэкологии : учеб. пособие / Л. В. Цаценко и [др.]. – Бишкек : Кут Бер, 2014. – 124 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие / С. А. Гераськин, Е. И. Сарапульцева, Л. В. Цаценко [и др.]; под ред. С. А. Гераськина и Е. И. Сарапульцевой. – М. : Академия, 2010. – 208 с.

Дополнительная литература

1. Цаценко Л. В. Пыльцевой анализ : монография / Л. В. Цаценко, С. Н. Нековаль. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 126 с.
3. Цаценко Л. В. Виды семейства рясковых в биоэксперименте : монография / Л. В. Цаценко. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 97 с.
3. Цаценко Л. В. Биологическое тестирование (основные термины) / Л. В. Цаценко, А. С. Звягина, Г. Ф. Фисенко. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 103 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Л. В. Цаценко

РЯСКОВЫЕ В БИОКОНТРОЛЕ И ГЕНЕТИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Свидетельство о государственной регистрации базы
данных № 2010620309 от 28.05.2010;
заявка № 2010620156 от 13.04.2010

Аннотация. База данных структурирована по основным разделам: биологические особенности строения рясковых, виды и их распространение в природе, цитологические и молекулярно-биологические особенности строения, использование в различных целях, рясковые – как тест-системы в биоконтроле и генетическом мониторинге. Описаны основные требования к тест-системам, условия содержания в культуре, базовые характеристики при проведении анализа, представлена галерея фотообразов, используемых в идентификации. Отдельно представлены мировые интернет-ресурсы по рясковым.

Весь материал оформлен в виде презентации в программе Power Point.

Каждый раздел имеет следующую структуру: тема, основные вопросы; базовый материал, разбитый на смысловые разделы; список использованных источников.

В базе данных использовались материалы собственных исследований и проработанных литературных источников, в том числе и ресурсов Internet. Содержатся уникальные фотографии и рисунки, впервые данные в таком объеме представлены на русском языке.

Объем базы данных: 25,19 Мб.

Л. В. Цаценко, В. В. Казакова
ФАСЦИАЦИЯ У РАСТЕНИЙ

Свидетельство о государственной регистрации база данных
№ 2013620985 от 23.08.2013,
Заявка № 2013620726 от 05.07.2013

Аннотация: база данных посвящена всестороннему анализу фасциации у растений, которая встречается у многих представителей различных видов и семейств растительного царства. В основу базы данных легли знания о различных типах фасциации растений, приведена обширная их классификация, рассмотрены области биологической науки, где изучаются эти вопросы, а также каждый раздел подкреплён иллюстративными образами. В предоставленном иллюстративном материале имеются рисунки, фотографии различных исследователей и самого авторов.

База данных включает в себя определение понятий «фасциация», главные типы фасциаций характер их проявления у различных групп растений; использование фасциации у растений в селекции.

В базе данных использовались информационные образы собственных исследований авторов, а также проработанных литературных источников, в том числе и ресурсов Internet. Визуальное представление материала в виде различных фотографий и рисунков делает его доступным в понимании и запоминающимся по смысловой нагрузке.

База данных оформлена в виде презентации в программе Power Point.

База данных предназначена для бакалавров, занимающихся по дисциплине «Генетический мониторинг» и аспирантов, биологического профиля, обучающихся по дисциплине «Генетика», в том числе по курсу «Частная цитогенетика».

Объем базы данных: 33,5 Мб.

Л. В. Цаценко, А. С. Звягина, Н. А. Цаценко

МОДЕЛИ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Свидетельство о государственной регистрации база данных

№ 2014621088 от 05.08.2014,

Заявка № 2014620790 от 11.06.2014

Аннотация: В базе данных представлены материалы по методу проектов «Модели в биологических исследованиях». За основу построения данной базы данных взяты модели для исследований, сделанные из пластиковых бутылок. Структурно база данных разделяется на несколько блоков: описание сущности метода проекта, основные требования. Затем приводится историческая справка, а именно возникновение модели «Бутылочная биология».

Большую часть базы данных составляют разработки авторов, подкрепленными патентами на полезную модель РФ, приводятся схемы, чертежи, фотографии различных моделей: устройство для биотестирования почвы, сушилка для малых партий семян, многоярусная вертикальная грядка, контейнеры для хранения семян, демонстрационные контейнеры-подиумы, переносной контейнер для биотестирования почвы.

Отдельным блоком представлены модели других исследователей с иллюстративным рядом, где рассмотрены модели: подвесные бутылочные грядки, бутылочные огороды и плантации.

База данных оформлена в виде презентации в программе Power Point. База данных подготовлена может быть использована при проведении практических занятий по курсу «Генетический мониторинг» для обучения бакалавров и магистров, а также может быть успешно применена в научном эксперименте в зависимости от целей работы.

Объем базы данных: 21,3 Мб.

Л. В. Цаценко
ТЕРАТОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Свидетельство о государственной регистрации базы
данных № 201262186 от 7.12.2012,
Заявка № 2012621181 от 29.10.12

Аннотация: База данных посвящена всестороннему анализу тератологии растений, которая встречается у многих представителей различных видов и семейств растительного царства. В основу базы данных легли знания о различных типах тератологии растений, приведена обширная их классификация, рассмотрены области биологической науки, где изучаются эти вопросы, а также каждый раздел подкреплён иллюстративными образами. В предоставленном иллюстративном материале имеются рисунки, фотографии различных исследователей и самого автора.

База данных включает в себя определение понятий «тератология», главнейшие типы уродливостей; уродливости растений, состоящие в нарушении нормальной формы органов; уродливости растений, возникающие от уменьшения или увеличения числа органов или их частей; уродливости растений, возникающие на почве внутренних (клеточных) изменений; использование тератологии растений в селекции. База данных построена по типу мультимедийной презентаций в программе Power Point.

В базе данных использовались информационные образы собственных исследований автора, а также проработанных литературных источников, в том числе и ресурсов Internet. Визуальное представление материала в виде различных фотографий и рисунков делает его доступным в понимании и запоминающимся по смысловой нагрузке. Данная база данных предназначена для бакалавров, занимающихся по дисциплинам: «Цитология» и «Генетический мониторинг», а также магистров, обучающихся по дисциплине «Биологическое тестирование почвы».

Объем базы данных: 27,7 Мб.

Л. В. Цаценко
**МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ЛЕКЦИИ ПО КУРСУ
«БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ»**

Свидетельство о государственной регистрации базы
данных № 20126218284 от 7.12.2012,
Заявка № 2012621179 от 29.10.12

Аннотация: База данных является полным представлением лекционного курса «Биотестирование почвы». В основу данной базы легли базовые темы: история возникновения направления, основные термины и понятия, принципы организации биологического мониторинга; принципы биоиндикации, области применения биоиндикации; биологические индексы и коэффициенты, используемые при индикационных исследованиях; биотестирование: история вопроса, задачи и приемы биотестирования, область применения биотестов, суть методологии биотестирования; требования к тест-системам; аналитические биологические тест-системы; основные примеры базовых тест-систем; компьютерные технологии в биологическом мониторинге, общие принципы применения компьютерных технологий, примеры преобразования данных, работы с большим массивом данных; информационные ресурсы по биотестированию в сети Интернет. База данных построена по типу мультимедийных презентаций в программе Power Point. Каждая тема представлена по определенной структуре, опорные вопросы, базовые термины и понятия, иллюстративные образы, заключение и список используемых источников. В базе данных использовались информационные образы собственных исследований автора, а также проработанных литературных источников, в том числе и ресурсов Internet. Визуальное представление материала в виде различных фотографий и рисунков делает его доступным в понимании и запоминающимся по смысловой нагрузке.

Данная база данных предназначена для магистров, обучающихся по дисциплине «Биологическое тестирование почвы». Объем базы данных: 79,8 Мб.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВЫ

Методические указания

Составитель: **Цаценко** Людмила Владимировна

Подписано в печать 28.04.2016. Формат 60 × 84 $\frac{1}{16}$.

Усл. печ. л. – 2,3. Уч.-изд. л. – 1,8.

Тираж 70 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13