Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

1.2. ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в растениях

Методические указания
МУ 1.2.2876—11

Издание официальное

Москва • 2011

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

1.2. ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в растениях

Методические указания
МУ 1.2.2876—11

ББК 51.2
П59

П59 **Порядок** выявления и идентификации наноматериалов в растениях. Методические указания: Методические указания.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.—32 с.

ISBN 978—5—7508—1064—2

1. Разработаны Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Г. Г. Онищенко, И. В. Брагина, Т. Ю. Завистяева); Учреждением Российской академии медицинских наук Научно-исследовательский институт питания РАМН (В. А. Тутельян, И. В. Гмошинский, С. А. Хотимченко, М. М. Гаппаров, В. В. Бессонов, А. А. Кочеткова, О. И. Передеряев, И. В. Аксенов, Е. А. Арианова, Р. В. Распопов, В. В. Смирнова, А. А. Шумакова, О. Н. Тананова, В. А. Шипелин, А. А. Казак); Учреждением Российской академии наук Институт биохимии им. А. Н. Баха РАН (В. О. Попов, Б. Б. Дзантиев, А. В. Жердев, О. Д. Гендриксон); Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (С. А. Кононогов, С. С. Голубев); Учреждением Российской академии наук Центр «Биоинженерия» РАН (К. Г. Скрябин, О. А. Зейналов, Н. В. Равин, С. П. Комбарова); ООО «Интерлаб» (А. Н. Веденин, Г. В. Казыдуб).

2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 17 июня 2011 г.

3. Введены в действие с момента утверждения.

4. Введены впервые.

ББК 51.2

Редактор Е. В. Николаева
Технический редактор Г. И. Климова

Подписано в печать 12.09.11

Формат 60x88/16 Печ. л. 2,0

Тираж 200 экз. Заказ 120

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделом издательского обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

© Роспотребнадзор, 2011
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011

Содержание

I. Область применения 5
II. Нормативные ссылки 6
III. Общие положения 8
IV. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в растениях в лабораторном эксперименте 10
4.1. Составление плана исследования 10
4.2. Выбор метода определения наноматериалов 11
4.3. Определение вида растений, пригодных для проведения исследований 11
4.4. Определение способа введения наноматериалов в эксперименте 12
4.5. Подготовка проб наноматериалов для введения в растения 12
4.6. Определение объёма экспериментальных групп 13
4.7. Расчёт доз вводимых наноматериалов 13
4.8. Отбор проб растений в эксперименте 14
4.9. Методы выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов растениях 14
4.10. Меры предосторожности при проведении исследований 16
4.11. Получение характеристики наноматериала 16
4.12. Составление отчёта о результатах работ по выявлению и идентификации наноматериалов в растениях в лабораторном эксперименте 16
V. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в дикорастущих растениях – компонентах природных биоценозов 17
5.1. Составление плана исследования 17
5.2. Определение видового состава популяции, подлежащего сбору (обследованию) 18
5.3. Выбор метода определения наноматериалов 19
5.4. Отбор проб растений 20
5.5. Подготовка проб растений для исследования методом электронной микроскопии 24
5.6. Периодичность обследования дикорастущей флоры на содержание наноматериалов 25

5.7. Порядок выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов в дикорастущей флоре методом просвечивающей электронной микроскопии 25
5.8. Порядок выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов в дикорастущей флоре методом высокоэффективной жидкостной хроматографии 26
5.9. Меры предосторожности при проведении исследований 26
5.10. Составление отчёта о результатах работ по выявлению и идентификации наноматериалов в дикорастущих растениях 26
VI. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье 27
6.1. Составление плана исследования 27
6.2. Определение ассортимента продукции (сельскохозяйственного сырья), подлежащей отбору (обследованию) 28
6.3. Определение объёма и числа отбираемых проб 28
6.4. Определение периодичности обследования сельскохозяйственного сырья на содержание наноматериалов 28
6.5. Порядок выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов в сельскохозяйственном сырье 28
6.6. Меры предосторожности (техники безопасности) при выявлении и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье 29
6.7. Составление отчёта о результатах работ по выявлению и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье 29
Приложение 1. Типовой план эксперимента по выявлению и идентификации наноматериалов в растениях 30
Приложение 2. Обозначения и сокращения 32

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
17 июня 2011 г.
Дата введения: с момента утверждения

1.2. ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в растениях

Методические указания МУ 1.2.2876—11

I. Область применения

1.1. Настоящие методические указания определяют порядок выявления и идентификации наноматериалов в растениях в ходе тестирования безопасности новых видов наноматериалов и нанотехнологий, а также мониторинга за содержанием наноматериалов в растениях, подвергаемых воздействию наноматериалов.

1.2. Методические указания применяются в ходе проведения исследований безопасности наноматериалов и нанотехнологий в целях принятия решений по оценке рисков, связанных с воздействием наночастиц и наноматериалов на организм человека, состояния окружающей среды, а также при мониторинге загрязнения окружающей среды нанотехнологической продукцией.

1.3. Методические указания разработаны с целью обеспечения единства измерений и адаптации имеющихся методов и средств измерений в ходе оценки безопасности наноматериалов и нанотехнологий для здоровья человека, состояния окружающей среды, компонентов природных биоценозов.

1.4. Методические указания предназначены для специалистов органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также могут быть использованы научно-исследовательскими организациями гигиенического

профиля, медицинскими учебными заведениями, производителями нанотехнологической продукции и иными организациями, проводящими оценку безопасности наноматериалов для здоровья человека, производителями и поставщиками нанотехнологической продукции.

II. Нормативные ссылки

2.1. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

2.2. Федеральный закон от 2 января 2000 г. № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов».

2.3. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

2.4. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

2.5. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

2.6. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2000 г. № 987 «О государственном надзоре и контроле в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов».

2.7. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2000 г. № 988 «О государственной регистрации новых пищевых продуктов, материалов и изделий».

2.8. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 23 августа 2010 г. № 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики».

2.9. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 23 июля 2007 г. № 54 «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы».

2.10. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 31 октября 2007 г. № 79 «Об утверждении Концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов».

2.11. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 19 июля 2007 г. № 224 «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок».

2.12. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 15 августа 2008 г. № 01/8911-8-32

«Об усилении надзора за содержанием пестицидов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды».

2.13. СанПиН 2.1.7.1322—03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

2.14. ГН 1.2.2633—10 «Гигиенические нормативы содержания приоритетных наноматериалов в объектах окружающей среды».

2.15. СП 2.2.2.1327—03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту».

2.16. МУ 1.2520—09 «Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов».

2.17. МУ 1.2.2636—10 «Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции, полученной с использованием нанотехнологий и наноматериалов».

2.18. МУ 1.2.2635—10 «Медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов».

2.19. МУ 1.2.2742—10 «Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях».

2.20. МУ 3.5.5.1034—01 «Обеззараживание исследуемого материалв, инфицированного бактериями I—IV групп патогенности, при работе методом ПЦР».

2.21. МР 1.2.2639—10 «Использование методов количественного определения наноматериалов на предприятиях наноиндустрии и в контролирующих организациях».

2.22. МР 1.2.2640—10 «Методы отбора проб, выявления и определения содержания наночастиц и наноматериалов в составе сельскохозяйственной, пищевой продукции и упаковочных материалов».

2.23. МР 1.2.2522—09 «Выявление наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека».

2.24. МР 1.2.2641—10 «Определение приоритетных видов наноматериалов в объектах окружающей среды, живых организмах и пищевых продуктах».

2.25. Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия радиационно опасных объектов. Методические указания. Утв. 7 августа 2000 г.

2.26. ГОСТ 8.207—76 «Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения».

2.27. ГОСТ 30333—2007 «Паспорт безопасности химической продукции. Общие требования».

2.28. ГОСТ 12.0.004—79 «Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения».

2.29. ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования».

2.30. ГОСТ 7.32—2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

2.31. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025—2006 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

III. Общие положения

3.1. Целью и назначением выявления и идентификации наноматериалов в растениях является:

- определение опасных/безопасных для растений действующих концентраций (экспозиций) наноматериалов;
- определение критических органов – мишеней воздействия наноматериалов;
- выявление природы и механизмов влияния наноматериалов на растения;
- мониторинг загрязнения окружающей среды наночастицами и другой нанотехнологической продукцией;
- разработка мер по охране окружающей среды от вредного воздействия наночастиц и наноматериалов;
- оценка экспозиции человека наночастицами и наноматериалами через пищевое растительное сырьё;
- санитарно-гигиеническое нормирование содержания наноматериалов в растительном сельскохозяйственном сырье.

3.2. Лаборатории, проводящие выявление и идентификацию наноматериалов в растениях, должны:

- иметь аккредитацию в установленном порядке в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025—2006;
- соблюдать правила надлежащей лабораторной практики в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 23 августа 2010 г. № 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики»;
- иметь необходимое оборудование и средства измерений, прошедшие поверку (калибровку) в установленном порядке (*примечание*: результаты проведения поверки (калибровки) и текущего ремонта оборудования фиксируются в специальном журнале, доступном в любое время сотрудникам, эксплуатирующим оборудование или обеспечи-

вающим его обслуживание; применяются средства измерений, имеющие сертификат Ростехрегулирования и зарегистрированные в Государственном реестре средств измерений);

• осуществлять эксплуатацию оборудования и средств измерений в соответствии с техническим паспортом и инструкцией по применению;

• иметь выделенные оборудованные помещения для препарирования, пробоподготовки, анализа биологических образцов, содержащих наноматериалы (*примечание*: материал, поступивший в лабораторию, должен быть обработан в комнате пробоподготовки; для обработки материала должны быть установлены ламинарные шкафы, обеспечивающие горизонтальный поток воздуха, а также возможность работы без ламинарного потока и длительную экспозицию облучения внутренних поверхностей ультрафиолетовым светом; перемещение пробирок, штативов и пр. должно производиться только в одном направлении; работы с биологическими материалами и образцами, содержащими наночастицы, следует проводить в резиновых одноразовых перчатках, используя одноразовые материалы, лабораторную посуду и инструменты; обеззараживание проб проводят в соответствии с МУ 3.5.5.1034; биологические материалы инактивируют автоклавированием; помещение регулярно облучают бактерицидными лампами в соответствии с установленными режимами; технологические операции проводят в соответствии с зональностью помещений; в отдельных помещениях осуществляют переодевание и хранение верхней одежды, прием пищи; выделяют отдельное складское помещение для лабораторных материалов).

3.3. Метрологическое обеспечение проводимых исследований.

Для проведения лабораторных исследований допускаются метрологически аттестованные методики, утвержденные в установленном порядке.

Для верификации, стандартизации и калибровки методов, применяемых при выявлении и идентификации наноматериалов, используются стандартные образцы наноматериалов, аттестованные в установленном порядке.

Каждый из тестов, используемых при проведении количественных определений, должен быть охарактеризован по следующим показателям:

• минимальное определяемое количество вещества;

• диапазон линейности стандартного графика;

• приемлемый коэффициент вариации для анализа образца;

• воспроизводимость результатов.

3.4. Мероприятия по обеспечению качества проводимых исследований.

Контроль за качеством работ включает в себя оформление перечня исследований, проводимых в организации, с указанием для каждого исследования: названия определяемого наноматериала, даты начала и состояния каждого исследования на текущий момент времени, результатов оценки протоколов и методов исследования на соответствие правилам лабораторной практики; данных мониторинга текущих исследований; сведений о проведенных проверках и рекомендаций по устранению недостатков.

Для осуществления программы по обеспечению качества исследований все производственные операции проводятся в соответствии с СОП. Соблюдение СОП осуществляется в целях обеспечения качества, достоверности и воспроизводимости результатов исследования.

3.5. Соблюдение мер конфиденциальности.

Организация, проводящая исследования по определению содержания наноматериалов в растениях, должна обеспечить конфиденциальность результатов исследований в рамках принятых ею обязательств и в соответствии с законодательством Российской Федерации. Сотрудники, принимающие участие в проведении исследований по выявлению и идентификации наноматериалов обязаны соблюдать конфиденциальность в отношении любых данных, полученных в ходе исследования, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

3.6. Основным документом, подтверждающим результаты определения наноматериалов, является отчёт о проведённом исследовании. Отчет должен удовлетворять требованиям ГОСТ 7.32—2001.

IV. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в растениях в лабораторном эксперименте

4.1. Составление плана исследования

Перед проведением исследования сотрудником, ответственным за проведение исследования, составляется его подробный план. План подписывается всеми исполнителями работ и утверждается руководителем организации (лаборатории, испытательного центра), проводящей исследование.

План исследования включает:

- наименование и адрес заявителя (заказчика) исследования;
- наименование и адрес организации, которая производила отбор проб (образцов);

• информацию, представленную заявителем (заказчиком) исследования;

• сведения о свойствах наноматериала;

• сведения о традиционном аналоге наноматериала;

• применяемый носитель наноматериала (растворитель, разбавитель, эмульгатор и т. д.);

• используемые растения: вид, число растений в группе, перечень опытных групп и контролей;

• характеристика вводимого наноматериала и его традиционного аналога: доза введения, способ введения, схема введения, время между введениями;

• наименование исследуемых материалов (проб): единица измерений проб (объем, масса), метод отбора пробы, способ консервации пробы;

• количество отбираемых проб, в т. ч. контрольных и лабораторных;

• метод статистической обработки результатов;

• перечень определяемых показателей.

Типовой план исследования приведён в прилож. 1.

При составлении плана исследований следует использовать методы отбора проб и биологического тестирования наноматериалов на растительных объектах, утверждённые в установленном порядке (МУ 1.2.2635—10; МУ 1.2.2742—10 и др.).

Вносимые в план исследования изменения утверждаются руководителем исследования, а отклонения от утверждённого плана (незапланированные события, непредвиденные обстоятельства и т. д.) записываются, пронумеровываются, подписываются руководителем исследования, датируются и прилагаются к отчёту, составляемому по результатам исследования.

4.2. Выбор метода определения наноматериалов

При выявлении, идентификации и количественном определении наноматериалов в растениях применяются унифицированные методы, утверждённые в установленном порядке (МР 1.2.2639—10, МР 1.2.2640—10, МР 1.2.2641—10 и др.).

4.3. Определение вида растений, пригодных для проведения исследований

В качестве модельных объектов для обнаружения наноматериалов в растениях в эксперименте рекомендуется выбирать дикорастущие ви-

ды – пырей (*Agropyron sp. L.*), тимофеевку (*Phleum sp. L.*) и др., а также культивируемые виды злаков – пшеницу (*Tritucum sp. L.*), ячмень (*Hordeum sp. L.*), рожь (*Secale sp. L.*), овес (*Avena sp. L.*), рис (*Oryza sp. L.*), а также другие виды одно- и многолетних травянистых растений. Выбор представителей семейства злаков (*Poaceae*) является оптимальным в связи с их повсеместным распространением (дикорастущие злаки) и с их выращиванием в сельском хозяйстве как основных зерновых культур. Большинство дикорастущих злаков – многолетние растения, ежегодно отрастающие от корневищ, зимующих в почве, что создаёт дополнительные возможности для аккумуляции наноматериалов в подземных частях этих растений. Озимые культурные хлебные злаки (растения целиком) зимуют под снегом. Для проведения тестирования подходят как проростки, так и взрослые растения (злаки), принадлежащие к видам, растущим вблизи очагов загрязнения наноматериалами.

4.4. Определение способа введения наноматериалов в эксперименте

Способы введения наноматериалов в растения в эксперименте должны быть максимально приближены к путям неконтролируемого попадания наноматериалов в ткани наземных растений. Наноматериалы, контаминирующие почву и грунтовые воды, поступают в растения благодаря всасывающей способности корневой системы. Наземная часть растительных организмов подвергается экспозиции наночастиц, содержащихся в атмосферном воздухе. Степень адсорбции наноматериалов листовой поверхностью зависит от времени их контакта, строения кутикулы, наличия симбиотической микрофлоры, а также климатических условий. Таким образом, введение наноматериалов в растения может осуществляться путем их выращивания в регулируемых средах (гидропонических растворах и/или газовых средах), содержащих наноматериалы, в почве, обогащенной наночастицами путем полива и подкормки растворами, содержащими наноматериалы, адсорбции в результате опрыскивания растений водными дисперсиями наноматериалов.

4.5. Подготовка проб наноматериалов для введения в растения

Наноматериалы вводят в растения в виде дисперсий в воде или водно-солевых растворах или виде аэрозолей в газовых средах в зависимости от цели и задач исследования.

Введение нерастворимых наноматериалов допускается в виде водных дисперсий (суспензий, взвесей). При приготовлении дисперсии наноматериалов необходимо применять физические методы диспергиро-

вания (перемешивание, встряхивание, ультразвуковая обработка). Применение детергентов и минеральных веществ, способных оказать повреждающее действие на организм растений, не допускается. В отдельных случаях возможно применение специальных носителей, стабилизирующих дисперсии наноматериалов (электролиты, полимеры, растворы ПАВ), которые не должны в рабочих концентрациях оказывать токсическое, мутагенное и другие воздействия на растения, что подтверждается данными литературы или дополнительными исследованиями с использованием соответствующих контрольных групп растений.

4.6. Определение объёма экспериментальных групп

При проведении стандартного эксперимента формируется 4 группы растений. Растения каждого вида разделяют на следующие группы:

- 1-я группа, контрольная, не обрабатываемая наноматериалом;
- 2-я группа подвергается воздействию изучаемыми наноматериалами не менее чем в 3 возрастающих концентрациях;
- 3-я группа подвергается воздействию традиционного аналога наноматериала (если таковой имеется) в концентрациях, эквивалентных применяемым в группе 2;
- 4-я группа подвергается воздействию носителя наноматериала (если используется иная, чем дисперсия в деионизованной воде форма введения наноматериала) в концентрациях, эквивалентных применяемым в группе 2.

Численность растений, подвергаемых обработке одной концентрацией наноматериала или его традиционного аналога или носителя, в каждой группе должна составлять не менее 10 экземпляров.

Растения группы 1 подвергают экспозиции деионизованной водой по той же схеме, что и тестируемый наноматериал и его традиционный аналог.

4.7. Расчёт доз вводимых наноматериалов

Дозы вводимых в растения наноматериалов рассчитывается как массовая концентрация в единице массы (объёма) гидропонического раствора или грунта или в единице объёма газовой среды. Для наноматериалов, предварительно охарактеризованных по величине удельной поверхности в расчёте на единицу массы, дополнительно рассчитывают дозу в единицах площади поверхности межфазной границы наноматериала на единицу массы/объёма указанных сред. Для монодисперсных

наноматериалов доза может выражаться дополнительно через число частиц в единице массы/объёма сред, применяемых при тестировании.

4.8. Отбор проб растений в эксперименте

Перечень подлежащих отбору проб органов и тканей растений, обработанных наноматериалами, устанавливается в соответствии с целью и задачами исследования, природой наноматериала и способом его введения в растения и включается в план исследования. При использовании в качестве модельных биологических объектов злаков приоритетными объектами пробоотбора являются части растений, указанные в п. 5.4 методических указаний.

4.9. Методы выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов растениях

4.9.1. При выявлении и идентификации наночастиц неорганических веществ (металлы, оксиды, бинарные соединения, соли и др.), обладающих более высокой по сравнению с растительными тканями электронной плотностью, используется метод просвечивающей электронной микроскопии согласно МР 1.2.2639—10, п. 6.4.4. Исследования проводят на ультратонких срезах растительных тканей без предварительного контрастирования. При выявлении и идентификации в составе растительных тканей углеродных нанотрубок проводят предварительное контрастирование препарата уранилацетатом. Идентификация наночастиц на электронных микропрепаратах осуществляется в соответствии с МР 1.2.2639—10, п. 6.3, МР 1.2.2640—10, п. 4.7 и МР 1.2.2641—10, раздел 4. Идентификация наночастиц осуществляется путём сравнения со стандартными образцами наноматериала данного вида на основе следующих критериев:

- структурные характеристики: средний размер частиц, распределение по размерам, форма, формфактор, наблюдаемая степень агрегации, строение агрегатов/агломератов частиц;
- картина дифракции электронов от выбранных групп наночастиц;
- спектры характеристической потери энергии электронов от выбранных групп наночастиц.

4.9.2. При анализе распределения и накопления наночастиц известного состава в органах и тканях растений применяются методы элементного анализа: ICP-MS и AES по МР 1.2.2641—10, п.п. 6.1 и 6.2, а также другие методы (рентгенофлуоресцентная спектроскопия, атомно-абсорбционная спектрофотометрия, инверсионная вольтамперометрия)

при наличии методик, утверждённых в установленном порядке. Применимость методов элементного анализа при контроле содержания наночастиц в растительных тканях определяется в соответствии со следующими критериями:

- может быть установлен химический элемент, специфически маркирующий присутствие наночастиц в выбранном биологическом объекте в соответствии с МР 1.2.2640—10, п. 4.8;
- анализируемые наночастицы являются нерастворимыми в воде и в биологических жидкостях (соках растений);
- фоновые уровни анализируемого маркерного элемента в составе растительных тканей являются достаточно низкими для того, чтобы не препятствовать его определению в наночастицах.

4.9.3. При выявлении некоторых видов наноматериалов в составе тканей растений могут применяться хроматографические методы.

Метод обращённофазовой ВЭЖХ применяется при определении в растениях фуллеренов. Подготовка растительных проб для анализа может осуществляться несколькими методами. Перед проведением пробоподготовки требуется провести измельчение (гомогенизацию) растительного материала. Далее гомогенат растительных тканей подвергается многократной экстракции подходящим органическим растворителем (толуолом или другим органическим растворителем ароматического ряда) с последующим объединением органических вытяжек и их концентрированием путём упаривания в вакууме. Полнота экстракции определяется соотношением биологический материал/экстрагент, временем и кратностью экстракции, устанавливается для каждого образца экспериментально и контролируется путём обработки в идентичных условиях образцов растительного материала, к которым были добавлены в известных количествах стандартные образцы фуллерена (метод добавок или внутреннего стандарта). Приемлемой степенью экстракции фуллерена из образца считается не менее 85 % от вносимого количества. В целях повышения эффективности последующего выявления фуллерена на предварительной стадии пробоподготовки может проводиться химический гидролиз (обработка растений концентрированными неорганическими кислотами с последующей нейтрализацией кислой среды щелочью), а также ферментативный гидролиз. Хроматографический анализ фуллеренов в органических вытяжках растительных тканей осуществляется согласно МР 1.2.2639—10, раздел 8, и МР 1.2.2641—10, п. 7.2.7.

При выявлении и идентификации остаточных количеств нанокапсулированных и нанодиспергированных пестицидов в растительном сырье применяются хроматографические методы (ВЭЖХ, ГЖХ, ТСХ), разработанные для этих веществ в форме традиционной дисперсности. При этом следует использовать методики, утверждённые для отдельных видов и групп пестицидов в установленном порядке (прилож. 1 и 3 к письму Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 15 августа 2008 г. № 01/8911-8-32 «Об усилении надзора за содержанием пестицидов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды»).

4.10. Меры предосторожности при проведении исследований

4.10.1. Наночастицы и наноматериалы, используемые в биологических экспериментах, следует во всех случаях рассматривать как потенциально опасные вещества, если иное не установлено. Уровень потенциальной опасности наноматериалов для человека и окружающей среды может быть предварительно оценен с применением МР 1.2.2522—09.

4.10.2. Каждый наноматериал, используемый в исследовании, снабжается паспортом безопасности, составленным в соответствии с ГОСТ 30333—2007.

4.10.3. Органы и ткани растений, подвергнутых воздействию наноматериалов, следует рассматривать как источники потенциальной биологической опасности.

4.11. Получение характеристики наноматериала

Характеристика наноматериала должна включать:

- выявление критических органов растения, характеризуемых накоплением наибольших количеств наноматериала;
- изучение кинетики накопления и выведения наноматериала в растениях;
- изучение стабильности наночастиц в биологическом окружении, путей их биологической трансформации.

4.12. Составление отчёта о результатах работ по выявлению и идентификации наноматериалов в растениях в лабораторном эксперименте

По завершении исследований оформляют отчет, в котором должны быть представлены:

- название, адрес организации-исполнителя;
- даты начала и завершения исследований;

• цель и задачи исследования;

• описание исследуемого наноматериала, включая имеющиеся сведения о физических, химических, биологических, токсикологических свойствах;

• вид, количество растений в каждой группе;

• форма, дозы, кратность и путь введения исследуемого наноматериала в растение;

• схема отбора биологических образцов;

• методы анализа наноматериала в биологических образцах;

• методы статистической обработки результатов;

• результаты исследования, представленные в виде обобщающих таблиц, рисунков, с соответствующей статистической обработкой, и комментариев к ним;

• обсуждение результатов;

• выводы;

• список использованной литературы.

Отчет о результатах проведенного исследования составляется ответственным исполнителем, утверждается руководителем организации и скрепляется печатью организации.

Обязательным требованием к отчёту является оформление в соответствии с ГОСТ 7.32—2001.

V. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в дикорастущих растениях – компонентах природных биоценозов

5.1. Составление плана исследования

План исследования дикорастущих растений – компонентов природных биоценозов включает:

• наименование и адрес заявителя (заказчика) исследования;

• наименование и адрес организации, которая производила отбор проб (образцов);

• информацию, представленную заявителем (заказчиком) исследования;

• обоснование выбора сроков (сезона) обследования дикорастущей флоры;

• характеристику территории, на которой производится обследование растений (местоположение, наличие антропогенных факторов загрязнения, близость к предприятиям наноиндустрии, наличие пылевых

или жидких выбросов этих предприятий), контрольных точек сбора образцов в привязке к расположению предприятий – источников промышленных выбросов пылегазовых и жидких загрязнителей, населённых пунктов сельскохозяйственных угодий;

- характеристику обследуемой флоры: вид растений, число растений в группе, перечень опытных групп;
- наименование исследуемых материалов (проб): единица измерений проб (число, объем, масса), метод отбора пробы, способ консервации пробы;
- количество отбираемых проб;
- сведения о свойствах выявляемого наноматериала (если он известен);
- предполагаемые методы выявления наноматериалов;
- перечень определяемых показателей;
- метод статистической обработки результатов.

5.2. Определение видового состава популяции, подлежащего сбору (обследованию)

Рекомендации по определению вида дикорастущих травянистых растений, пригодных для проведения исследований по обнаружению наноматериалов в растениях, являющихся компонентами природных биоценозов, представлены в п. 4.3 настоящих методических указаний.

Древесная флора также может являться акцептором наночастиц. В организм животных и человека наноматериалы могут поступать по пищевым цепям, что вызывает необходимость контроля содержания наноматериалов в лесных ресурсах.

На степень воздействия наноматериалов на лесной биогеоценоз могут влиять следующие факторы: действующие уровни наноматериалов, видовая чувствительность, возрастная стадия роста и развития растений, тип лесной флоры и др. Следует ожидать, что наиболее чувствительным к воздействию наноматериалов может быть древесный ярус лесного биоценоза, особенно хвойные породы. Лиственные древесные растения являются более устойчивыми, чем хвойные. Очевидно, что значительная часть наноматериалов при попадании из атмосферы в составе твердых аэрозолей задерживается преимущественно в кронах деревьев. По уровню содержания наноматериалов в древесине и лиственной части деревьев при одинаковой плотности загрязнения наноматериалами почвы и в одинаковых лесорастительных условиях основные лесообразующие породы образуют в порядке убывания следующий условный ряд: мягколи-

ственные породы, твердолиственные породы, хвойные породы. Следует ожидать, что накопление наноматериалов древесным ярусом будет происходить интенсивнее в молодых, чем в средневозрастных, приспевающих и спелых растениях, а деревья лучшего класса роста будут накапливать наноматериалы больше и интенсивнее, чем угнетенные и отстающие в росте. У всех древесных пород наибольшее содержание наноматериалов, очевидно, будет отмечено в вегетативных органах (листья или хвоя и побеги), а наименьшее – в древесине.

Таким образом, необходимо осуществлять контроль за содержанием наноматериалов в различных тканях основных лесообразующих пород: сосны, ели, лиственницы, дуба, ясеня, клена, березы, осины, ольхи, липы. Модельные деревья следует выбирать по каждой основной лесообразующей породе по среднему диаметру и высоте. С каждого модельного дерева следует отбирать образцы древесины, луба, коры, мелких веток, хвои (листьев), плодов (семян). Образцы древесины, луба и коры следует отбирать из комлевой, срединной и вершинной частей ствола.

Контроль за содержанием наноматериалов следует проводить также в других компонентах лесного биоценоза – моховой и травянистой растительности, лишайниках и грибах, которые могут подвергаться загрязнению наноматериалами, в т. ч. за счет их поступления из почвы. Следует ожидать, что большой способностью концентрировать наноматериалы могут обладать мхи и лишайники. В некоторых видах грибов содержание наноматериалов может быть таким же высоким, как в лишайниках и мхах. Большее содержание наноматериалов следует ожидать в польских грибах, поддубовиках, подберезовиках, сыроежках, моховиках, маслятах, рыжиках. Меньшее – в белых грибах, лисичках, опятах, вешенках и шампиньонах. В шапках грибов ожидаемое содержание наноматериалов выше, чем в ножке.

5.3. Выбор метода определения наноматериалов

Исходя из ситуации с производством и использованием наночастиц и наноматериалов на данной территории, а также имеющихся сведений о факторах риска, связанных с наночастицами, при выборе приоритетных видов наноматериалов, определяемых в растениях, следует руководствоваться следующими принципами:

• анализируемые наноматериалы производятся или в ближайшее время будут производиться в больших объемах, а также применяются при производстве продукции сельскохозяйственного назначения (агрохимикаты, средства защиты растений, агромелиоративные препараты и др.);

• имеются данные о возможных воздействиях наночастиц данного вида на животные и растительные организмы;

• имеются сведения об основных характеристиках выявляемых наночастиц (химический состав, размер).

Учитывая вышеописанные факторы, приоритетными при контроле содержания в растениях наноматериалами можно считать:

1) наночастицы металлов (Au, Ag, Pt, Pd, Ru, Ni, Cu, Fe и др.);

2) наночастицы оксидов, нитридов и карбидов металлов и неметаллов (SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, SnO_2, ZnO, MoO_3, V_2O_5, PbO, Fe_2O_3, NiO, CuO, CeO_2, BN, Ti_3N_4, SiC и др.);

3) наночастицы солей, главным образом, фосфатов, силикатов и алюмосиликатов;

3) фуллерены;

4) одно- и многослойные углеродные нанотрубки;

5) нанодиспергированные и нанокапсулированные пестициды.

При выявлении, идентификации и количественном определении наноматериалов в растениях применяются унифицированные, стандартизованные методы, утверждённые в установленном порядке (МР 1.2.2639—10, МР 1.2.2640—10, МР 1.2.2641—10 и др.).

5.4. Отбор проб растений

5.4.1. При отборе проб травянистых дикорастущих растений следует соблюдать общие требования к составу и объёму отбираемых проб, их консервации, хранению, транспортированию и маркировке, устанавливаемые МУ 1.2.2742—10.

Для определения содержания наноматериалов в растениях рекомендуется брать не менее 5 растений одного вида (т. е. 5 точечных проб). Для отбора одной пробы растений требуются следующие инструменты и материалы:

• совок или лопата;

• емкости с водой для удаления почвы;

• контейнеры с водой для доставки выкопанных растений в лабораторию;

• бинокулярная лупа с диапазоном увеличений × 0,6; × 1; × 2;

• скальпели и пинцеты;

• стеклянные чашки Петри диаметром 12 см, 6 шт. (чашки Петри после использования можно мыть и использовать повторно);

• дистиллированная вода;

• пластиковые или стеклянные контейнеры объемом 50 мл для фиксации материала, 6 шт.;

• наклейки для маркировки.

Растения необходимо выкопать из почвы с корнем при помощи совка или лопаты с минимальными повреждениями. Тщательно промыть растения от земли водой. Сформировать группы из 5 растений (один вид растений, собранный в одном месте) для составления объединенных проб.

На рис. 1 и 2 приведены две схемы подробного строения проростков и взрослых злаков. У каждого растения, включенного в пробу, отрезать скальпелем участки, указанные на рисунках квадратами и обозначенные цифрами 1, 2, 3:

• (1) концы корней длиной около 1 см;

• (2) зоны основания каждого корня (участки структурного перехода корня в стебель – около 1 см);

• (3) зону эпикотиля – основание колеоптиля, первого листа и стебля.

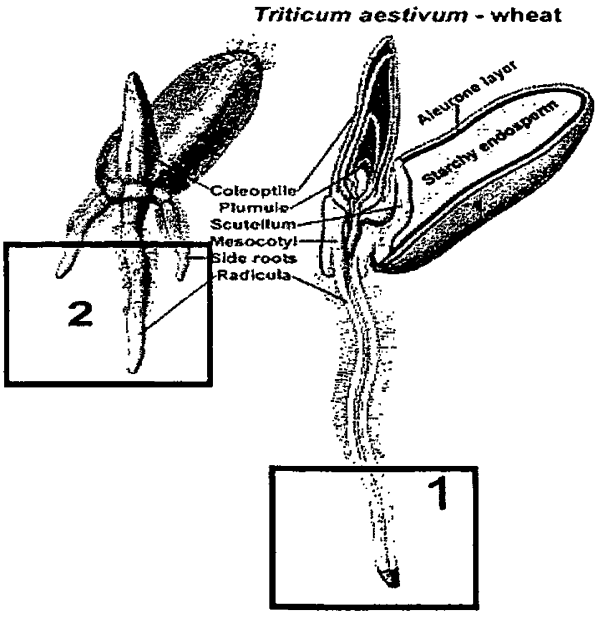

Рис. 1. Проросток злаков, на котором показаны следующие участки: колеоптиль (*coleoptile*) – первый покровный лист, основной корень (*radicula*), боковые корни (*side roots*) и мезокотиль (*mesocotyl*) – часть зародышевого стебля злаков, лежащая между щитком и основанием первого листа – колеоптилем. Выделенные зоны (1) растений отрезать скальпелем и использовать для анализа

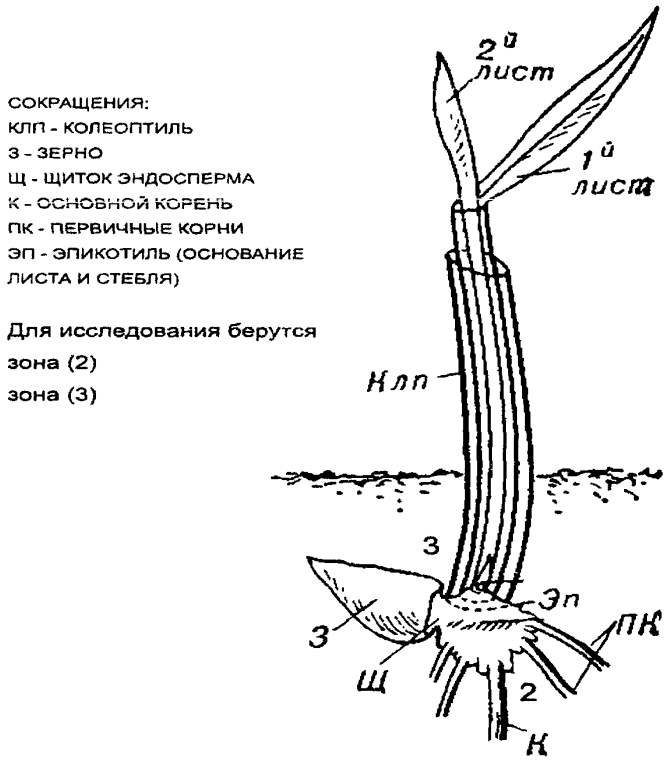

Рис. 2. Злаковое растение с выросшим стеблем. Выделенные зоны (2 и 3) необходимо отрезать скальпелем и использовать для анализа

Сформировать объединенные пробы, содержащие отдельно участки (1), (2) или (3) от 5 растений. Пробы перенести в чашки Петри, промыть дистиллированной водой. Затем каждую пробу пинцетом перенести в контейнер с фиксатором для электронной микроскопии.

Для маркировки контейнеров используют буквенное сокращение «ЭМ» (электронная микроскопия), также указывается номер пробы, обозначающий участки растений. Например, № 1-ЭМ – проба для электронной микроскопии, содержащая концы корней растений, № 2-ЭМ – проба для электронной микроскопии, содержащая зоны основания кор-

ня, № 3-ЭМ – проба для электронной микроскопии, содержащая зоны эпикотиля.

5.4.2. Для отбора проб флоры лесных биоценозов применяется следующее оборудование:

- пробоотборник диаметром 40 мм и длиной не менее 200 мм;
- деревянная или металлическая рамка размером 100 × 100 см или 50 × 50 см для отбора проб растений и травы;
- бензопила или ручная пила, ножовка, топор;
- ножницы для срезания растений, секатор для резки мелких веток и хвои;
- ножи, стамески, мерные ленты, напильники, рашпили, лопаты, гербарные сетки, кирки;
- упаковочные материалы: полиэтиленовые пакеты, мешки, крафт-мешки, оберточная бумага, полиэтиленовая пленка;
- промывные растворы (спирт и пр.), вода для ополаскивания образцов растительных материалов.

При контроле содержания наноматериалов в лесной растительности проводят отбор следующих проб: древесины, луба, коры, мелких веток, хвои (листьев), плодов (семян) с модельных деревьев, грибов, мхов, травянистых растений. Масса или объем проб, как правило, должны быть не менее 1 $дм^3$. Отобранную пробу укладывают в полиэтиленовый пакет, который помещают во второй полиэтиленовый пакет. Между пакетами помещают этикетку. Каждая проба регистрируется в полевом журнале отбора проб.

Наземную часть травяного покрова, кустарника, в пределах рамки срезают ножом, секатором и ножницами. Высота среза растений не должна быть меньше 3 см от поверхности почвы. Для получения средней пробы следует использовать не менее 8—10 точечных проб.

После валки дерева ветви обрубают и складывают. Одновременно проводят отбор проб листвы (хвои) и мелких веток. Пробы хвои, листвы, ветвей отбирают с той части кроны, которая при валке дерева не касалась земли. Для анализа лучше брать листья молодые, но уже созревшие, в период наивысшей физиологической активности. Пробы листвы или хвои и мелких веточек собирают с ветвей из различных ярусов кроны. После обрубки веток ствол распиливают на отрезки – нижний (комлевой), средний и верхний. С части каждого отрезка топором или ножом снимают кору. Для снятия коры отрезок помещают на другой отрезок так, чтобы во время снятия кора и топор не касались лесной подстилки. Собранную на пленку кору перемешивают и отбирают сред-

нюю пробу. При необходимости в коре выделяют отдельные части, например, внешнюю (корку) и внутреннюю.

Для отбора пробы луба отрезок ствола размещают так же, как и для отбора коры, а затем топором, ножом или штыковой лопатой снимают лубяные волокна и укладывают их на полиэтиленовую пленку, измельчают путем резки, перемешивают и отбирают среднюю пробу.

Пробы дров представляют собой опилки с корой, собранные под обрубком. Для этого обрубок ствола с корой помещают на другой обрубок. Под часть обрубка, не касающегося лесной подстилки, помещают пленку и бензопилой на обрубке делают несколько неполных пропилов, пока не наберут необходимое количество опилок.

Пробу древесины отбирают так же, как и пробу дров, при этом опилки берут с очищенной от коры части ствола.

Пробу для анализа грибов готовят из одного выдела, в крайнем случае квартала, по видам. Грибы тщательно отмывают от частиц почвы и растительных остатков и упаковывают.

5.4.3. Упаковка, маркировка и транспортирование проб растительных образцов, предположительно содержащих наноматериалы, осуществляется по правилам и с соблюдением мер предосторожности, в соответствии с МУ 1.2.2742—10.

5.4.4. Перед сдачей проб на исследование точечные пробы растительности, отобранные в одной контрольной точке, объединяют, и из объединённой пробы выделяется средняя проба. Порядок выделения средней пробы устанавливается для различных видов растительных материалов в соответствии с МУ 1.2.2742—10, прилож. 3.

5.5. Подготовка проб растений для исследования методом электронной микроскопии

Для фиксации объединенных проб от одной группы растений необходимы следующие реактивы:

- 25 %-й раствор глутарового альдегида;
- сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$), х.ч.;
- 0,1 М буфер Зоренсена:

– раствор А – 0,1 М KH_2PO_4 в дистиллированной воде;

– раствор Б – 0,1 М Na_2HPO_4 в дистиллированной воде.

Для получения 150 мл буферного раствора (pH 7,2—7,4) смешать 3 части (45 мл) раствора А и 7 частей (105 мл) раствора Б.

Приготовить 2,5 %-й раствор глутарового альдегида в 0,1 М K-Na фосфатном буфере Зоренсена (pH = 7,2—7,4) с добавлением сахарозы

(0,015 г/мл). Участки растений (1), (2) и (3) дополнительно разрезать на части по 0,3—0,5 см для лучшего проникновения фиксатора. Для фиксации одной объединенной пробы необходимо использовать пластиковый контейнер объемом 10 мл с завинчивающейся крышкой. Пробы помещают в контейнер с фиксатором. В фиксирующем растворе пробы могут храниться при 4 °С в течение 1 года.

5.6. Периодичность обследования дикорастущей флоры на содержание наноматериалов

5.6.1. В зависимости от цели и задач экологического мониторинга выделяют следующие виды наблюдений за уровнями загрязнения наноматериалами дикорастущей флоры:

- исходные наблюдения, фиксирующие уровни загрязнения дикорастущей флоры наноматериалами на момент начала проведения мониторинга;
- плановые (периодические или сезонные) наблюдения проводятся в соответствии с регламентом мониторинга;
- внеплановые (оперативные) наблюдения проводятся в случае возникновения чрезвычайных ситуаций (промышленных аварийных выбросов);
- сплошное обследование проводится с целью определения зоны поражения в случае промышленных аварийных выбросов.

5.6.2. Плановое определение содержания наноматериалов в дикорастущей флоре проводится один раз в год – в период начала вегетации (для средней полосы России – май-июнь).

5.6.3. Внеплановое и сплошное обследование проводится после аварии с целью определения уровней загрязнения наноматериалами и состава выпадений. Сплошное обследование дикорастущей флоры проводится на всей территории, расположенной на прогнозируемом следе выпадений наночастиц, с учётом данных метеонаблюдений на момент аварии и последующие сутки и территории, прилегающей к нему.

5.7. Порядок выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов в дикорастущей флоре методом просвечивающей электронной микроскопии

Перечень реактивов и оборудования, применяемых при выявлении и идентификации наноматериалов в дикорастущей флоре, а также порядок выявления наночастиц в образцах методом просвечивающей элек-

тронной микроскопии описан в МР 1.2.2639—10, п. 6.4.4, а также в п. 4.9.1 настоящих методических указаний.

5.8. Порядок выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов в дикорастущей флоре методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Перечень реактивов и оборудования, применяемых при выявлении и идентификации наноматериалов в дикорастущей флоре, а также порядок выявления наночастиц в образцах методом ВЭЖХ представлен в МР 1.2.2639—10, МР 1.2.2641—10, п. 7.2.6, а также в п. 4.9.3 настоящих методических указаний.

5.9. Меры предосторожности при проведении исследований

Меры предосторожности (техники безопасности) при выявлении и идентификации наноматериалов в дикорастущей флоре, препарировании биоматериала, отборе и консервации проб, проведении анализов приведены в п. 4.10 настоящих методических указаний.

5.10. Составление отчёта о результатах работ по выявлению и идентификации наноматериалов в дикорастущих растениях

По завершении исследований оформляют отчет, в котором должны быть представлены:

- название, адрес организации-исполнителя;
- даты начала и завершения исследований;
- цель и задачи исследования;
- описание исследуемого наноматериала (если он известен), включая имеющиеся сведения о физических, химических, биологических, токсикологических свойствах;
- контрольные точки для отбора образцов в привязке к расположению на местности предприятий наноиндустрии, сельхозугодий, населённых пунктов;
- вид, количество дикорастущих растений, отобранных в каждой контрольной точке;
- схема отбора биологических образцов;
- методы анализа наноматериала в биологических образцах;
- методы статистической обработки результатов;
- результаты исследования, представленные в виде обобщающих таблиц, рисунков с соответствующей статистической обработкой и комментариев к ним;

- обсуждение результатов;
- выводы;
- список использованной литературы.

Отчет о результатах проведенного исследования составляется ответственным исполнителем, утверждается руководителем организации и скрепляется печатью организации.

Обязательным требованием к отчёту является оформление в соответствии с ГОСТ 7.32—2001.

VI. Порядок выявления и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье

6.1. Составление плана исследования

План исследования сельскохозяйственного сырья включает:

- наименование и адрес заявителя (заказчика) исследования;
- наименование и адрес организации, которая производила отбор проб (образцов);
- информацию, представленную заявителем (заказчиком) исследования;
- обоснование выбора сроков (сезона) обследования сельскохозяйственного сырья с учетом обследования в порядке фитосанитарного надзора при контроле за использованием содержащих наночастицы и наноматериалы пестицидов и агрохимикатов, в т. ч. новых, а также при подозрении на использование наноструктурных ядохимикатов, не прошедших оценку в установленном порядке;
- характеристику территории, на которой производится обследование растений (местоположение, наличие антропогенных факторов загрязнения, близость к предприятиям наноиндустрии, наличие пылевых или жидких выбросов этих предприятий), мест сбора образцов;
- характеристику обследуемого сельскохозяйственного сырья, ассортимент обследуемой продукции, перечень опытных групп;
- наименование исследуемых материалов (проб): единица измерений проб (объем, масса), метод отбора пробы, способ консервации пробы;
- количество отбираемых проб;
- сведения о свойствах наноматериала (если он известен);
- предполагаемые методы выявления наноматериалов;
- перечень определяемых показателей;
- метод статистической обработки результатов.

При составлении плана исследования необходимо учитывать общие требования к отбору проб сельскохозяйственной продукции, содержащей наноматериалы, согласно МУ 1.2.2640—10 и МУ 1.2.2742—10.

6.2. Определение ассортимента продукции (сельскохозяйственного сырья), подлежащей отбору (обследованию)

С целью выявления и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье рекомендуется обследовать следующий ассортимент продукции:

- зерно и зернобобовые;
- корне- и клубнеплоды;
- грубые корма (сено, солома);
- трава и зеленая масса растений;
- овощи, фрукты.

6.3. Определение объёма и числа отбираемых проб

Методики отбора проб отдельных видов сельскохозяйственного сырья представлены в МУ 1.2.2742—10 и МР 1.2.2640—10.

6.4. Определение периодичности обследования сельскохозяйственного сырья на содержание наноматериалов

Определение периодичности обследования сельскохозяйственного сырья на содержание наноматериалов совпадает с определением периодичности обследования для дикорастущей флоры (п. 5.6) за исключением того, что плановые обследования сельскохозяйственной продукции проводятся в период сбора урожая, что отвечает потенциально максимально возможному накоплению наночастиц в продукции. Дополнительные обследования сельскохозяйственного сырья проводятся в случае обработки сельскохозяйственных угодий наноструктурированными пестицидами и агрохимикатами.

6.5. Порядок выявления и идентификации наночастиц и наноматериалов в сельскохозяйственном сырье

Порядок выявления и идентификации наноматериалов в составе растительной сельскохозяйственной продукции методами электронной микроскопии, элементного химического анализа и хроматографии устанавливается МУ 1.2.2640—10, раздел 4. Анализ остаточных количеств пестицидов, применяемых в нанодисперсной форме, для контроля их в составе сельскохозяйственной продукции осуществляется методами контроля этих пестицидов в форме традиционной дисперсности в соот-

ветствии с прилож. 1 и 3 к письму Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 15 августа 2008 г. № 01/8911-8-32 «Об усилении надзора за содержанием пестицидов в пищевых продуктах и объектах окружающей среды».

6.6. Меры предосторожности (техники безопасности) при выявлении и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье

Меры предосторожности (техники безопасности) при выявлении и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье, препарировании биоматериала, отборе и консервации проб, проведении анализов приведены в п. 4.10 настоящих методических указаний.

6.7. Составление отчёта о результатах работ по выявлению и идентификации наноматериалов в сельскохозяйственном сырье

По завершении исследований оформляют отчет, в котором должны быть представлены:

- название, адрес организации-исполнителя;
- даты начала и завершения исследований;
- цель и задачи исследования;
- описание исследуемого наноматериала (если он известен), включая имеющиеся сведения о физических, химических, биологических, токсикологических свойствах;
- место отбора проб, контрольные точки;
- вид сельскохозяйственного сырья;
- схема отбора биологических образцов;
- методы анализа наноматериала в биологических образцах;
- методы статистической обработки результатов;
- результаты исследования, представленные в виде обобщающих таблиц, рисунков с соответствующей статистической обработкой и комментариев к ним;
- обсуждение результатов;
- выводы;
- список использованной литературы.

Отчет о результатах проведенного исследования составляется ответственным исполнителем, утверждается руководителем организации и скрепляется печатью организации.

Обязательным требованием к отчёту является оформление в соответствии с ГОСТ 7.32—2001.

Приложение 1

Типовой план эксперимента по выявлению и идентификации наноматериалов в растениях

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель лаборатории
(испытательного центра)

_____ Ф. И. О.
«_____»_____ 20____ г.

Наименование лаборатории, проводящей исследования,
сведения об аккредитации

План
эксперимента по выявлению и идентификации наноматериалов
в растениях от «_____» _____20____ г.

Наименование и адрес заявителя: _____
Наименование и адрес организации, которая производила отбор проб (образцов): _____
Наличие информации, представленной заявителем _____
Наличие сведений о свойствах наноматериала _____
Наличие сведений о традиционном аналоге _____
Наличие растворителя, разбавителя, эмульгатора и т. д. _____

- концентрация;
- стабильность;
- объем.

Используемые растения:

- вид;
- число растений в группе;
- перечень групп и контролей.

Наименование вводимого наноматериала:

- доза введения;
- способ введения;
- схема введения;
- время между введениями.

Наименование традиционного аналога наноматериала _____

- доза;
- способ введения;
- время между введениями.

Наименование исследуемого материала (пробы) _____
Единица измерений проб (объем, масса) _____
Размер партии _____
Метод отбора _____
Способ консервации пробы _____
Количество отбираемых образцов _____

- из них контрольных;
- лабораторных.

Метод исследования пробы _____
Метод статистической обработки результатов _____

Перечень определяемых показателей

№ пробы	Наименование исследуемого материала	Метод идентификации	Форма представления результата	Примечания

Подписи:

Руководитель лаборатории (подразделения): _____
Ответственный исполнитель: _____
Исполнители: _____

Приложение 2

Обозначения и сокращения

ВЭЖХ	–	высокоэффективная жидкостная хроматография
ГЖХ	–	газожидкостная хроматография
МР	–	методические рекомендации
МУ	–	методические указания
ПАВ	–	поверхностно активные вещества
СанПиН	–	санитарные правила и нормы
СОП	–	стандартные операционные процедуры
ТСХ	–	тонкослойная хроматография
ЭМ	–	электронная микроскопия
AES	–	атомно-эмиссионная спектрометрия
ICP-MS	–	масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

gost.e-ecolog.ru