

Практическое применение АСРПМ не требует специального обучения пользователя, результаты эксплуатационного тестирования [4] показали функциональную работоспособность предлагаемых ИТ-решений. Также установлено, что эффективность труда повышается многократно за счет исключения ошибки человеческого фактора, повышения оперативности получения и точности исходных данных. Затраты временных ресурсов на принятие управленческих решений сокращаются в 3...5 раз.

Выводы и предложения. Современные программно-аппаратные платформы становятся более доступными для решений прикладно-практических задач реального производства. Для принятия эффективного ИТ-решения разработчикам следует усилить научно-методическую основу формирования архитектуры базы данных предметной области автоматизации.

Список использованных источников

1. Анализ эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов: лабораторные работы/сост.: И.М. Курочкин, Д.В. Доровских. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009.
2. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.
3. Peter Eberhardt. The DS2 Procedure. № SAS® Programming Methods at Work// Chapter 1: Solving Bigger Problems. From The DS2 Procedure: SAS® Programming Methods at Work, by Peter Eberhardt. Copyright. –2016, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA. – 108 p. [Электронный ресурс]: URL:https://docs.yandex.kz/docs/view?tm=1727163207&tld=kz&lang=en&name=68945_excerpt.pdf&text=Chapter%20%3A%20Object-Orient.
4. Отчет о НИР «Разработка научных основ сохранения и повышения устойчивости лесных экосистем по регионам Казахстана» (заключительный). – № гос. Регист. 0121PK00704. Отв. исп. Алтыбаев А.Н. – 2023.

УДК 631.582:632.95

С.В. Хлюпина, канд. с.-х. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Курский федеральный аграрный научный центр», г. Курск
E-mail: sveta46agro@yandex.ru*

ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ

Ключевые слова: тест-культуры, отзывчивость на последствие гербицидов, токсичность почвы, севооборот.

Keywords: test crops, responsiveness to the aftereffect of herbicides, soil toxicity, crop rotation.

Аннотация. Приведен обзор основных используемых тест-культур в практике фитотестирования почв при длительном применении гербицидов. Представлены результаты собственных лабораторных исследований по изучению отзывчивости тест-растений и их параметров роста и развития на токсичность почвы.

Summary. An overview of the main test crops used in the practice of phytotesting soils with prolonged use of herbicides is given. The results of our own laboratory studies on the responsiveness of test plants and their growth and development parameters to soil toxicity are presented.

На практике основными экологическими проблемами при применении гербицидов являются их токсичность по отношению, как к защищаемым культурам, так и последующим в севообороте [1].

Последствие гербицидов определяется их персисистентностью – способностью сохранять свою биологическую активность даже при длительном нахождении в почве. В связи с этим, важным является определение возникающего токсического эффекта в почве.

Применение метода биологической индикации организмов, реагирующих на загрязнение среды обитания изменением визуальных признаков, может послужить инструментом в решении данной проблемы. Он позволяет существенно сократить или даже исключить применение дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов анализа. Биоиндикаторы интегрируют биологически значимые эффекты загрязнения. Они позволяют определять скорость происходящих изменений, пути и места скопления в экосистемах различных токсикантов, в результате чего делать выводы о степени опасности для человека и полезной биоты конкретных веществ или их сочетаний [2].

В зависимости от скорости проявления биоиндикаторных реакций выделяют несколько различных типов чувствительности тест-организмов:

I тип – биоиндикатор проявляет внезапную и сильную реакцию, продолжающуюся некоторое время, после чего перестает реагировать на загрязнитель;

II тип – биоиндикатор в течение длительного времени линейно реагирует на воздействие возрастающей концентрации загрязнителя;

III тип – после немедленной, сильной реакции у биоиндикатора наблюдается ее затухание, сначала резкое, затем постепенное;

IV тип – под влиянием загрязнителя реакция биоиндикатора постепенно становится все более интенсивной, однако достигнув максимума постепенно затухает;

V тип – реакция и типы неоднократно повторяются, возникает осцилляция биоиндикаторных параметров.

Для биотестирования отработано немало методов на различных культурах: белой горчице (*Sinapis alba* L.), озимой и яровой пшенице (*Triticum aestivum* L.), овсе (*Avena* L.), гречихе (*Fagopyrum* L.), огурце (*Cucumis* L.), кресс-салате (*Lepidium sativum* L.), сое (*Glycine* L.), льне (*Linum* L.), еже сборной (*Dactylis glomerata* L.).

На горчице учитывают степень ингибирования первичного корешка проростка после обработки семян противодвудольным гербицидом. Определяют также увядание растений, торможение прироста листьев надземной массы проростков.

Ячмень, овес и рис используют как индикаторы почвенных противозлаковых гербицидов, так как это наиболее чувствительные виды среди злаковых культур. При этом основным тестом является ингибирование роста зародышевого корня и листа.

Редис является традиционным биотестом при исследовании остатков пестицидов в почве и конечной продукции растениеводства, т. к. обладает по сравнению с другими объектами наиболее высокой чувствительностью к фитотоксичным препаратам, что обусловлено высокой энергией прорастания его семян и скороспелостью культуры.

На огурце и гречихе тестируют гербициды – производные мочевины и фенилкарбаматы. При этом у огурца учитывают рост первичного корня, у гречихи – утолщение стебля, деформацию зародышевых листьев, а также торможение роста. Кресс-салат используется как тест-объект для оценки загрязнения воздуха и почвы. Тест длится 10 дней. При наличии вредных веществ снижается процент всхожести и ингибируется рост зародышевых корешков.

Успешное решение проблем биоиндикации во многом будет определяться подбором, а иногда и направленным созданием сортов (линий) культурных растений, чувствительных к загрязнению. К сожалению, в настоящее время подобные сорта и линии отсутствуют. Поэтому усилия исследователей должны быть направлены на поиск перспективных форм и работу с ними.

В таблице приведены тест-культуры, применяемые в стандартизованных методах фитотестирования Российской Федерации [3].

С целью выявления более отзывчивого на последствие гербицидов и в соответствии со стандартизованными методами фитотестирования, применяемыми в РФ, для исследований в качестве тест-растений нами были определены по две двудольных (горчица белая, редька масличная) и злаковых (овёс яровой, ячмень яровой) культуры.

Нашими лабораторными опытами установлено, что отзывчивость биоиндикаторов на последствие гербицидов может быть оценена тремя признаками фитотоксичности: снижением всхожести семян, уменьшением интенсивности нарастания корешков, изменением длины проростков.

Таблица 1 – Тест-культуры, применяемые в стандартизированных методах фитотестирования Российской Федерации

Название методики	Двудольные индикаторы, тест-параметр	Злаковые индикаторы, тест-параметр
Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности («Фитотест»))		<i>Avena sativa</i> , длина корней проростков, всхожесть семян (%)
Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв»		<i>Avena sativa</i> , количество проросших семян, длина корней проростков
Методика измерений биологической активности гуминовых веществ методом фитотестирования («Фитоскан»))	<i>Sinapis alba</i> , <i>Raphanus sativum</i> , <i>Lepidium sativum</i> , длина корней и стеблей проростков, всхожесть семян (%), энергия прорастания семян	<i>Avena sativa</i> , <i>Sorghum saccharatum</i> , длина корней и стеблей проростков, всхожесть семян (%), энергия прорастания семян

Отзывчивость тест-растений на последствие гербицидов является многокритериальной задачей, решение которой возможно использованием функции желательности Харрингтона [4].

Для тест-растений злаковых культур преимущество за ячменём яровым по интенсивности нарастания корешков при наблюдении на 5-е сутки после посева, $d_i=0,72$. Чувствительность культуры по уровню частной желательности длины проростков примерно одинаковая при наблюдении, как на 5-е, так и на 21-е сутки после посева, $d_i=0,70-0,71$. Лучшие показатели отзывчивости на последствие гербицидов среди двудольных культур получены по редьке масличной $d_i=0,69$.

Список использованной литературы

1. Вавин, В.Г., Гуреев, И.И., Хлюпина, С.В. Агроэкологические аспекты применения пестицидов при возделывании зерновых культур на черноземных почвах. – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», – 2023. – 70 с.
2. Лихачев, С.В., Пименова, Е.В., Жакова, С.Н. Биотестирование в экологическом мониторинге. – Пермь: Прокрость, – 2020. – 89 с.
3. Тишин, А.С., Тишина, Ю.Р. Методы и способы фитотестирования почв: обзор // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 11 (113). – С. 93–97.
4. Евдокимов, Ю.А., Колесников, В.И., Тетерин, А.И. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа. – М.: Наука, 1980. – 228 с.