

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-363-365

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ФУНГИЦИДОВ ИЗ КЛАССА ТРИАЗОЛОВ НА ЦИКЛ АЗОТА И ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ**FEATURES OF THE INFLUENCE OF FUNGICIDES ON THE NITROGEN CYCLE AND ENZYMATIVE ACTIVITY OF SOILS****Плетнев П.А., Бухонов А.В., Хмелёва М.В., Сеницкая Т.А.**

Pletenev P.A., Bukhonov A.V., Khmeleva M.V., Sinitskaya T.A.

e-mail: pletenevpa@ferisman.ru.

Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Московская область, Мытищи, Россия.

Federal Scientific Center for Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, Moscow region, Mytishchi, Russia.

Аннотация: в работе представлены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния фунгицидов на основе производных триазола на цикл азота в почве (нитрифицирующей и аммонифицирующей способности специфических микроорганизмов) и её ферментативную активность. Эти показатели характеризуют способность почв к самоочищению. Проведенные исследования позволили установить пороговую концентрацию действующего вещества исследуемого фунгицида на уровне 2,5 мг/кг, гарантирующую изменение аммонифицирующей и нитрифицирующей способности почвы, а также её ферментативной активности, не более чем на 25% по сравнению с аналогичными показателями в контрольных пробах.

Abstract. The paper presents the results of experimental studies on the effect of fungicides based on triazole derivatives on the nitrogen cycle in the soil (nitrifying and ammonifying ability of specific microorganisms) and its enzymatic activity. These indicators characterize the ability of soils to self-purify. The conducted studies made it possible to establish the threshold concentration of the active ingredient of the studied fungicide at the level of 2.5 mg/kg, which guarantees a change in the ammonifying and nitrifying capacity of the soil, as well as its enzymatic activity, by no more than 25% compared with similar indicators in control samples.

Ключевые слова: фунгициды, триазолы, почвы, цикл азота, ферментативная активность, безопасность применения.

Keywords: fungicides, triazoles, soils, nitrogen cycle, enzymatic activity, application safety.

На фоне интенсификации химизации сельского хозяйства, почвенно-климатических изменений и ряда других факторов, снижающих иммунитет растений учащаются случаи возникновения новых разновидностей патогенов, вызывающих поражения Мучнистой росой, Септориозом и т.д., которые контролируются фунгицидами триазольной группы [8, 12].

Вещества группы триазолов после обработки обнаруживаются не только в листьях, стеблях, плодах, семенах, корнеплодах и других органах растений, но и в почве, где они в дальнейшем медленно разрушаются. Время разложения на нетоксичные компоненты в почве составляет от 61 до 365 дней [9].

По опасности для человека и животных большинство триазолов в соответствии с МР 1.2.0235-21 относятся ко 2 и 3 классу (опасные и умеренно опасные) [9]. Так, практически все эти вещества обладают раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки, вызывают сыпь и отеки, а при вдыхании – кашель. У человека при отравлениях триазолами отмечается гиперактивность, перепады настроения, головная боль, слезотечение и затрудненное дыхание.

В настоящее время подавляющая часть исследований фунгицидов связана с изучением их поведения в системе «почва-растение» и направлена на ограничение возможных негативных последствий от их применения для сохранения основного свойства почвенного покрова – его плодородия, но практически нет исследований, где рассматривается система взаимодействия «почва-человек» [7, 10].

Одним из центральных вопросов современных исследований в области гигиены и безопасности окружающей среды является обоснование применения химических веществ в различных сферах жизнедеятельности человека. Цель выполненных исследований – установить концентрацию в почве действующего вещества фунгицида, которая гарантирует изменение биогеохимического цикла азота и ферментативной активности не более чем на 25% по сравнению с контрольными образцами.

Объект исследования. Объектом исследования послужило вещество класса триазолов. Триазолы относятся к органическим фунгицидам системного действия, обладающим избирательностью для различных видов грибковых заболеваний растений. Триазолы являются крупнейшей группой фунгицидов, которая используется для обработки культур на разных стадиях развития. Способны ингибировать биосинтез эргостерина в мембранах клеток грибов. Это приводит к специфической реакции в системе растение - живитель - патогенный фактор. Способны проявлять такие положительные воздействия на посевы культуры как искореняющую, защитную и лечебную. Практика показывает, что возделывание генетически однородных культур повышает опасность развития фитопатогенных объектов, распространяющихся на больших территориях [2]. Действие триазольных фунгицидов основано на их способности ингибировать фермент C¹⁴-диметилазу, который участвует в синтезе стеролов, в том числе, эргостерола, которые входят в состав клеточных стенок и мембран грибов. При их нехватке клетки погибают. Клеточные стенки растений не содержат эргостерола.

Методы исследования. При выполнении исследований были использованы общепринятые гигиенические, биохимические, химико-аналитические, математико-статистические методы в соответ-

ствии с действующими методическими документами. Экспериментальные исследования по изучению общесанитарного показателя вредности, который характеризует влияние ксенобиотиков на способность почвы к самоочищению проводились в два этапа.

На предварительном этапе определялись рабочие концентрации действующего вещества на культуре кишечной палочки (*Escherichia spp.*). Использовался метод прямого посева по поверхности питательной среды. Действующей концентрацией вещества принималась та, которая оказывала угнетающее действие, вызывая снижение количества кишечных палочек не менее чем на 50% по отношению к контролю.

Первая концентрация соответствовала максимально рекомендуемой норме расхода действующего вещества – 1,5 л/га (двухкратная обработка посевов) (1N) – 2,5 мг/кг; вторая - в 10 раз ниже максимальной нормы (0,1N) – 0,25 мг/кг; третья - в 10 раз выше максимальной нормы (10N) – 25 мг/кг.

В основном эксперименте, продолжительность которого составляла 60 суток, использовали те же штаммы кишечной палочки, что и в предварительном. Для исследования влияния действующего вещества на почвы использовался стандартный модельный почвенный эталон (МПЭ) с постоянным гранулометрическим составом и физико-химическими свойствами песчаной почвы.

Для исследования процессов нитрификации в модельный эксперимент добавлены навески солей сернокислого аммония, фосфорнокислого калия, сернокислого магния, гидрата окиси кальция, а также суспензия перегнойной почвы в количестве 1% от его веса. Внесение исследуемого действующего вещества осуществлялась в виде растворов в трёхкратной повторности для каждой концентрации. Влажность в процессе эксперимента поддерживалась на уровне, обеспечивающем 60% от полной влагоёмкости.

В образцах оценивались процессы аммонификации (распад органического вещества) и нитрификации (преобразование аммиака до азотной кислоты). Результаты рассчитывались с помощью калибровочного графика $N-NH_4^+$, NO_2^- , NO_3^- (мг/100 г почвы).

Результаты и обсуждение.

1. Динамика процессов аммонификации и нитрификации. Проведённые исследования показали, что при воздействии исследуемого действующего вещества в концентрации 25 мг/кг на 20 сутки эксперимента, было отмечено статистически значимое, по сравнению с контролем, при ($p < 0,05$), увеличение содержания нитритов в исследуемых пробах. К концу эксперимента в остальных концентрациях действующего вещества значимых отличий от контрольных образцов выявлено не было.

Статистически достоверное увеличение содержания нитратов, в исследуемых образцах, при концентрации 25 мг/кг действующего вещества, было отмечено на 20 сутки опыта, по сравнению с контролем. На 30 день во всех исследуемых концентрациях значимых отличий от контрольных образцов выявлено не было.

Достоверное увеличение содержания аммонийного азота в исследуемых пробах было отмечено только при воздействии концентраций д.в. равной 0,25 и 25 мг/кг на 30, и при концентрации 2,5 мг/кг на 45 сутки эксперимента.

2. Динамика изменений ферментативной активности. Результаты анализа определения интенсивности разложения целлюлазы при воздействии всех испытуемых концентраций представлены в таблице.

Таблица. Интенсивность разрушения клетчатки под воздействием действующего вещества.

Дозы (мг/кг)	n	Масса ткани перед опытом (г)	Масса ткани после опыта (г)	Потеря массы ткани (г)	% потери массы ткани	% потери массы ткани (от контроля)
Контроль	3	6,60	3,30	3,3	50,0	
0,25	3	6,50	3,50	3,0	53,85	9,09*
2,5	3	6,57	3,57	3,0	45,66	9,09*
25	3	6,73	3,93	2,8	41,60	15,15**

Примечание: * - <10% - очень слабая; ** - 10-30% - слабая.

Как видно из представленных данных влияние действующего вещества на интенсивность разрушения клетчатки, при воздействии его концентраций 0,25 и 2,5 мг/кг можно оценить как очень слабое, а в концентрации 25 мг/кг как слабое.

Через 60 дней эксперимента достоверных изменений активности целлюлазы по сравнению с контролем при воздействии д.в. во всех изученных концентрациях не было.

Анализ данных по изучению динамики изменения уреазной активности показал, что статистически значимые, по сравнению с контролем, изменения активности фермента в модельном эксперименте отмечались при воздействии концентрации д.в. равной 2,5 мг/кг на 30 день эксперимента.

Изменений активности дегидрогеназы в исследуемых пробах, при воздействии всех испытанных концентраций, по сравнению с контролем, отмечено не было.

Таким образом, экспериментальным путём была установлена, по общесанитарному показателю вредности, подпороговая концентрация в почве действующего вещества, которая составила 2,5 мг/кг абсолютно сухой почвы.

Полученные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что исследованное действующее вещество не оказывало выраженного негативного влияния на биологическую активность (дегидрогеназную, уреазную, целлюлазную) и способность почвы к процессам самоочищения (процессы аммонификации и нитрификации).

Литература

1. Белоусова Е.Н., Белоусов А.А. Трансформация азотсодержащих соединений чернозема выщелоченного в условиях минимизации обработки // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 5. – С. 149–156.
2. Васютин А.С., Захарченко В.А. Фитосанитарные риски в агроэкосистемах (оценка и управление). – М.: Мос НИИСХ, 2014. – 128 с.
3. Временные методические рекомендации по контролю за загрязнением почв. ч.2. Под редакцией канд. физ.-мат. наук С.Г. Малахова М. Гидрометеиздат. - 1984.
4. Галстян А.Ш. Определение активности ферментов почвы.-Ереван, 1978.-307с.
5. Гигиеническая оценка почвы : учеб.-метод. пособие / Я. Н. Борисевич, А. В. Павлов. – Минск : БГМУ, 2009. – 28 с.
6. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: Руководство.-М.-Медицина, 1986.- 320 с.
7. Дурынина Е.П., Великанов Л.Л. Почвенные фитопатогенные грибы. М: Изд. МГУ, 1984. 107с.
8. Жук Е.И., Халасев А.Н. Ретроспективный анализ эффективности фунгицидов в ограничении развития доминирующих листовых болезней яровой пшеницы в Беларуси. Защита растений. 2022;1(46):66-80.
9. Методические рекомендации МР 1.2.0235-21 «Гигиеническая классификация пестицидов и агрохимикатов по степени опасности».
10. Рябчикова В.В., Сидорова С.Ф. Влияние культур и структуры агроценозов на динамику и активность почвенной инфекции корневых гнилей зерновых // Микроорганизмы в сельском хозяйстве: тезисы докл. Всесоюз. конф. Пушкино, 1992. С. 176.
11. Санин С.С. Основные составляющие звенья систем защиты растений от болезней // Защита и карантин растений. – 2003. – № 10. – С. 16–21.
12. Тютюрев, С.Л. Проблемы устойчивости фитопатогенов к новым фунгицидам / С.Л. Тютюрев // Вестн. защиты растений. - 2001. - №1. - С. 38-53.