

ЧМОЖ В.А., аспирант 1 курса (ВолгГТУ)  
Научный руководитель НЕФЕДЬЕВА Е.Э., д.б.н., профессор (ВолгГТУ)  
г. Волгоград

## **ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ КЛАССА СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИН НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ИХ ФИТОТОКСИЧНОСТИ (ОБЗОР)**

Ведущую роль защиты сельскохозяйственных культур от сорных растений играют гербициды четвертого поколения, действующим веществом которых являются производные сульфонилмочевины.

Сульфонилмочевины – химические соединения, которые открыты доктором Дж. Левиттом в 70-х годах [1]. Механизм их действия состоит в ингибиции ключевого фермента – ацетолактатсингтазы (АЛС), которая отвечает за синтез аминокислот с алкильными боковыми цепями; из-за её дефицита [2] нарушается синтез белков и нуклеиновых кислот, что вызывает замедление деления клеток и последующую гибель двудольного растения. У культурных растений, устойчивых к этим гербицидам, происходят метаболизация или конъюгация, приводящие к потере активности [3].

Сульфонилмочевинные гербициды обладают высокой эффективностью, избирательностью, системным продолжительным действием и низкой стойкостью в окружающей среде. Именно благодаря этому свойству они так широко применяются в сельском хозяйстве [4]. В силу выраженности гербицидного эффекта у данного класса соединений существует проблема фитотоксичности почвенного горизонта.

Аккумуляция остатков гербицидов почвой наносит значительный ущерб выращиваемым культурам. Сегодня производители активно применяют антидоты, сокращающие негативное влияние гербицидов на культуру. Действующие вещества хлорсульфурон и метсульфорон-метил группы сульфонилмочевины широко применяются в растениеводстве, обладают выраженной фитотоксичностью. Даже следовые количества этих гербицидов способны повреждать сахароносные, злаковые и бобовые культуры.

В ходе научно-исследовательской работы, целью которой являлось изучить влияние загрязнения опрыскивателя остаточными количествами сульфонилмочевины и имидазолиона на биопродуктивность сахарной свеклы, установлено, что гербициды-ингибиторы АЛС (титус, пульсар и др.) в незначительных количествах сдерживали увеличение биомассы растений, изреживали посев, уменьшали продуктивность культуры. Е.А. Дворянкин отмечает появление следующих симптомов: красная окантовка листьев, некроз тканей, увеличение толщины листьев, сильная деформация новых отрастающих листьев [5;6], что свидетельствует о нарушении роста и развития растения.

Один из методов «реабилитации» почв – это включение в почву адсорбентов и детоксикантов, купирующих следовые количества гербицидов и

продуктов их полураспада [7;8].

Для предпосевной обработки семян используют антидоты, главное свойство которых — пробуждение наследственной информации, отвечающей за защиту от чужеродных органических веществ. Н.Д. Чкаников совместно с коллегами провел серию исследований антидотных препаратов для защиты посевов от остатков сульфонилмочевин. Имеющаяся информация указывает на то, что наибольший эффект дает 1,8-нафталевый ангидрид. Инкрустация семян кукурузы, пшеницы, риса или сорго нафталевым ангидридом (НА) в дозе 0,5 вес. % по отношению к семенам существенно повышала устойчивость всех культур к хлорсульфорону. Предпосевная обработка семян рапса позволяла преодолевать 30%-ное подавление развития растений содержащимся в почве метсульфорон-метилом. В современном растениеводстве активно применяют новый антидот — фурилазол, который успешно апробирован при проращивании семян кукурузы: при дозе 25 г/т он проявлял антидотную активность [8].

В результате исследования микробной деградации модельной почвенной системы группы сульфонилмочевины (трибенурон-метила и метсульфорон-метила) при использовании бактерий-деструкторов штаммов Т5 и М1 О.С. Игнатовец, Т.И. Ахрамович, Е.В. Феськова и В.Н. Леонтьев установили, что трибенурон-метил в почве разлагается достаточно легко: через три недели его остаточное количество равно менее чем 30%, а через месяц он регистрируется в незначительных количествах. В процессе биодеградации трибенурон-метила в почве были обнаружены интермедианты, такие как сахарин и 2-гидрокси-4-метил-6-диметиламино-1,3,5-триазин, которые впоследствии быстро подвергались дальнейшим изменениям. Деградация метсульфорон-метила бактериями штамма М1 происходила медленно и довольно длительное время; интенсифицировать процесс деградации можно, применяя в качестве субстрата глюкозу и ацетат натрия [9].

Также авторы экспериментальным путем выделили и дали характеристику бактерий-деструкторов 2,4-дихлорфеноксикусной кислоты (2,4-Д) и пестицидов группы сульфонилмочевины, установив, что они являются представителями родов *Pseudomonas* sp. Д2, Д3, Д5, Д6, Д8, *Bacillus* sp. Д1, Д4, Д7. Данные эксперимента показывают, что в течение первых пяти суток деградация пестицида бактериями-деструкторами *Pseudomonas* sp. Д8 шла активно и составила порядка 73%. Дальнейшая деградация протекала медленно, и на седьмые сутки культивирования содержание 2,4-Д в среде составляло 15% от начальной концентрации.

Результаты исследований [7] по использованию цеолита природного и его модифицированных форм для снятия токсичности почвенных остатков гербицида метсульфорона-метила показали, что в суспензиях цеолитов с водным раствором МСМ только цеолит в кислой форме интенсифицирует процесс распада гербицида с конверсией до 93% за две недели. При норме гербицида в почве до 0,4 г/га цеолиты снижали фитотоксичность на 7,1-24,4%.

Итак, гербициды класса сульфонилмочевин чрезвычайно востребованы современным растениеводством. Однако продукты трансформации действующих веществ способствуют загрязнению почв остатками

сульфонилмочевин, тем самым нанося вред компонентам окружающей среды и культурным растениям. Важным фактором снижения фитотоксичности гербицидов является биооздоровление почв с использованием микроорганизмов, обладающих комплексным деструктивным, фитозащитным и ростостимулирующим действием, а также применение препаратов нового поколения.

Список литературы:

1. Белоедова, Н. С. Токсикологическая характеристика производных сульфонилмочевины / Н. С. Белоедова // IV Съезд токсикологов России : Сборник трудов, Москва, 06–08 ноября 2013 года / Под редакцией Г.Г.Онищенко и Б.А.Курляндский. – Москва: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ, 2013. – С. 561-562. – EDN SYIECN.
2. Применение микробных биотехнологий для устраниния в почве остатков гербицидов классов имидазолинонов и сульфонилмочевин (обзор) / О. В. Колотова, Е. Э. Нефедьева, И. Р. Грибуст [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2023. – № 4. – С. 16-27. – DOI 10.25750/1995-4301-2023-4-016-027.
3. Биологически активные соединения в ряду сульфонилмочевины / Ю. А. Кудрявец, В. Н. Леонтьев, Т. И. Ахрамович, С. В. Сорока // Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2010. – Т. 5, № 1. – С. 236-242. – EDN BQCVDZ.
4. Сульфонилмочевины: применение и получение / В. А. Силантьева, Е. В. Завьялова, А. А. Ермоловичева [и др.] // Теоретические и практические аспекты развития науки и образования в современном мире: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, София, Болгария, 20 мая 2021 года. – Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2021. – С. 7-11. – EDN IPSTDH.
5. Дворянкин, Е. А. Влияние загрязнения опрыскивателя остаточными количествами сульфонилмочевины и имидазолинона на продуктивность сахарной свеклы / Е. А. Дворянкин // Агрохимия. – 2021. – № 4. – С. 62-69. – DOI 10.31857/S0002188121040037. – EDN ТМИРТ.
6. Действие гербицида на основе бентазона и имазетапира на рост различных видов растений / М. В. Кравцов, Е. Э. Нефедьева, С. Л. Белопухов [и др.] // Бутлеровские сообщения. – 2025. – Т. 83, № 7. – С. 77-86. – DOI 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-7-77.
7. Экологические проблемы загрязнения почв остатками сульфонилмочевин и снятие их фитотоксичности с помощью модифицированных сорбентов / Ю. Я. Спиридовон, А. В. Пастухов, М. М. Ильин [и др.] // Почвы - стратегический ресурс России : Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, Сыктывкар, 22 апреля – 08 2021 года / Отв. редакторы С.А. Шоба, И.Ю. Савин. Том Часть 3. – Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. – С. 255-256. – EDN EFDJAT.
8. Пути снижения фитотоксичности остатков сульфонилмочевин в почве с

помощью антидотов / Н. Д. Чкаников, Ю. Я. Спиридонов, С. С. Халиков, А. М. Музафаров // Агрохимия. – 2020. – № 5. – С. 86-96. – DOI 10.31857/S0002188120050063. – EDN QFZQAB.

9. Повышение активности микроорганизмов-деструкторов пестицидов ряда сульфонилмочевины с целью интенсификации ремедиации загрязненных природных сред / О. С. Игнатовец, Т. И. Ахрамович, Е. В. Феськова, В. Н. Леонтьев // Актуальные проблемы экологии: Сборник научных статей по материалам XI международной научно-практической конференции Гродно, 05–07 октября 2016 года. – Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2016. – С. 30-32. – EDN HFXXVH.