



УДК 631.45

АЛЛЕЛОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ И ПОИСК МЕТОДОВ АЛЛЕЛОМЕЛИОРАЦИИ

Федотов.Г.Н.¹, Горепкин И.В.¹

¹Факультет почвоведения МГУ, Москва, Российская Федерация
gennadiy.fedotov@gmail.com

THE SOIL ALLELOTOXICITY AND SEARCHING FOR ALLELOMELIORATION METHODS

Fedotov G.N., Gorepekin I.V.

Soil Science Department, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Annotation: The results of experiments on the possible reducing the negative impact of soil allelotoxycity for cereals are presented. Received data show that soil allelotoxycity can be reduced by using a structural transition in the humus matrix of soil gels or by increasing in soils the number of microorganisms groups consuming allelotoxins.

Существование аллелопатического почвоутомления (аллелотоксичности почв) и его негативное влияние на развитие растений известно довольно давно. Оно обусловлено накоплением в почве аллелотоксинов из-за ее высокой сорбционной способности.

Наличие у почв аллелотоксичности является одним из главных факторов, во многих случаях ограничивающих выращивание сельскохозяйственных растений и сбор высоких урожаев. В этой связи проблема снижения аллелотоксичности почв является чрезвычайно важной для сельского хозяйства. Однако уделяют ей мало внимания. Аллелотоксичность почв не контролируют, полагая, что применение севооборотов гарантирует ее снижение ниже критического уровня.

Целью работы были проверка существования способов снижения аллелотоксичности почв и изучение природы ее снижения для почв Русской равнины.

Исследования проводили на семенах яровой пшеницы (*Triticum*) сорта Лиза, озимой пшеницы (*Triticum*) сорт Безенчукская 380, озимого тритикале (*Triticosecale*) сорт Немчиновский 56, ярового ячменя (*Hordeum*) сортов Нур и Раушан и озимой ржи (*Secale cereale*) сорт Татьяна.

В работе использовали образцы дерново-подзолистой почвы из окрестностей поймы р. Яхромы влажностью 18.1% (после зерновых), серой лесной почвы из Тульской области (Щекинский район) влажностью 21.6% (после зерновых), а также чернозема типичного из Липецкой области (Данковский район) влажностью 33.1% (после картошки).

Было изучено влияние различных воздействий на изменение длины проростков 7,5 г семян (~200 шт) при их прорастании в различных почвах. Длину проростков определяли, используя экспресс-метод, основанный на существовании линейной зависимости между насыщенным объемом проросших семян в воде и длиной их проростков (Федотов и др., 2019). Проросшие в образцах почв семена отмывали от субстрата и помещали порциями в мерный цилиндр на 100 мл с водой, размещенный на вибростол, колеблющемся с частотой 50 Гц. После помещения каждой порции проросших семян в цилиндр, которые создавали ажурную пористую структуру, на них на 15-20 секунд помещали небольшой грузик массой 8 г в виде резиновой пробки, что приводило к уплотнению структуры. После помещения всех проросших семян в цилиндр на них ставили грузик и проводили дополнительное уплотнение структуры легкими постукиваниями (30-40) цилиндра с семенами о стол. Все перечисленные



операции позволяли создать достаточно однородную структуру, а нижняя граница груза позволяла определять насыпной объем с точностью до 0.5 мл.

При проведении экспериментов по проращиванию семян на дно чашки диаметром 95 мм помещали 30 г почвы, затем ровным слоем размещали 7.5 г семян, а сверху – 30 г почвы. После этого в чашку равномерно добавляли из мерной пипетки воду в количестве, обеспечивающем оптимальные водно-воздушные условия прорастания семян. Использовали шестикратную повторность с последующей статистической обработкой результатов. В связи с использованием в одном опыте 1000-1200 семян удавалось минимизировать ошибку, связанную с разнокачественностью семян. В результате ошибка опыта не превышала 7% при 95% доверительной вероятности. Изменение токсикоза обработанных почв проводили относительно исходных почв.

Для обработки почв промораживанием образцы почв помещали в морозильную камеру при -22°C на 8 суток. Оттаивание образцов проводили при комнатной температуре. Автоклавирование образцов почв проводили в стеклянных колбах с ватными пробками в течение 20 минут при температуре 132°C и давлении 2 атм.

Молочную сыворотку с навозом вносили в почву в виде тщательно перемешанной суспензии при соотношении компонентов 800 : 80 : 24 – почва : сыворотка : навоз соответственно.

После внесения добавок тщательно перемешивали почвенные образцы и оставляли на необходимое время. Перед измерением почву с внесенными добавками подсушивали на воздухе до исходной влажности.

Для снижения количества живых микроорганизмов суспензию молочной сыворотки с навозом обрабатывали 5 минут ультразвуком на УЗ диспергаторе МЭФ 91.1 (ООО «МЭЛФИЗ – ультразвук»).

Результаты выражали в процентах стимуляции прорастания семян и развития их проростков в обработанных образцах почв по сравнению с контрольными образцами.

Из полученных данных следует, что автоклавирование почвенных образцов приводит к заметному снижению аллелотоксичности почв. При этом известкование почв не оказывают заметного влияния на величину аллелотоксичности, а промораживание на дерново-подзолистых почвах приводит к ее достоверному увеличению.

Большой интерес представляло изучение снижения концентрации аллелотоксинов за счет активации почвенных или внесенных в почву микроорганизмов, так как этот путь наиболее реален для внедрения. Активацию почвенных микроорганизмов уже существующих в почвах можно проводить, пропуская через почву электрический ток небольшой величины.

Из полученных данных следует, что обработка дерново-подзолистой почвы постоянным электрическим током приводит к незначительному снижению аллелотоксичности.

Значительно более перспективным выглядит снижение аллелотоксичности почв за счет внесения в них микроорганизмов, в частности, с навозом (Гродзинский и др., 1979). Поэтому была изучена кинетика изменения аллелотоксичности почв при внесении в них навоза, молочной сыворотки и их смесей. Из полученных данных следует, что максимальное снижение ингибирующей способности почв происходит через 2 недели после внесения в них содержащих микроорганизмы препаратов. Причем максимальный эффект на всех изученных почвах наблюдался для смеси навоза КРС с молочной сывороткой. Отметим, что на серой лесной почве прослеживается проявление синергизма – эффект от совместного внесения навоза КРС с молочной сывороткой примерно в 1,5 раза выше суммы эффектов от внесения в почву навоза и сыворотки.



Обращает на себя внимание то, что на всех изученных почвах после достижения максимального снижения аллелотоксичности, наблюдаемой через 2 недели, начинается рост ингибирующей способности почв. Для дерново-подзолистой почвы он происходит заметно быстрее, чем для чернозема и серой лесной почвы.

Для проверки влияния именно живых микроорганизмов на снижения почвенной аллелотоксичности внесли в почву суспензию навоза КРС в молочной сыворотке после обработки суспензии в течение 5 минут ультразвуком, снижающей численность живых микроорганизмов. В результате эффект детоксикации почвенного образца уменьшился почти в 3 раза.

Было также изучено влияние количества внесенного препарата (суспензии навоза КРС в молочной сыворотке) на снижение аллелотоксичности почв. Обнаружено, что величина эффекта детоксикации прямо пропорциональна количеству внесенного препарата.

Данные, полученные при изучении влияния автоклавирования почв на снижение их аллелотоксичности, нельзя объяснить разложением при повышенной температуре молекул аллелотоксинов, так как эти молекулы в воде при автоклавировании не разрушаются. Можно предположить, что при автоклавировании почвенных образцов происходит структурная перестройка органо-минеральной матрицы почв (структурный переход) (Федотов и др., 2014) с увеличением энергии связи аллелотоксинов с этой матрицей. Это объяснение подтверждается ростом аллелотоксичности в замороженных почвах. Дополнительным подтверждением влияния именно структурного перехода на снижение аллелотоксичности при автоклавировании является заметно большая аллелотоксичность водных вытяжек из воздушно-сухих почв по сравнению с водными вытяжками из влажных почв.

Можно также попытаться объяснить наблюдаемое при автоклавировании почв снижение их аллелотоксичности гибелью при такой обработке подавляющего числа почвенных микроорганизмов. После этого они начинают активно развиваться, используя аллелотоксины в качестве источника углерода. Однако проведенная проверка по обработке почв пероксидом водорода, которая тоже должна была вызвать массовую гибель микроорганизмов не подтвердила эту гипотезу – аллелотоксичность почв не снизилась.

Сильное влияние УЗ обработки суспензии навоза в молочной сыворотке на снижение аллелотоксичности почв при обработке их этой суспензией (уменьшение детоксицирующего эффекта) подтверждает ведущую роль живых микроорганизмов в снижении аллелотоксичности почв. По-видимому, внесение в почвы вместе с навозами или молочной сывороткой питательных и биологически активных веществ играет в этом случае второстепенную роль. Также подтверждает роль живых микроорганизмов снижение эффекта детоксикации почв пропорциональное снижению количества вносимых в почву живых микроорганизмов – суспензии навоза КРС с сывороткой.

Совокупность полученных данных по кинетике детоксикации почв после внесения в них суспензий навоза в воде и молочной сыворотке позволяет предположить, что внесенные в почвы микроорганизмы, содержащиеся в навозах и молочной сыворотке, либо погибают за две недели, либо теряют свою способность потреблять аллелотоксины. Рост же аллелотоксичности почв, наблюдающийся через две недели, по-видимому, обусловлен поступлением аллелотоксинов в ту энергетическую область их связывания, из которой они могут переходить в развивающиеся семена. Наличие подобного процесса в дерново-подзолистой почве и его заметно меньшая его величина, характерная для чернозема и серой лесной почвы, по-видимому, объясняются большей энергией активации структурного перехода в гумусовой матрице почвенных гелей для чернозема и серой лесной почвы.

Таким образом, снижать аллелотоксичность почв можно двумя способами:



- используя структурный переход в гумусовой матрице почвенных гелей и обеспечивая закрепление аллелотоксинов в почвах;
- увеличивая в почвах количество микроорганизмов, использующих аллелотоксины в качестве источников углерода.

Литература

1. Федотов Г.Н., Шоба С.А., Федотова М.Ф и др. (2019) Влияние аллелотоксичности почв на прорастание семян зерновых культур // Почвоведение, №4, 489-496.
2. Гродзинский А.М., Богдан Г.П., Головки Э.А. и др. (1979) Аллелопатическое почвоутомление. Киев: Наук. думка, 248 с.
3. Федотов Г.Н., Шоба С.А., Поздняков А.И. и др. (2014). Структурный переход в гумусой матрице почвенных гелей и его влияние на свойства почв // Почвоведение, №9, 1056-1067.