

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВЕ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

А.С. МОТОРИН,

доктор сельскохозяйственных наук,

Н.Г. МАЛЫШКИН,

кандидат сельскохозяйственных наук, Тюменская ГСХА

Ключевые слова: гербицид, биотестирование,
фитотоксичность, микробиологическая активность почвы,
агрофитоценоз.

Современные требования контроля состояния окружающей среды, в том числе агроэкосистем, связаны с ужесточением гигиенических нормативов, обуславливающих повышение качества методов идентификации вероятных поллютантов [5]. В приказе Минсельхоза РФ №357 от 10 июля 2007 г. в качестве обязательных процедур идентификации остатков пестицидов в объектах окружающей среды закреплены физико-химические и биологические методы.

На поведение и состояние гербицидов в почве и растениях влияет значительное число факторов, включая их физико-химические свойства [1, 2]. Многие из них обладают высокой стойкостью к деградации в почве и других объектах окружающей среды [4].

Цель и методика исследований

Цель исследования – изучить влияние остаточных количеств гербицидов на микробиологическую активность почвы и фитотоксичность на тест-объект.

Исследования проводили на опытном поле Тюменской ГСХА в 2005-2007 годах. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый с содержанием в 0,3-метровом слое: гумуса – 7,5%; рН – 5,0; N – NO₃ – 1,44; P₂O₅ – 7,7; K₂O – 9,3 мг/100 г почвы.

Изучали фитотоксическое действие максимально рекомендованных доз гербицидов, относимых к разным классам химических соединений: производные сульфонилмочевины, арилоксиуксусные и арилоксифеноксипропионовые кислоты, производные бензойной кислоты и баковые смеси препаратов.

Почву для оценки фитотоксичности и на микробиологический анализ отбирали на вариантах опыта с глубины 0,1 и 0,1-0,2 м через 3 дня после обработки и перед уборкой пшеницы.

В качестве тест-объекта на фитотоксичность почвы использовали семена кресс-салата. Фитотоксичность ус-



625003, г. Тюмень,
ул. Республики, 7;
тел. 8 (3452) 46-16-43

танавливали по количеству проросших семян, длине проростка и корня.

Качественный и количественный анализ микрофлоры проводили по общепринятым в почвенной микробиологии методикам [4].

Результаты исследований

Нами установлено, что фитотоксичность гербицидов в значительной мере зависит от погодных условий. Так, токсичность почвы через 3 дня после обработки (по количеству проросших семян) в 2005 году с температурой воздуха и осадками выше нормы на вариантах с применением производных сульфонилмочевины в слое 0,1 м была максимальной у Лограна (20%). В слое почвы 0,1-0,2 м она снижалась до 14%.

Снижение длины проростка относи-

***Herbicide, biotesting,
phytotoxicity,
microbiological activity of
soil, agrophytocenosis.***

тельно контрольного варианта было максимальным у Гранстара (26%) и Кросса (42,9%) (рис. 1).

В фазу полной спелости пшеницы токсичность по количеству проросших семян в верхнем слое (0,1 м) снижалась в 1,7-3,3 раза. На глубине 0,1-0,2 м она увеличивалась на вариантах с Гранстаром (на 2%) и Секатором (на 7%).

Снижение токсичности почвы в 0,1 м слое к завершению периода вегетации и увеличение её на глубине 0,1-0,2 м обусловлено двумя причинами: первая – разложение действующего вещества гербицида в течение периода вегетации под влиянием деятельности микрофлоры, вторая – миграция некоторой части действующего вещества из верхнего слоя почвы в нижние.

В условиях 2006 года с холодной и дождливой погодой токсичность почвы через 3 дня после обработки гербицидами (по количеству проросших семян) в сравнении с 2005 годом была ниже почти в два раза и составляла 2-14%. Длина проростка в слое почвы 0,1 м снижалась на 10-45%, а длина корня – на 11-20% с максимумом у Кросса. Перед уборкой пшеницы максимальная токсичность почвы в слое 0,1 м также была на варианте с Кроссом несмотря на её снижение на 17,2%.

Резкое снижение токсичности почвы в 2006 году по сравнению с предыдущим обусловлено главным образом промывным типом водного режима в связи с выпадением обильных осадков в течение вегетации.

В 2007 году при высокой температуре воздуха (22,9°C), почвы (20,4°C) и недостатке осадков за первую декаду июля (21,3 мм) токсичность по числу проросших семян в слое почвы 0,1 м составила 5-27% при максимуме на варианте с Гранстаром. В слое почвы 0,1-0,2 м токсичность Гранстара составила 30%. В условиях засухи длина проростка снижалась на 14,3-81%. Причём достоверное снижение длины наблюдалось на вариантах Логран (43%), Гранстар (52,4%), Гренч (76%), Кросс (81%). Максимально рекомендованная норма расхода Секатора не оказала фитотоксического действия на тестируемый объект.

Из производных арилоксиуксусных кислот в 2005 году (первый период учёта) максимальную фитотоксичность показал Эллант. Его остаточные количества в слое почвы 0,1 м снижали длину проростка на 1,5 см, что составляло 35,7% от контроля. На варианте, обработанном Фенфизом, длина проростка кресс-салата снижалась на 0,5 см (12%). На глубине 0,1-0,2 см фитотоксического действия не проявлялось и к завершению периода вегетации происходило увеличение длины проростка на обоих вариантах опыта (рис. 1).

В 2006 году фитотоксичность почвы (по снижению длины проростка) в 0,1 м слое на варианте с Эллантом была меньше по сравнению с 2005 годом, но также оставалась максимальной. Напротив, наблюдалось её увеличение после обработки Фенфизом в 2 раза. Слабое фитотоксическое действие в этот период на уровне 12% проявлялось в слое почвы 0,1-0,2 м.

В фазу полной спелости пшеницы токсичность (по длине проростка) снижалась в слое 0,1 м по Элланту в 1,3 раза (22%), а по Фенфизу – в 1,6 раза (13,9%). В слое 0,1-0,2 м уровень фитотоксичности гербицидов оставался прежним.

В условиях дефицита влаги и максимального прогревания почвы в 2007 году снижение фитотоксического действия (по длине проростка) за период вегетации происходило слабо и на варианте с гербицидом Эллант составило лишь 2,9%. Но Фенфиз увеличивал токсичность в слое 0,1-0,2 м, снижая длину проростка на 44,4%.

Токсичность Гепард экстра (по числу проросших семян) была максимальной в засушливых условиях (2007 год), достигая по горизонтам 0,1 (30%) и 0,1-0,2 (25%). Снижение длины проростка после обработки препаратом в годы исследований составило 40-43%. Причём в холодное и избыточно увлажнённое (2006 год) и засушливое (2007 год) лето наблюдалось фитотоксическое действие в слое почвы 0,1-0,2 м (соответственно 26,5 и 60%). Токсичность Гепард экстра к завершению периода вегетации снижалась на 4% в слое 0,1 м и возрастала на 8% в слое 0,1-0,2 м,

составляя 33%.

Снижение длины проростка, а, соответственно, и токсичность в годы исследований были максимальными в условиях засухи (2007 год) и к завершению периода вегетации происходило её возрастание на 5%. Снижение токсичности за период вегетации в 2,2 раза наблюдалось в благоприятные по температуре и влажности условия года (2005 год) и в 1,4 раза – при температуре в период вегетации ниже нормы и количестве осадков, превышающих её.

Из производных бензойной кислоты (2005 год) препараты Ковбой и Дифезан сдерживали прорастание семян кресс-салата на 8-14% в слое 0,1 м. Фитотоксичность Дифезана (по длине проростка) 21,4% и к завершению вегетации пшеницы на всех вариантах наблюдали снижение токсичности почвы.

В условиях 2006 года наблюдалось повышение токсичности почвы по влиянию на длину проростка у гербицидов Ковбой и Дифезан (27,5%). К завершению периода вегетации она снижалась в 1,4 раза.

Увеличение токсичности по числу проросших семян наблюдали в 2007 году. Она была максимальна у Ковбоя (71,4%). Длина проростка в этих условиях снижалась на 1,5-1,6 см, или 71,4% (Ковбой, Банвел) и 76,7% (Дифезан). В слое почвы 0,1-0,2 м фитотоксичность была меньше и составляла 10% (Ковбой, Банвел) и 40% (Дифезан). К фазе полной спелости пшеницы фитотоксичность (по числу проросших семян) снижалась на 5%, при этом увеличиваясь в слое почвы 0,1-0,2 м. Фитотоксическое действие на длину проростка к этому периоду снижалось незначительно, а у Банвела оставалось высоким (56,5%).

Из баковых смесей в 2005-2006 годах наибольшей токсичностью характеризовались Гренч + Кросс и Банвел + Логран. Снижение длины проростка составило 30 и 45% соответственно. В 2007 году смесь Гренч + Кросс показала самую высокую токсичность: на 55% снизилась прорастание семян и на 81% – длина проростка. В фазу полной спелости произошло увеличение токсичности в слое 10-20 см до 72%.

В засушливых условиях 2007 года снижение длины проростка на варианте Банвел + Логран составило 52,4%. К концу периода вегетации этот показатель снизился на 13,4%, но также обладал высоким уровнем фитотоксичности (39%).

Смесь Гепард экстра + Секатор увеличивала токсическое действие по годам: с 38% в благоприятные по метеорологическим условиям годы до 57% в условиях засухи. К завершению периода вегетации в годы исследований токсическое действие препарата на длину проростка снижалось, но в 2006 году оставалось высоким (38,9%).

В практике сельскохозяйственного производства используются смеси гер-

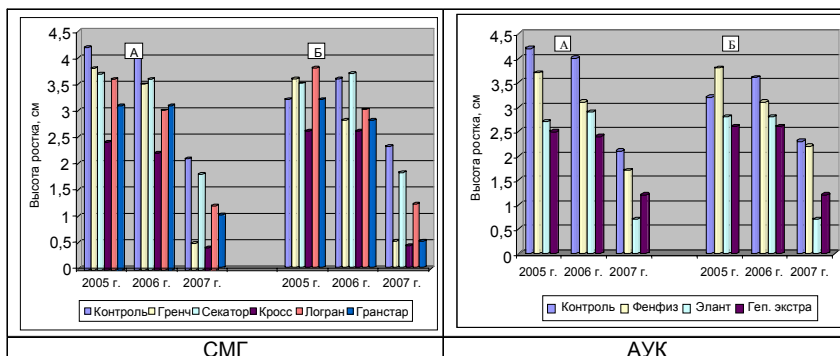


Рисунок 1. Изменение длины проростка после применения производных сульфониламочевины (СМГ) и арилоксиуксусных кислот (АУК)

(А – через 3 дня после обработки; Б – в фазу полной спелости пшеницы)

бицидов для повышения эффективности составляющих их компонентов. Поэтому необходимо оценить характер взаимодействия компонентов, составляющих смесь.

Используя расчетный метод Колби, была проведена количественная оценка совместного действия двух гербицидов на растения пшеницы. Сравнивая расчетные показатели с фактическими была установлена следующая зависимость: при среднесуточной температуре воздуха на момент обработки 15,8°C и количестве осадков на уровне нормы (20,5 мм), баковые смеси Гренч + Кросс и Банвел + Логран оказывали синергичное действие. Гербициды Гепард экстра + Секатор проявляли наблюдаемый выше эффект в более жестких условиях – при температуре 22,9°C и количестве осадков 21,3 мм. При температуре воздуха на момент обработки ниже нормы на 2,2°C и превышении осадков над нормой в 2 раза, а также обработке в поздние фазы развития культуры (конец кущения – начало выхода в трубку) компоненты смеси проявляют антагонистическое действие, отражающееся в снижении морфологических показателей растения и недоборе урожая.

Корреляционный анализ показал существование средней зависимости между температурой пахотного слоя почвы и фитотоксичностью ($r=0,54$). Увеличение температуры почвы и снижение в ней запасов влаги влечёт снижение деятельности микроорганизмов, а соответственно, и снижение процессов деградации гербицидов.

В наших исследованиях установлено, что при использовании гербицидов сульфонилмочевинной группы наблюдалось снижение численности аммонификаторов, актиномицетов и нитрификаторов. Но при этом на некоторых вариантах увеличивалась численность грибов (рис. 3).

Так, при использовании гербицида Кросс в пахотном слое почвы происходило снижение численности аммонификаторов (МПА) на 51,3%, актиномицетов (КАА) – на 24,6%, нитрификаторов – на 15,7%, а бактерий, использующих минеральный азот (КАА), – на 33,7%. Одновременно происходило увеличение численности грибов на 7,7% и целлюлозоразрушающих бактерий на 35,1%. Соответственно отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составило 2,80, что указывает на преобладание в пахотном слое почвы микроорганизмов, предпочитающих минеральные формы азота сложным органическим азотсодержащим веществам.

Гербицид Гренч, после обработки пшеницы поступаая в пахотный слой почвы, снижал численность аммонификаторов (МПА) на 33%, актиномицетов (КАА) – на 27,3%, нитрификаторов – на 29,6%, а бактерий, использующих минеральный азот (КАА), – на 14,2%. Кроме этого происходило снижение численности грибов на 11,7%. Численность цел-

люлозоразрушающих бактерий возрастала на 30%. Соответственно отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составило 2,63.

Под действием Секатора происходило снижение в почве численности аммонификаторов (МПА) на 12%, актиномицетов (КАА) – на 53%, нитрификаторов – на 3,7%, а бактерий, использующих минеральный азот (КАА), – на 42,2%. Численность целлюлозоразрушающих бактерий снижалась на 17,7%, а количество грибов возрастало на 29%. Отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составляло 1,35.

При обработке смесью Гренч + Кросс снизилась численность актиномицетов на 76,6% и бактерий, использующих минеральные формы азота (КАА). При этом увеличилась численность аммонификаторов (МПА) на 11% и грибов на 57%. Соответственно отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составляло 1,08.

Применение арилоксиусусных кислот оказывало неодинаковое действие на почвенную микрофлору в зависимости от применяемого гербицида из этого класса соединений. Так, при обработке Фенфизом снижалась численность бактерий, использующих минеральные формы азота (КАА), на 12%, грибов – на 14,8%, а нитрификаторов – на 5%. При этом возрастала численность аммонификаторов (МПА) на 18,5% и целлюлозоразрушающих бактерий на 37,4%.

Гербицид Эллант снижал численность

всех групп микроорганизмов (за исключением бактерий, разрушающих целлюлозу). Их численность возрастала на 32,3%. Снижение численности остальных групп микроорганизмов было следующим: аммонификаторы (МПА) – на 31,4%, бактерии КАА – на 22,4%, грибы – на 27%, актиномицеты – на 62,4% и нитрификаторы – на 23,4%. Соответственно отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составляло 2,32.

Использование Ковбоя из производных бензойных кислот снижало численность грибов на 56%, бактерий КАА – на 14,6% и бактерий нитрификаторов – на 5,2%. В противоположность этому возрастала численность аммонификаторов (МПА) на 6%, актиномицетов – на 58,5% и целлюлозоразрушающих бактерий – на 45,9%. При этом отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составляло 1,66.

Гербицид Дифезан снижал численность аммонификаторов (МПА) на 29,8%, актиномицетов (КАА) – на 42,2%, грибов – на 25%, а бактерий, использующих минеральный азот (КАА), – на 31%. Численность целлюлозоразрушающих бактерий возрастала на 30%. Отношение бактерий на КАА к числу бактерий на МПА составляло 2,02.

Выводы

1. При влажности почвы ниже оптимальной (<0,7 НВ) и высокой температуре воздуха (на 3,7-3,8°C выше нормы) токсичность гербицидов сохраняется в течение всего вегетационного периода. К моменту уборки урожая токсичность

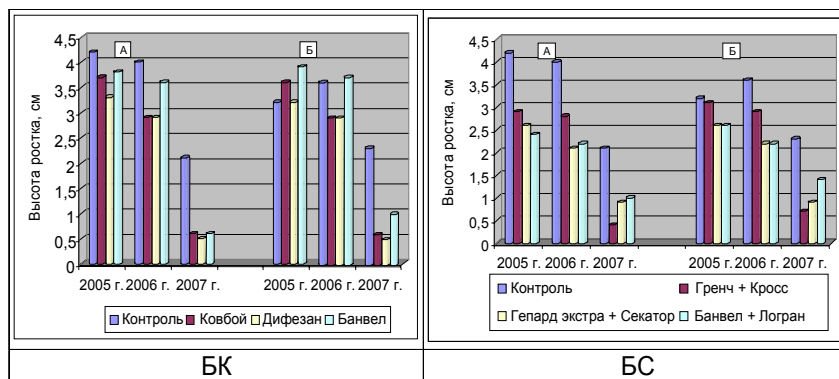


Рисунок 2. Реакция кресс-салата по изменению длины проростка после применения бензойных кислот (БК) и баковых смесей (БС) (А – через 3 дня после обработки; Б – в фазу полной спелости пшеницы)

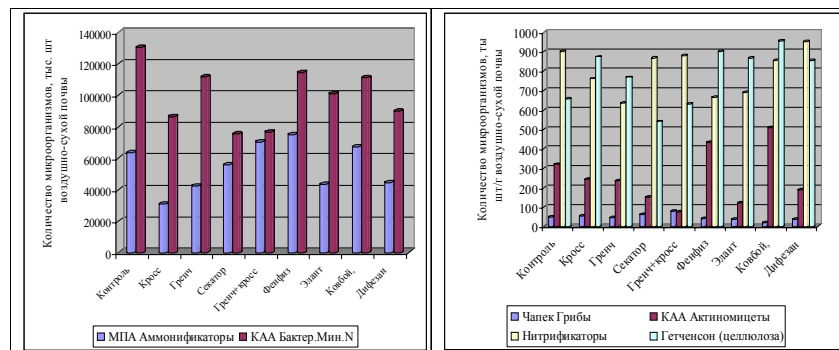


Рисунок 3. Изменение численности почвенных микроорганизмов при обработке гербицидами

Ветеринария

препаратов снижается очень слабо. Максимальный уровень фитотоксичности при разных метеоусловиях выявлен у Кросса (42,9-81%).

2. Применение гербицидов оказы-

вает жёсткое воздействие на население почвы. Даже однократное их применение вызывает хотя и обратимые, но существенные изменения в деятельности различных групп почвенно-

го населения. Они снижают численность агрономически ценных групп микроорганизмов (за исключением целлюлозоразрушающих бактерий) по всем исследуемым препаратам.

Литература

1. Елизаров А. В. Влияние свойств почв на экотоксичность пестицидов // Почвы – национальное достояние России : материалы IV съезда Докучаевского о-ва почвоведов. Новосибирск : Наука-центр, 2004. Кн. 1. С. 710.
2. Лунев М. И., Кретова Л. Г. Экологические аспекты применения гербицидов в растениеводстве. М. : ВНИИТЭИагропром, 1992. 48 с.
3. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М. : Изд-во МГУ, 1980. 224 с.
4. Спиридонов Ю. Я., Ларина Г. Е. Последействие гербицидов на основе метсульфурон-метила // Защита и карантин растений. 2006. № 3. С. 30.
5. Спиридонов Ю. Я., Ларина Г. Е., Шестаков В. Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М. : Печатный город, 2009. 252 с.