

Депонирующая способность торфяных почв различных стадий трансформации к гербицидам почвенного действия

Л. Н. Лученок¹, кандидат с.-х. наук, П. М. Кислушко², кандидат биологических наук, С. А. Арашкович², А. И. Пацевич¹

¹ Институт мелиорации

² Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 05.08.2020 г.)

В ходе исследований установлено, что торфяные почвы различных стадий трансформации сорбируют д. в. пендиметалин, метрибузин, имазамокс и с-метолахлор в 1,2–11,1 раз выше по сравнению с минеральными супесчаными. Депонирующая способность торфяных почв для д. в. метрибузин составила 80–95 %, пендиметалина – 90–98 %, имазамокса – 10–90 % и с-метолахлора – 69–94 % в зависимости от содержания органического вещества.

Введение

В связи с изменяющимися климатическими условиями, связанными с увеличением в регионе Полесья суммы активных температур до 2400–2500 °С (по данным метеостанции Полесский (Крестиново), стало возможным расширять набор кормовых культур – соя, кормовые бобы, подсолнечник и другие. Их возделывание требует применения гербицидов почвенного действия в дождливый период, что актуально для торфяных почв, характеризующихся повышенной засоренностью семенами как однолетних, так и многолетних сорных растений, которые, обладая высокой конкурентоспособностью, подавляют развитие культурных растений. Однако производители отмечают низкую эффективность гербицидов почвенного действия при применении их на торфяных почвах различных стадий трансформации, особенно с высоким содержанием органического вещества (ОВ).

В различных исследованиях установлено, что ведущим фактором, влияющим на адсорбцию гербицида, является ОВ почвы. Причем она возрастает с увеличением содержания ОВ или глины [1, 2]. Адсорбция также зависит от pH, температуры и влажности [3–5]. Связывание гербицидов органоминеральными компонентами почвы приводит к снижению фитотоксического эффекта, что требует увеличения норм расхода применяемых препаратов [3, 6, 7]. Кроме того, это влияет и на скорость деградации препаратов вследствие защиты молекул действующего вещества от микробного воздействия за счет физического блокирования доступа клеток микроорганизмов и ферментов к ним как субстрату [6]. Таким образом, при увеличении содержания органического углерода в почве их сорбционная способность возрастает, что влияет на эффективность препаратов и период последействия гербицида [8–12].

Целью наших исследований являлось установление депонирующей способности торфяных почв различных стадий трансформации к действующим веществам (д. в.) метрибузин, пендиметалин, имазамокс и с-метолахлор как представителям различных групп химических веществ, широко применяемых в составе гербицидов почвенного действия.

The peat soils of different transformation stages sorb pendimetalin, metribuzine, imazamox and c-metolachlor 1,2–11,1 times higher compared to mineral sandy loamy. Peat soil depositing capacity for metribuzin was 80–95 %, pendimethlin – 90–98 %, imazamox – 10–90 % and c-metolachlor – 69–94 % depending on organic matter content.

Методика и условия проведения исследований

Для исследований были выбраны д. в. метрибузин, пендиметалин, имазамокс и с-метолахлор, представляющие 4 основные группы химических соединений: триазины, динитроанилины, имидазолины и хлорацетамиды. Другие действующие вещества, входящие в эти группы, характеризуются идентичными свойствами и поведением в почве.

Д. в. метрибузин (неполярные молекулы): группа по химическому строению – триазины (асимметричные триазины). Из-за своего строения имеет хорошее сродство с ОВ почв. Время полураспада в почве (DT₅₀) составляет в весенний период 5,3–17,7 дней, время, за которое распадается 90 % вещества (DT₉₀), находится в пределах 17,6–95 дней [13].

Д. в. пендиметалин (имеет полярные – NO₂-группы при ароматическом ядре): группа – динитроанилины, характеризуется как среднеустойчивый гербицид. DT₅₀ составляет 27–186 дней, DT₉₀ – до 365 дней [14].

Д. в. имазамокс: группа – имидазолины. DT₅₀ составляет в весеннее время 4,5–41 день, DT₉₀ – в пределах 15–138 дней [15].

Д. в. с-метолахлор относится к группе хлорацетамиды (производные аминокислот). DT₅₀ – 11–31 сутки (неустойчивый), DT₉₀ – до 140 суток [16].

Для оценки депонирующей способности только самих торфяных почв различных стадий трансформации без участия растений были проведены модельные эксперименты в колоннах высотой 200 мм, состоящие из колец по 25 ± 0,05 мм. Почва торфяная с содержанием ОВ: 10 ± 5 % (минеральные остаточные и постторфяные почвы), 45 ± 5 % (торфяно-минеральные почвы) и 75 ± 5 % (агроторфяные). В качестве эталона выбрана минеральная супесчаная почва с содержанием ОВ 3 %. Для исследований взяты препараты, содержащие в своем составе исследуемые д. в., в двух нормах расхода – максимально (max) и двумасимально (2 max), рекомендованных для применения в Республике Беларусь, соответственно: Лазурит, СП – 1,4 кг/га и 2,8 кг/га; Стомп, 33 % к. э. – 6 л/га и 12 л/га; Пульсар SL, ВР – 1 л/га и 2 л/га; Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га и 3,2 л/га. Содержание

гербицидов определяли в почве в каждом кольце через 1, 40 и 110 суток после применения. Условия увлажнения смоделированы по результатам анализа погодных условий в регионе Полесья.

Количественную оценку проводили методом газожидкостной хроматографии [17–20], при этом в ряде случаев методы были адаптированы для анализа с учетом фактического содержания ОВ в образцах.

Результаты исследований и их обсуждение

Эффективность действия гербицида почвенного действия определяется степенью связывания его молекулы с ОВ почвы и количеством действующего вещества, находящегося в почвенном растворе. Например, молекулы действующих веществ, относящихся к динитроанилинам, ковалентно связываются с ОВ, что приводит к стабильному, практически необратимому включению гербицида и его продуктов распада в структуры гуминовых кислот. Поэтому высокое содержание ОВ в почве может практически полностью инактивировать применяемый гербицид. Так, в ходе проведенных экспериментов было установлено, что в первые сутки после применения д. в. пендиметалин на 92–99 % сорбируется торфяными почвами. Причем при увеличении нормы расхода в 2 раза депонирующая способность не изменяется. Этот показатель в 1,3–1,4 раза выше, чем в супесчаных почвах (рисунок).

Депонирующая способность торфяных почв к д. в. метрибузин составляет 81–97 % в зависимости от содержания ОВ и применяемой нормы. Отмечено, что при повышении нормы расхода препарата эта величина снижается с уменьшением содержания ОВ, а при содержании ОВ ~10 % становится сопоставима с депонирующей способностью минеральной супесчаной почвы, что, возможно, связано с насыщением гуминовых веществ молекулами метрибузина. В остальных случаях она в 1,1–1,2 раза выше, чем в минеральных почвах.

По отношению к д. в. имазамокс депонирующая способность торфяных почв находится в пределах 11–89 % в зависимости от содержания ОВ и нормы расхода, что в 2–16,7 раза выше по сравнению с этим показателем в минеральных супесчаных почвах (рисунок).

Д. в. с-метолахлор сорбируется в торфяных почвах на 70–94 %, что в 1,3–1,7 раза выше, чем в супесчаных. Отмечено снижение депонирующей способности по мере увеличения нормы расхода (аналогично, как и с д. в. метрибузин).

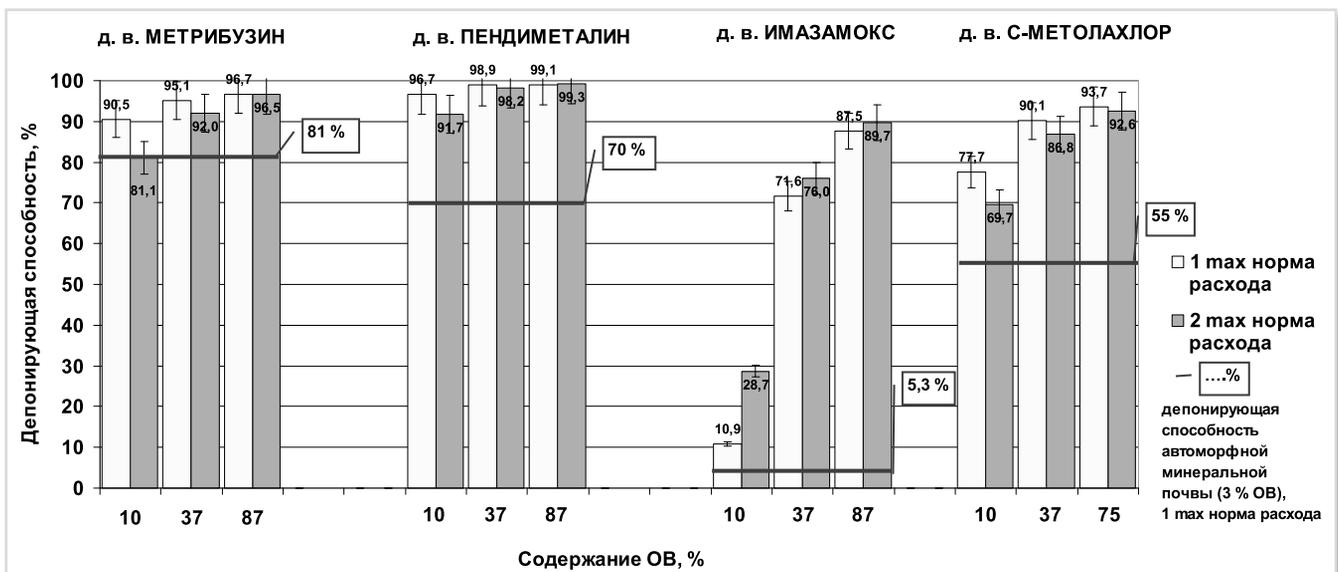
Если в первые сутки после внесения препаратов в почву мы оцениваем именно их сорбцию молекулами ОВ, то в последующие сутки начинаются процессы деградации за счет различных био- и химических процессов. Кроме того, сорбированные на ОВ почвы действующие вещества при определенных условиях могут переходить в почвенный раствор и мигрировать по профилю.

На 40 сутки после внесения отмечено снижение содержания действующих веществ. На 110 сутки содержание метрибузина снижается по сравнению с начальной концентрацией в 2,8–24 раза, пендиметалина – в 2,5–11 раз, имазамокса – в 2,4–25 раз, с-метолахлора – в 2,6–5,3 раза. Оставшиеся количества д. в. в пахотном слое не проявляют фитотоксического действия на последующие культуры (таблица).

Заключение

Торфяные почвы различных стадий трансформации обеспечены высоким содержанием ОВ, поэтому они хорошо сорбируют действующие вещества различной природы, в частности, входящие в состав гербицидов почвенного действия и относящиеся к группам триазины, динитроанилины, имидазолиноны и хлорацетамиды. Депонирующая способность таких почв для различных групп исследуемых веществ (на примере д. в. пендиметалин, метрибузин, имазамокс и с-метолахлор) находится в пределах 69–98 %, что в 1,2–11,1 раза выше по сравнению с минеральными супесчаными. Увеличение нормы расхода применяемых препаратов не повышает их содержание в почве.

Таким образом, применение гербицидов почвенного действия с д. в., относящимися к триазинам, имидазолинонам и хлорацетамидам, целесообразно только на торфяных почвах с содержанием ОВ менее 20 % (минеральных остаточно-торфяных и постторфяных). Применение препаратов с д. в., относящимся к дини-



Депонирующая способность торфяных почв различных стадий трансформации к почвенным гербицидам при различных нормах расхода

троанилинам, на торфяных почвах различных стадий трансформации нецелесообразно.

Литература

1. Лебедева, Г. Ф. Поведение триазинов в почве / Г. Ф. Лебедева, З. А. Шустрова // Проблемы сельскохозяйственной науки в Московском Университете. – М., МГУ, 1975. – С. 292–295.
2. Сюняев, Х. Х. Радиоиндикаторное исследование трансформации и миграции симазина в почвах подзолистого и черноземного типов: автореф. ... канд. биол. наук: 06.01. 03 / Х. Х. Сюняев. – М., 1984. – 15 с.
3. Helling, C. S. Persistence and leaching of atrazine, alachlor, and cyanazine under no-tillage practices. / C. S. Helling, W. Zhuang, T. J. Gish // Chemosphere. – 1988. – Vol. 17. – P. 175–187.

Количество действующих веществ метрибузин, пендиметалин, имазамокс и с-метолахлор, определяемых в торфяных почвах различных стадий трансформации на 40 и 110 сутки после внесения

Содержание ОВ, %	Стартовая концентрация д. в., мг/кг		Нормы расхода препарата			
			тах		2 тах	
	при тах норме расхода	при 2 тах норме расхода	количество определяемого д. в.			
			мг/кг	%*	мг/кг	%*
40 сутки						
д. в. метрибузин						
10	3,6	7,2	0,226	6,3	0,880	12,3
37	7,8	15,6	0,243	3,1	0,730	4,7
87	13,8	27,6	0,203	1,5	0,430	1,6
д. в. пендиметалин						
10	7,2	14,4	0,193	2,7	0,770	5,3
37	15,7	31,4	0,088	0,6	0,345	1,1
87	27,8	55,6	0,120	0,4	0,213	0,4
д. в. имазамокс						
10	0,15	0,30	0,106	72,7	0,150	51,4
37	0,32	0,64	0,091	28,7	0,088	13,9
87	0,56	1,12	0,067	11,9	0,067	6,0
д. в. с-метолахлор						
10	5,60	11,20	0,801	14,3	1,225	10,9
37	12,18	24,36	0,746	6,1	1,046	4,3
75	18,52	37,04	0,566	3,1	0,889	2,3
110 сутки						
д. в. метрибузин						
10	3,6	7,2	0,014	0,4	0,290	4,1
37	7,8	15,6	0,070	0,9	0,247	1,6
87	13,8	27,6	0,160	1,2	0,133	0,5
д. в. пендиметалин						
10	7,2	14,4	0,178	2,5	0,256	1,8
37	15,7	31,4	0,022	0,1	0,115	0,4
87	27,8	55,6	0,051	0,2	0,068	0,1
д. в. имазамокс						
10	0,15	0,30	0,011	7,5	0,047	16,1
37	0,32	0,64	0,005	1,6	0,033	5,2
87	0,56	1,12	0,003	0,5	0,021	1,9
д. в. с-метолахлор						
10	5,60	11,20	0,468	8,4	0,637	5,7
37	12,18	24,36	0,398	3,3	0,508	2,1
75	18,52	37,04	0,214	1,2	0,276	0,7

Примечание – *Процент от первоначально внесенного количества действующего вещества.

4. Schiavon, M. Studies of the Leaching of Atrazine, of Its Chlorinated Derivatives, and of Hydroxyatrazine from Soil Using ¹⁴C Ring-Labeled Compounds under Outdoor Conditions. / M. Schiavon // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 1988. – Vol. 15. – P. 46–54.
5. Tutarli, A. Determination of trifluralin and chloridazon residues in agricultural lands in Elazig Province. / A. Tutarli, M. Cici, S. Celik // *Environ. Technol.* – 1995. – Vol. 16. – P. 995–1000.
6. Barriuso, E. Incorporating Nonextractable Atrazine Residues into Soil Size Fraction as a Function of Time. / E. Barriuso, W. C. Koskinen // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 1996. – Vol. 60. – P. 150–157.
7. Smith, A. E. Loss of Trifluralin from Clay and Loam Soils Containing Aged and Freshly Applied Residues. / A. E. Smith, A. J. Aubin, D. A. Derksen // *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* – 1988. – Vol. 41. – P. 569–573.
8. Senesi, N. Adsorption mechanisms of s-triazine and bipyridylum herbicides on humic acids from hop field soils / N. Senesi, V. D'Orazio, T. M. Miano // *Geoderma*. – 1995. – Vol. 66, Issues 3–4. – P. 273–283.
9. Sposito, G. Atrazine Complexation by Soil Humic Acids / G. Sposito, L. Martinetto, A. Yang // *J. Environ. Quality*. – 1996. – Vol. 25. – P. 1203–1209.
10. Захаров, С. А. Биологическая активность и экологические последствия применения имидазолиновых гербицидов в посевах зернобобовых культур: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / С. А. Захаров. – Большие Вяземы, 2003. – 25 с.
11. Петрашкевич, Н. В. Остаточные количества пендиметалина в сельскохозяйственных культурах и почве / Н. В. Петрашкевич, М. Ф. Заяц, П. М. Кислушко // *Защита растений*: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений»; редкол.: Л. И. Трешко [и др.]. – Несвиж, 2011. – Вып. 35. – С. 304–310.
12. Горина, И. Н. Дegradация гербицидов почвенного действия в посевах подсолнечника / И. Н. Горина, Л. М. Паталаха // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 6. – С. 21–22.
13. Пестициды, окружающая среда и регулирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rupest.ru/ppdb/metribuzin.html> – Дата доступа: 16.01.2020.
14. Пестициды, окружающая среда и регулирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rupest.ru/ppdb/pendimethalin.html>. – Дата доступа: 16.01.2020.
15. Пестициды, окружающая среда и регулирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rupest.ru/ppdb/imazamox.html>. – Дата доступа: 16.01.2020.
16. Пестициды, окружающая среда и регулирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rupest.ru/ppdb/s-metolachlor.html>. – Дата доступа: 16.01.2020.
17. Временные методические указания по определению стоппа в воде, почве и растительных объектах методами газожидкостной и тонкослойной хроматографии и УФ-спектрофотометрии // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М., 1984. – С. 167–181.
18. Определение остаточных количеств метрибузина в воде, почве, клубнях картофеля, плодах томатов, зерне кукурузы, семенах и масле сои методом газожидкостной хроматографии. Методические указания МУК 4.1.1405–03. Дата введения 30.06.2003 г.
19. Кислушко, П. М. Определение остаточных количеств С-метохлафора в растительном материале, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П. М. Кислушко, С. А. Арашкович // *Защита растений*: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: «Колорград», 2019. – Вып. 43. – С. 310–317.
20. Кислушко, П. М. Определение остаточных количеств имазамокса в растениях гороха, почве и воде методом газожидкостной хроматографии / П. М. Кислушко, С. А. Арашкович // *Защита растений*: сб. науч. тр./ РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2017. – Вып. 41. – С. 287–295.

УДК 635.1/.8:551.58(476)

Стратегия развития отрасли овощеводства Республики Беларусь в условиях изменения климата

*А. И. Чайковский, кандидат с.-х. наук
Институт овощеводства*

(Дата поступления статьи в редакцию 15.08.2020 г.)

В статье изложены результаты многолетней работы ученых Института овощеводства по поиску путей адаптации овощеводства к изменяющимся климатическим условиям Республики Беларусь.

Введение

Последствия изменения климата в Беларуси (теплые зимы, раннее наступление весенних процессов, увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, увеличение повторяемости засух, продолжительности и интенсивности периодов экстремальной жары, высоких температур воздуха и др.), начиная с 1989 г., оказывают существенное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Изменение климата приводит как к отрицательным, так и положительным последствиям с точки зрения сельскохозяйственного производства [1, 2, 3].

Рост теплообеспеченности в определенных пределах способствует расширению и улучшению структуры растениеводства, но при значительном росте среднегодовой

The article presents the results of many years of work by scientists Institute vegetable growing to find ways to adapt vegetable growing to the changing climatic conditions of the Republic of Belarus.

температуры хозяйства в южных и восточных районах Республики Беларусь уже сталкиваются с проблемой недостаточной влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, пересыханием пахотного слоя почвы и другими проявлениями засух. В результате смещения агроклиматических зон в северном направлении на значительные расстояния требуется перестройка всех систем ведения сельского хозяйства [1, 2, 3].

Основная часть

Овощные культуры более требовательны к влаге по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами. Значительные изменения климата, зарегистрированные за последние десятилетия, демонстрируют жизненно важное значение использования генотипов