

УДК 632.954:633.41

ДИНАМИКА ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С. И. КОВРИГО

(Кафедра химических средств защиты растений)

Продолжительность сохранения и передвижение гербицидов в почве зависят от многих факторов: дозы и свойств самих препаратов, метеоусловий, адсорбционных свойств почвы, ее биологической активности, механического состава и др. [1, 3, 6—8, 10, 11, 14] и, видимо, поэтому в литературе можно встретить противоречивые данные по этому вопросу. Так, в одних случаях не отмечалось миграции ТХА, эптама и ленацила (гексилура) глубже 10 см [1, 4, 6—11, 14], в других они были обнаружены в более глубоких слоях почвы [2—4, 6, 10, 11, 14]. Различаются также сведения о детоксикации гербицидов, их остатках в почве и растениях в конце вегетации [1, 3, 4, 6—8, 10, 14]. Следовательно, инактивацию гербицидов следует изучать в конкретных почвенно-климатических условиях.

В наших опытах в течение трех лет на типичных мощных черноземах Тамбовской области изучалась динамика разложения и передвижения в почве эптама, ронита (этсана), ТХА, гексилура, бетанала и лонтрела, а также определялись их остаточные количества в корнеплодах и ботве сахарной свеклы.

Условия и методика

Полевые опыты проводились в 1978—1980 гг. на Тамбовской областной сельскохозяйственной опытной станции. Почва опытного участка — типичный мощный тяжелосуглинистый чернозем. Содержание гумуса в пахотном горизонте по Тюрину 7,8—8,0 %, $pH_{сол}$ 5,5—6,2, гидролитическая кислотность по Каппену — 3,8—4,4 мг-экв, сумма поглощенных оснований по Каппену — Гильковицу — 44—46 мг-экв на 100 г, содержание общего азота по Кьельдалю — 0,37—0,40 %, P_2O_5 по Чирикову — 11—14 мг, K_2O по Масловой — 28—33 мг на 100 г, степень насыщенности основаниями — 90—92 % [13].

Вегетационные периоды 1978 и 1980 гг. характеризовались несколько пониженной температурой воздуха (особенно в 1978 г.) и повышенным количеством осадков (особенно 1980 г.). 1979 год отличался недостатком влаги в первой половине вегетации и повышенной температурой воздуха в течение всего ее периода.

В опытах использовались следующие гербициды: 77 % концентрат эмульсии эптама; 74 % концентрат эмульсии ронита

(72 % к.э. этсана — в 1979 г.); 87 % растворимый порошок ТХА; 80 % смачивающийся порошок гексилура; 16,7 % концентрат эмульсии бетанала; концентрат эмульсии лонтрела — 300 г активного вещества в 1 л препарата (все нормы препаратов даны по действующему веществу и приведены в табл. 1 и 2).

Обработку проводили с помощью ручного ранцевого опрыскивателя АО-2. Эптам, ронит (этсан), ТХА и гексилур вносили под предпосевную культивацию, обеспечивающую их заделку в почву на глубину 5—8 см (расход рабочей жидкости 500 л/га), бетанал и лонтрел — по всходам в фазу 2—3-й пары настоящих листьев у свеклы (250 л/га).

Размер опытной делянки 50 м², расположение рендомизированное, повторность 4-кратная. Сахарную свеклу Ялтушковскую односемянную (1978—1979 гг.) и Рамонскую односемянную 09 (1980 г.) сеяли свекловичной сеялкой ССТ-12А из расчета 10—18 клубочков на 1 пог. м. Ширина междурядий 45 см. Агротехника не отличалась от принятой в хозяйстве.

Почвенные и растительные образцы отбирались через 1 и 2 мес после применения гербицидов и перед уборкой урожая по слоям 0—5, 5—10 и 10—20 см. Средний почвенный образец составляли путем отбора почвы в 5 местах на каждой повторности варианта. Образец высушивали, размалывали и просеивали через сито 2 мм. Остаточные количества эптама, ронита (этсана) ТХА, гексилура, бетанала и лонтрела определяли методом тонкослойной и газофазной хроматографии [12].

Результаты и их обсуждение

Все гербициды, кроме гексилура, через месяц после их применения разлагались в почве на 63—84 %, гексилур — на 39—51 %. В дальнейшем эптам, ронит (этсан) бетанал и лонтрел инактивировались несколько быстрее, чем ТХА и гексилур. К моменту уборки урожая эти препараты в почве либо не были найдены совсем, либо обнаруживались в незначительных количествах. Из всех гербицидов наиболее интенсивно разлагались в почве ронит (этсан) и эптам, затем бетанал, лонтрел и ТХА, меньшая скорость детоксикации была у гексилура (табл. 1).

Ронит (этсан) и эптам малоподвижны в почве, основная масса их задерживалась

Динамика остаточных количеств гербицидов в почве
(мг на 1 кг воздушно-сухой почвы)

Годы	Через 1 мес			Через 2 мес			Перед уборкой		
	слой почвы, см								
	0—5	5—10	10—20	0—5	5—10	10—20	0—5	5—10	10—20
Эптам, 6 кг/га (4,92 мг/кг)									
1978	1,2	0,5	Н/о	0,6	0,2	Н/о	0,1	0,05	Н/о
1979	1,4	0,6	»	0,8	0,4	0,1	0,2	0,10	»
1980	1,0	0,4	»	0,4	0,1	Н/о	Сл.	Сл.	»
Ронит (этсан), 6 кг/га (4,92 мг/кг)									
1978	1,0	0,3	Н/о	0,3	0,1	Н/о	Сл.	Н/о	Н/о
1979	1,2	0,4	»	0,5	0,2	»	»	»	»
1980	0,8	0,2	»	0,1	Н/о	»	Н/о	»	»
ТХА, 12 кг/га (9,84 мг/кг)									
1978	3,2	0,6	0,1	0,6	0,8	0,4	0,2	Сл.	Н/о
1979	3,5	0,3	Сл.	1,5	1,0	0,3	0,5	0,8	Сл.
1980	3,0	0,8	0,2	0,2	0,3	0,6	0,1	Сл.	Н/о
Гексилур, 2 кг/га (1,64 мг/кг)									
1978	0,9	0,15	Н/о	0,60	0,10	Н/о	0,20	0,05	Н/о
1979	1,0	0,20	»	0,75	0,15	»	0,25	0,10	»
1980	0,8	0,10	»	0,50	0,05	»	0,05	Н/о	»
Бетанал, 1 кг/га (0,82 мг/кг)									
1978	0,25	0,15	Н/о	0,15	0,05	Н/о	Сл.	Н/о	Н/о
1979	0,30	0,20	»	0,20	0,10	»	»	»	»
1980	0,20	0,10	»	0,10	Сл.	»	Н/о	»	»
Лонтрел, 0,1 кг/га (0,08 мг/кг)									
1978	0,025	0,010	Н/о	Сл.	Сл.	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
1979	0,030	0,015	»	0,010	»	»	»	»	»
1980	0,020	0,010	»	Сл.	»	»	»	»	»

П р и м е ч а н и е. Н/о — не обнаружено, Сл. — следы.

в слое 0—5 см, т. е. там, куда они и были внесены. В 1978 г. через месяц после применения этих препаратов здесь оставалось 20—24 % внесенного их количества, в 1979 и 1980 гг. — 24—28 и 16—20 %. В конце вегетации ронит (этсан) практически полностью инактивировался в верхнем слое, а эптама оставалась в 1978 г. только около 2 % исходного количества, в 1979 г. — около 4 % (табл. 1).

Под влиянием большого количества осадков препараты перемещались в слой 5—10 см, а в июле 1979 г. эптам был обнаружен в слое 10—20 см, но к концу вегетации полностью там разложился. Во влажном 1980 г. данные препараты разлагались несколько быстрее.

В растениях сахарной свеклы содержание ронита и эптама в июне было незначительным — соответственно 0,1—0,2 и 0,1—0,3 мг на 1 кг воздушно-сухой массы, т. е. уже в первой половине вегетации их количества были меньше ДОК (0,3 и 0,05 мг на 1 кг сырой массы). В более поздние сроки данные препараты вообще не обнаруживались в растительном материале (табл. 2). Подобные результаты определения остаточных количеств ронита и эптама имеются в литературе [3, 5, 6—8, 14].

Основная масса бетанала и лонтрела

разлагалась в почве также в течение месяца: по годам опыта соответственно на 70, 63 и 75 %. Эти гербициды не перемещались глубже 10 см, а располагались в основном в слое 0—5 см. К концу вегетации они полностью инактивировались; во влажном 1980 г. разлагались чуть быстрее.

В середине вегетации в ботве свеклы найдено от 0,1 до 0,2 мг бетанала на 1 кг воздушно-сухой массы, в корнеплодах он отсутствовал. В дальнейшем препарат не обнаруживался в растениях. Содержание лонтрела в июле в ботве было несколько выше, чем в корнеплодах, в августе при общем снижении оно оказалось более высоким в корнях, а к уборке урожая гербицид не был найден ни в основной, ни в побочной продукции (табл. 2).

Основная масса ТХА, как и других гербицидов, инактивировалась в течение месяца: на 68, 65 и 70 % соответственно по годам опыта. Через месяц наибольшее количество ТХА находилось в слое почвы 0—5 см, а в 1979 г. он обнаруживался в слое 5—10 см вплоть до уборки (1 мг/кг). Через 2 мес, в 1978 г., максимальное количество ТХА находилось в слое 5—10 см, в 1980 г. — в слое 10—20 см, т. е. препарат вымывался в нижние слои. Одновременно происходило и его разложение. В указанные годы к концу вегетации ТХА

Динамика остаточных количеств гербицидов в растениях сахарной свеклы
(мг на 1 кг воздушно-сухой массы)

Годы	Через 1 мес		Через 2 мес		Перед уборкой		ДОК, мг на 1 кг сырой массы
	ботва*	корни	ботва	корни	ботва	корни	
Эптам							
1978	0,2	—	—	Сл.	—	Н/о	0,05
1979	0,3	—	—	»	—	»	
1980	0,1	—	—	Н/о	—	»	
Ронит (этсан)							
1978	0,1	—	—	Н/о	—	Н/о	0,3
1979	0,2	—	—	»	—	»	
1980	0,1	—	—	»	—	»	
ТХА							
1978	0,5	—	—	Сл.	Н/о	Н/о	0,01
1979	0,6	—	—	0,1	»	»	
1980	0,4	—	—	Н/о	»	»	
Гексилур							
1978	0,20	—	—	0,15	0,15	Н/о	0,5
1979	0,25	—	—	0,20	0,35	0,1	
1980	0,15	—	—	0,10	0,05	Н/о	
Бетанал							
1978	0,15	Н/о	Сл.	Сл.	Н/о	Сл.	0,2
1979	0,20	»	»	»	»	»	
1980	0,10	»	Н/о	Н/о	»	Н/о	
Лонтрел							
1978	0,12	0,04	0,06	0,02	Н/о	Н/о	—
1979	0,18	0,06	0,10	0,04	Сл.	Сл.	
1980	0,08	0,02	0,02	Сл.	Н/о	Н/о	

* Остаточные количества эптама, ронита (этсана), ТХА и гексилура определялись в целых растениях.

в верхнем слое почвы оставалось всего 0,1—0,2 мг/кг, т. е. значительно меньше, чем в 1979 г. В засушливых условиях 1979 г. ТХА инактивировался медленнее и меньше мигрировал по профилю почвы.

В начале вегетации (июнь) содержание ТХА в растениях свеклы достигало 0,4—0,6 мг на 1 кг воздушно-сухой массы. Позднее он не был обнаружен ни в ботве, ни в корнеплодах. Только в июле 1979 г. в корнях содержалось 0,1 мг ТХА на 1 кг (табл. 2).

Гексилур разлагался в почве менее интенсивно. Через месяц после его применения инактивировалось по годам опыта 45, 39 и 51 % первоначального количества. Во влажном 1980 г. он инактивировался быстрее и к уборке в верхнем слое почвы оставалось его всего 3 %, в 1978 и 1979 гг. соответственно 12 и 15 %.

Гексилур в отличие от ТХА и эптама не перемещался глубже 10 см, причем содержание его в слое 5—10 см было незначительным. Подобные результаты получены в других опытах [4, 8, 11].

В июне в растениях содержалось 0,15—0,25 мг гексилура на 1 кг воздушно-сухой массы, в июле в корнях — 0,1—0,2 мг/кг. Ко времени уборки урожая содержание препарата в растениях было гораздо мень-

ше ДОК (в пересчете на воздушно-сухую массу).

Выводы

1. Наиболее интенсивно инактивация гербицидов в почве происходила в первый месяц после их применения. Практически полностью за сезон разлагались ронит (этсан), бетанал и лонтрел. В сухие годы в незначительных количествах оставался в почве эптам.

2. Несмотря на относительно высокую норму применения, сравнительно быстро детоксицировался ТХА. Гексилур был более стабилен, и в засушливые годы к концу вегетации его содержание в почве составляло 0,05—0,25 мг/кг, что не представляет опасности для последующих культур севооборота, высеваемых через 6—7 мес после уборки свеклы.

3. В характере детоксикации гербицидов по годам больших различий не наблюдалось. Однако в 1979 г. вследствие почвенной и воздушной засухи разложение препаратов протекало медленнее.

4. Основная масса гербицидов размещалась в самом верхнем слое почвы (0—5 см), только ТХА был более подвижен. Незначительные количества эптама были

обнаружены на глубине до 20 см. Ронит (этсан), гексилур, бетанал и лонтрел закреплялись практически полностью в слоях 0—5 и 5—10 см.

5. В условиях Тамбовской области применение эптама, ронита (этсана), ТХА, гексилура, бетанала и лонтрела в данных нормах не приводит к загрязнению почвы и растительной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анпалов В. А. Продолжительность сохранения почвенных гербицидов в выщелоченных черноземах ЦЧО. — Химия в сельск. хоз-ве, 1974, № 9, с. 53—55. — 2. Араби А. К. М. Влияние гербицидов на засоренность и продуктивность сахарной свеклы в Тамбовской области. — Автореф. канд. дис. М., 1973. — 3. Бидненко Л. И. Остаточные количества гербицидов в сахарной свекле и почве. — Химия в сельск. хоз-ве, 1978, № 10, с. 77—78. — 4. Борова В. П. Гербициды на посевах сахарной свеклы. — Химия в сельск. хоз-ве, 1975, № 2, с. 46—49. — 5. Ботвиньева А. М. Методы анализа и стойкость тиокарбаматов эптама и тиллама в воде, почве, растениях. — Автореф. канд. дис., М., 1975. — 6. Должикова Н. М. Эффективность смесей гербицидов для борьбы с сорняками в посевах сахарной свеклы на выщелоченных черноземах Тамбовской области. — Автореф. канд. дис. М., 1979. — 7. Жукова П. С., Ботвиньева А. М. Эффективность эптама, пирамина и бетанала на посевах столовой свеклы и их остаточные количества в почве и растениях. — Химия в сельск. хоз-ве, 1974, № 7, с. 53—57. — 8. Жукова П. С., Ширко Т. С. Остатки гербицидов в почве и овощах. —

Химия в сельск. хоз-ве, 1979, № 6, с. 46—50. — 9. Ипатова Т. Н., Немченко Н. В., Балодис Я. К. Миграция и скорость детоксикации гексилура в почве и влияние его на почвенную микрофлору. — Тез. докл. науч.-практ. конф. «Пути внедрения прогрессивных методов защиты растений в с.-х. производстве», 28—30 июня 1976 г. Гербициды. Рига, 1976, с. 164—165. — 10. Каволунайте И. А., Меламед Б. В., Шпокаускас А. К. Накопление трихлорацетата натрия в растениях и пахотном слое почвы. — Химия в сельск. хоз-ве, 1977, № 4, с. 65—70. — 11. Мартынович Н. Н. Передвижение трихлорацетата натрия в оподзоленном черноземе под влиянием осадков. — Агрохимия, 1975, № 9, с. 106—112. — 12. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. М.: Колос, 1977. — 13. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. М.: Колос, 1968. — 14. Сергеев Г. Я. Эффективность гербицидов и их сочетаний на посевах сахарной свеклы в условиях Воронежской области. — Автореф. канд. дис. Воронеж, 1979.

Статья поступила 8 июня 1983 г.

SUMMARY

Field experiments were carried out in 1978-1980 on typical heavy chernozem soils of the Tambov region on sugar beet plantation treated with eptam (6 kg/ha), ro-neet (6 kg/ha), THA (12 kg/ha), hexilur (2 kg/ha), betanal (1 kg/ha) and lontrel (0.1 kg/ha).

The preparations most intensively decomposed in the soil in the 1st month. They mainly occurred in the soil layer of 0-5 cm, only THA leached down to 20 cm. Till the end of vegetation only small amounts of eptam and hexilur; ro-neet, betanal and lontrel were not found. In sugar beet yield remaining herbicides neither were found, only in 1979 hexilur content in roots was 0.1 mg/kg which is 5 times as little as the allowable remaining quantities, and that in the haulm was 0.05-0.35 mg/kg.