

УДК 632.954:631.445.24:621.039.85+502.7

РАДИОИНДИКАТОРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДАЛАПОНА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Т. А. ХЕГАЙ, В. В. РАЧИНСКИЙ, А. Д. ФОКИН

(Кафедра прикладной атомной физики и радиохимии и кафедра почвоведения)

Далапон относится к гербицидам избирательного действия и применяется против однодольных сорных растений [1, 2]. Он хорошо растворим в воде (при 20° в 100 мл воды растворяется 57 г), хотя в водных

растворах малостоек, в почве сохраняет гербицидную активность примерно 2—3 мес.

Поведение этого гербицида в дерново-подзолистых почвах изучалось нами с помощью

^3H -далапона (тритиевой метки), активность которого измеряли методом жидкостно-сцинтилляционной радиометрии на установке Марк II (сцинтиллятор диоксано-вый).

Сорбция далапона дерново-подзолистой почвой

Для изучения сорбционного взаимодействия далапона с почвой использовали образец из пахотного горизонта дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Исходные концентрации водного раствора препарата были следующими (10^{-4} мг/мл): 0,35; 0,79; 1,61; 3,06; 4,45; 5,48; 7,21; 8,28; 9,87; 11,6; 13,4.

Как уже отмечено, далапон в почве подвергается не только сорбции, но и другим сложным превращениям, в частности гидролизу. При этом характер сорбционного взаимодействия с почвой самого далапона и промежуточных продуктов его распада, содержащих метку ^3H , может резко различаться. В некоторых случаях качественные изменения сорбируемого вещества удается наблюдать при изучении кинетики сорбции трансформирующегося вещества.

Как видно на рис. 1, к 40-м суткам взаимодействия часть сорбированного почвами далапона разлагалась и меченая часть трансформированных молекул далапона переходила в раствор. Активность меченого водорода в составе почвы уменьшалась, но далее, к 70-м суткам, вновь возрастала.

Результаты кинетического опыта позволяют предположить, что только на первой стадии взаимодействия, продолжительность которой в условиях нашего опыта не превышала 19 сут, происходит сорбция собственно далапона, а не продуктов его превращения. В связи с этим изотерму, точнее квазиизотерму, сорбции далапона получали при 19-суточном взаимодействии, хотя истинного сорбционного равновесия за этот период не достигалось (в производственных условиях при введении в почву столь лабильных

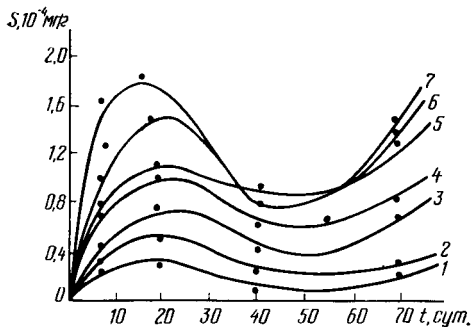


Рис. 1. Кинетика сорбции меченого далапона и меченых продуктов его деградации дерново-подзолистой почвой при разных концентрациях растворов (мг/мл).

1 — $1,6 \cdot 10^{-4}$; 2 — $3,1 \cdot 10^{-4}$; 3 — $4,5 \cdot 10^{-4}$; 4 — $5,5 \cdot 10^{-4}$; 5 — $7,2 \cdot 10^{-4}$; 6 — $8,3 \cdot 10^{-4}$; 7 — $9,9 \cdot 10^{-4}$.

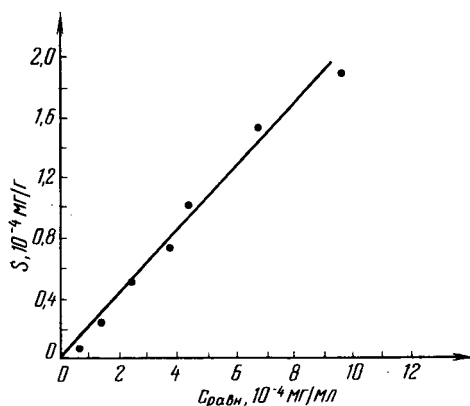


Рис. 2. Квазиизотерма сорбции меченого далапона дерново-подзолистой почвой.

соединений в системе такое равновесие никогда не наступает).

Квазиизотерма сорбции меченого далапона в данном диапазоне концентраций имеет линейный вид (рис. 2). Для нее был рассчитан коэффициент сорбции по формуле $S = kc$, где S — концентрация вещества в сорбенте; c — в растворе; k — коэффициент сорбции. Значение k оказалось равным $0,17 \pm 0,02$ мл/г (12%). Оно на 1—2 порядка меньше, чем значение коэффициента сорбции гексахлорана [3], что свидетельствует об относительной малой сорбируемости далапона дерново-подзолистой почвой. На основании этого факта можно предсказать его большую миграционную способность в почве по сравнению, например, с гексахлораном.

Миграция далапона в дерново-подзолистой почве

Миграцию далапона изучали в модельном опыте в колонке той же самой дерново-подзолистой почвы. Диаметр колонки 22 см, высота слоя почвы 10 см. Раствор меченого далапона концентрацией $3,72 \cdot 10^{-4}$ мг/мл поступал путем фильтрации в почвенную колонку снизу и за 35 мин заполнял 10-сантиметровый слой, за это же время и далапон распределился во всей колонке, причем полученное распределение в первом приближении можно считать равномерным (табл. 1).

Таблица 1
Распределение меченого далапона в почвенной колонке

Слой, см	Концентрация, 10^{-4} мг/мл	Слой, см	Концентрация, 10^{-4} мг/мл	Слой, см	Концентрация, 10^{-4} мг/мл
1	$3,4 \pm 0,5$	5	$2,9 \pm 0,2$	8	$2,4 \pm 0,5$
2	$3,4 \pm 0,6$	6	$2,3 \pm 0,1$	9	$3,0 \pm 1,5$
3	$2,5 \pm 0,4$	7	$2,5 \pm 0,2$	10	$4,9 \pm 1,2$
4	$2,5 \pm 0,3$				

Динамика остаточного меченого далапона в дерново-подзолистой почве

Время взаимодействия далапона с почвой, сут	Концентрация далапона в почве	
	10 ⁻⁴ мг на 100 мг	% к исходной
1-й вариант:		
0	0,09±0,01	100
5	0,11±0,03	100
35	0,09±0,02	100
48	0,06±0,01	60
70	0,05±0,01	50
93	0	0
2-й вариант:		
0	3,77±0,36	100
13	3,89±0,12	100
42	1,35±0,16	50
80	0,10±0,01	2,5
93	0	0

Трансформация далапона

Основную роль в разложении этого гербицида в почве играют микроорганизмы. Как источник углерода его используют *Pseudomonas* sp., *P. degalogenes*, *Agrobacterium* sp., *Nitrococcus* sp., грибы *Trichoderma viride*, *Penicillium* sp., *P. lilacinum*, актиномицеты *Nocardia* sp., *Streptomyces* sp. [4]. Разложение далапона идет до образования двуокиси углерода, а промежуточным продуктом является пировиноградная кислота [1, 2]. Этот процесс изучался нами в условиях как лабораторного, так и полевого опыта.

В лабораторном опыте 100 г дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (диаметр частиц 1 мм) увлажняли раствором меченого далапона определенной концентрации до уровня влажности 60 % полной влагоемкости, который поддерживался на протяжении всего опыта (около 3 мес).

Варианты опыта различались по исходной концентрации меченого далапона в почве: в 1-м — 0,1·10⁻⁴, во 2-м — 3,8·10⁻⁴ мг на 100 мг почвы.

О минерализации (деградации) далапона судили по изменению активности остаточного трития в почве. Повторность опыта 3-кратная.

Как видно из табл. 2, меченый далапон и продукты его деградации или трансформации в обоих вариантах практически полностью исчезли почти через 3 мес. При большей концентрации скорость потери далапона оказалась несколько выше. Так, через 42 сут его взаимодействия с почвой в этом варианте активность трития составляла около 50 % от исходной, а при более низкой концентрации через 35 сут — около 100, через 48 дней — около 70 %.

В полевом опыте изучение деградации и миграции меченого далапона в почве проводилось на дерново-подзолистых почвах под естественной травянистой растительностью (Московская область) в мае-июне 1979 г. В почву опытных площадок точечным способом вносили по 0,744 мг меченого далапона (минимально значимые активности по НРБ-76). Через 19 сут с двух площадок брали почвенные образцы металлической трубкой диаметром 8 см и высотой 21 и 24 см. В них изучали распространение далапона по глубине и в горизонтальном направлении.

На обеих площадках основная масса меченого далапона (97 и 96 %) исчезла за 19 сут. От 60 до 80 % оставшегося меченого далапона (или продуктов его превращения) включалось в биомассу растений, в основном в корни на глубине до двух сантиметров. Значительные различия площадок по содержанию меченого далапона в подземных органах растений объясняются, по-видимому, вариацией надпочвенного тра-

Таблица 3

Распределение меченого далапона в дерново-подзолистой почве при поверхностном внесении за период с 25 мая по 14 июня 1979 г. (% от внесенного)

Глубина, см	Площадка № 1		Глубина, см	Площадка № 2	
	в почве	в биомассе		в почве	в биомассе
—	—	0,20*	—	—	1,16*
0—2	0,13	1,36	0—1,5	0,12	1,16
2—4	0,31	0,22	1,5—3	0,66	0,08
4—6	0,11	0,02	3—4	0,33	0,27
6—9	0,05	0,15	4—6	0,06	0,01
9—21	0	—	6—7	0,08	0,2
—	—	—	7—18	0	—
0—21	0,60	1,95	0—18	1,25	2,70

* В надземной растительной массе.

вянистого покрова. Глубокое проникновение в почву далапона (свыше 8—9 см) связано с поглощением его растениями и распространением вместе с корнями.

Следует отметить, что в отличие от биомассы корней в почве максимум далапона приходился на слой 2—4 см, что свидетельствует о заметном абиогенном перемещении вещества на короткий период наблюдения.

Выводы

1. Кривые сорбции меченого далапона дерново-подзолистой почвой в течение 20-суточного взаимодействия имеют волнообразный характер, что свидетельствует о транс-

формации препарата и вторичной сорбции меченых продуктов его превращения.

2. Квазизотерма сорбции меченого далапона в пределах концентраций $0 \div 10^{-4}$ мг/мл линейна.

3. Средняя линейная скорость перемещения далапона в дерново-подзолистой почве приблизительно равна скорости перемещения воды.

4. В условиях полевого опыта в летний период за 19 сут потери меченого далапона составили около 97% внесенной дозы. Из остаточного меченого далапона приблизительно $\frac{2}{3}$ включается в биомассу растений и $\frac{1}{3}$ остается в почве, перемещаясь на 2—6 см в глубину от зоны внесения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майер-Бодэ. Гербициды и их остатки. М.: Мир, 1977. — 2. Мельников Н. Н., Волков А. И., Короткова О. А. Пестициды и окружающая среда. М.: Химия, 1977. — 3. Рачинский В. В., Фокин А. Д., Хегай Т. А., Кретова Л. Г., Талдыкин С. А. Натурные и лабораторные исследования переноса воды и токси-
- кантов. Итоги 1979 г. Ч. II. — Депонировано во ВНИИ информцентра, Б 842370, 1 апр. 1980 г. — 4. Пути предотвращения загрязнения почвы остатками пестицидов. Обзор информации. ВНИИ информ. и техн.-эконом. исслед. по сельск. хоз-ву. МСХ СССР. М., 1976.

Статья поступила 20 марта 1981 г.

SUMMARY

Kinetics and statics of labelled dalapon (^3H) have been studied. It is found that kinetic curve of the sorption has the form of a wave, which shows that it undergoes transformation in the soil. Quasi-isotherm of dalapon sorption by soddy-podzolic soil has a linear form.

The preparation is slightly sorbed by the soil, and the average linear rate of its transfer is approximately the same as the rate of water transfer.

In the field experiment, the losses of the labelled dalapon during 19 days in summer made about 97% of the amount applied. Most of the residual labelled dalapon enters the biomass of plants, the rest remaining in the soil.