

УДК 632.954:595.142.39

## ДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ

П.В. ТЕРЕЩЕНКО

(Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности)

В лабораторном опыте установлено негативное действие гербицидов на дождевых червей, которое проявилось в снижении подвижности, образовании канул и узлов. Эти реакции на воздействие гербицидов неспецифичны и являются общими реакциями на неблагоприятные факторы среды (засухи, низкую температуру и т.д.). По токсическому действию на червей препараты располагаются в следующем убывающем порядке: 2,4-ДА < симазин < стомп < раундап < эрадикан < эптам < лассо. Ингибирующее действие гербицидов на червей временное, и они полностью восстанавливают свою подвижность в почве, содержащей препараты в количествах, соответствующих нормам их расхода.

Дождевые черви (*Lumbricidae*) — важный фактор почвообразовательного процесса. Они гумифицируют растительные остатки, образуют глино-гумусовые комплексы и создают наилучший тип перегноя — мульч [2, 5, 14].

Дождевые черви — архаичные животные, существуют многие миллионы лет. В последние полвека условия их жизни резко изменились под влиянием антропогенного преобразования природы. Один из аспектов изменения агроценоза — применение пестицидов, в результате которого наблюдается сокращение количества видов и уменьшение численности червей. Вместе с тем черви являются уникальным, недублируе-

мым фактором природы, и растения в процессе эволюции привыкли существовать, имея продукты их жизнедеятельности.

В результате химизации сельского хозяйства усилилось воздействие пестицидов и минеральных удобрений на педобиоту в условиях агроценоза. При этом наиболее сильное воздействие могут оказывать препараты, непосредственно вносимые в почву, в частности гербициды почвенного действия (трефлан, симазин и др.).

Дождевые черви постоянно контактируют с почвой, подвергаясь как контактному, так и кишечному токсическому воздействию [11].

Имеющиеся в литературе данные о влиянии пестицидов на

дождевых червей противоречивы. Так, В.Эйхлер отмечал массовую гибель червей после обработки сада препаратом ДНОК [18]. Заметное снижение численности и биомассы червей наблюдала С.А. Шилова при применении инсектицидов в тундровой зоне [17]. Однако при внесении ТХАнатрия на черноземных почвах черви не погибали, а в массе мирировались в более глубокие слои почвы (до 2 м) [1]. Наиболее ощутимое негативное действие пестицидов отмечено при многолетнем применении их в садах. Так, после 5-летнего использования препаратов численность червей составила 37 экз/м<sup>2</sup>, а биомасса — 18 г/м<sup>2</sup>; после 22-летнего — соответственно 11 экз/м<sup>2</sup> и 3 г/м<sup>2</sup>. При этом наблюдалось и увеличение пораженности дождевых червей паразитами. В то же время имеются данные о возрастании численности и биомассы в 2 раза через год после внесения прометрина в количестве 5 и 40 кг/га [8], что объясняется повышением влажности почвы в результате гибели сорной растительности. Однако, не отрицая значения влажности почвы для жизнедеятельности червей, согласиться с этим трудно. По нашему мнению, маловероятно, что уменьшение транспирации и потребления воды сорняками может служить причиной столь четко выраженного роста численности червей.

Сравнительно небольшое количество публикаций, в которых отражено действие гербицидов на жизнедеятельность дождевых червей, а также противоречивость приводимых сведений побудили нас провести специальные исследова-

ния по оценке действия гербицидов на численность и состояние дождевых червей.

### Методика

Тест-объектом были половозрелые особи *Nicodrilus longus* (Ude), т.е. вида, характерного для биоценозов Нечерноземной зоны (идентификация приведена по Т.С. Перель [7]. В англоязычной научной литературе этот вид проходит как *Allolobophora longa* (Ude).

Для исследования были взяты гербициды различных химических групп, широко применяющиеся в практике сельского хозяйства для внесения в почву: симметризины (симазин, 80% с.п.), производные тиокарбаминной кислоты (эптам, 72% к.э. и эрадикан, 72% к.э.) — и для обработки вегетирующих растений: производные хлорацетанилида (лассо, 48% к.э.), производные нитроксилина (стомп, 33%), фосфорорганические соединения (раундап, 36%), производные аридоксуксусных кислот (2,4-Д аминная соль, 40% в.р.) [6].

В опыте созданы условия, предотвращающие возможность проявления реакции ухода червей.

Для оценки контактного действия гербицидов червей погружали на 4 с в рабочие составы препаратов. После этого их переносили на фильтровальную бумагу для стекания жидкости и затем быстро помещали в литровые ламинированные емкости с 0,5 кг дерново-подзолистой почвы.

При определении контактно-кишечного действия гербицидов на червей рабочие составы препа-

ратов вносили в почву, тщательно ее перемешивали и засыпали по 0,5 кг в литровые ламинированные емкости, в которые помещали червей. В этом случае использовали рекомендуемую норму препаратов и превышающую ее в 10 раз. Для оценки контактного действия применяли только 10-кратную норму расхода препаратов. При расчетах концентраций рабочих составов исходили из рекомендуемых норм расхода препарата на гектар [12] и расхода рабочей жидкости 400 лга.

В табл. 1, 2, 3 нормы расхода гербицидов указаны по препарату, так как токсичным действием могут обладать не только действующие вещества, но и инертные, входящие в состав препаративной формы [3, 18].

В опытах использована почва с Опытной станции лесоводства Тимирязевской академии. Она отобрана из пахотного горизонта произвесткованного участка, подготовленного для сева. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Влажность ее в течение всего опыта поддерживали на уровне 70% от ПВ.

Опыты ставили в 3-кратной повторности по 12 червей на вариант. Их состояние определяли через 1, 10, 20 и 40 сут после закладки опыта.

### Результаты и их обсуждение

Данные исследований показали, что при контактно-кишечном воздействии гербицидов черви контрольных вариантов на протяжении всего срока наблюдений оставались живыми и активными; только на 40-е сутки незначи-

тельное их количество (16%) свернулось в узлы (табл. 2).

Естественно, что реакция дождевых червей на контактное воздействие гербицидов была более сильной. Уже на следующие сутки во всех вариантах отмечалась их низкая подвижность.

Спустя 10 сут наметились некоторые различия в реакции червей на воздействие препаратов в зависимости от химического строения последних. Так, в варианте с эмульсией эрадикана больше половины червей (58%) обрели подвижность. Появились, хотя и в меньшем количестве (25%), подвижные особи в вариантах с лассо и раундапом. При обработке эптамом подвижные экземпляры (58%) отмечены только на 20-е сутки. Столь существенные различия в реакции червей на эптам и эрадикан (д.в. эптам), по-видимому, обусловлены различными вспомогательными веществами, входящими в состав этого препарата, в частности антидотом. Полное восстановление подвижности червей установлено в данном варианте через 40 сут. Практически это был единственный гербицид, после обработки которым черви полностью восстанавливали свою подвижность.

Через 40 сут восстановление подвижности червей на 75—83% отмечено при обработке их раундапом, стомпом, лассо; на 50% — при обработке симазинном и на 33% — 2,4-ДА. Наряду с этим наблюдалось образование узлов и капсул (в основном на 10-е и 20-е сутки), прежде всего в результате контакта с 2,4-ДА, симазинном, эптамом и лассо (табл. 1).

Таблица 1

Состояние дождевых червей (%) при контактном действии гербицидов в дозе, превышающей норму расхода препаратов в 10 раз

Состояние червей	Период инкубации, сут			
	1	10	20	40
<i>2,4-Д, 2,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	33	33
Малоподвижные	100	17	67	42
Капсулы	—	33	—	17
Узелки	—	50	—	8
<i>Симазин, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	17	50
Малоподвижные	100	42	83	17
Капсулы	—	50	—	33
Узелки	—	8	—	—
<i>Эттам, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	58	100
Малоподвижные	100	—	34	—
Капсулы	—	33	—	—
Узелки	—	67	8	—
<i>Эрадикан, 5,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	58	25	17
Малоподвижные	100	17	67	66
Капсулы	—	8	8	—
Узелки	—	17	—	17
<i>Лассо, 5,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	25	42	83
Малоподвижные	100	—	58	—
Капсулы	—	—	—	17
Узелки	—	75	—	—
<i>Стомп, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	33	—	75
Малоподвижные	100	25	75	25
Капсулы	—	—	—	—
Узелки	—	42	25	—
<i>Раундап, 4,0 л/га</i>				
Подвижные	—	25	42	75
Малоподвижные	100	67	50	25
Капсулы	—	—	—	—
Узелки	—	8	8	—
<i>Контроль</i>				
Подвижные	100	100	100	100

При помещении червей в почву, содержащую гербициды 2,4-ДА, симазин, эрадикан, глифосат, отрицательное действие препаратов было выражено значительно

сильнее даже в том случае, если их концентрация соответствовала рекомендованным нормам применения гербицидов и была в 10 раз ниже, чем в опытах, где изучалась

токсичность контактного воздействия. Негативное действие препаратов на червей проявилось в ограничении их подвиж-

ности спустя сутки после внесения гербицидов. Исключением явились варианты с эптамом и лассо (табл. 2).

Таблица 2

Состояние дождевых червей (%) при контактно-кишечном действии гербицидов, внесенных в почву в рекомендуемой норме расхода

Состояние червей	Период инкубации, сут			
	1	10	20	40
<i>2,4-Д, 2,0 кг/га</i>				
Мертвые	—	—	8	8
Подвижные	—	8	—	—
Малоподвижные	100	92	—	67
Капсулы	—	—	58	—
Узелки	—	—	34	25
<i>Симазин, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	25	50
Малоподвижные	100	100	41	34
Капсулы	—	—	—	8
Узелки	—	—	34	8
<i>Эптам, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	100	100	—	42
Малоподвижные	—	—	25	42
Капсулы	—	—	25	—
Узелки	—	—	50	16
<i>Эрадикан, 5,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	—	76
Малоподвижные	100	100	66	8
Капсулы	—	—	—	—
Узелки	—	—	34	16
<i>Лассо, 5,0 кг/га</i>				
Подвижные	100	100	34	42
Малоподвижные	—	—	50	42
Узелки	—	—	16	16
<i>Стомп, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	34	58	42
Малоподвижные	100	16	34	58
Капсулы	—	50	—	—
Узелки	—	—	8	—
<i>Раундап, 4,0 л/га</i>				
Подвижные	—	—	50	41
Малоподвижные	100	—	42	34
Капсулы	—	75	—	—
Узелки	—	25	8	25
<i>Контроль</i>				
Подвижные	100	100	100	84
Узелки	—	—	—	16

Спустя 10 сут малоподвижными оставались дождевые черви в вариантах с 2,4-ДА, симазином и эрадиканом, а образование капсул (50—75%) наблюдалось в вариантах со стомпом и раундапом. При внесении эптама черви оставались подвижными в течение 10 сут, а затем отмечалось снижение их подвижности, образование узлов и капсул. Через 40 сут подвижность возрастала (до 42%).

На 20-е сутки пребывания червей в почве, содержащей 2,4-ДА, симазин, эрадикан, эптам, лассо в рекомендуемой дозе и увеличенной в 10 раз, у них наблюдалось образование капсул и свертывание в узел, а в варианте с 2,4-ДА — даже гибель 8% червей при рекомендуемой норме расхода препарата и 16% — при 10-кратной. Следует отметить, что гербицид 2,4-ДА проявил наибольшую токсичность по отношению к дождевым червям как будучи внесенным в почву, так и при контактном воздействии.

В вариантах с раундапом и стомпом в рекомендуемой норме на 20-е сутки наблюдалось восстановление подвижности и уменьшение числа червей в узлах (до 8%). При 10-кратном увеличении нормы расхода этих препаратов тенденция восстановления подвижности червей на 20-е сутки была установлена только в варианте с раундапом. В варианте со стомпом 16% червей образовывали узлы и 60% оставались в капсулах.

На 40-й день после внесения в почву гербицидов в рекомендуемой норме восстановление подвижности червей (41—76%) на-

блюдалось во всех вариантах (табл. 2). То же отмечалось и при 10-кратном ее увеличении, хотя в этом случае восстановление подвижности шло более медленными темпами (табл. 3).

Таким образом, в результате исследований выявлена различная реакция червей на действие испытывавшихся гербицидов. Токсический эффект препаратов проявлялся в снижении подвижности особей, образовании капсул, в свертывании червей в узлы. В капсулах и узлах черви оставались живыми.

Аналогичные реакции отмечены и при других неблагоприятных условиях (засухе, низких температурах и др.).

Так, H. Füller описывает уход червей на глубину 60—70 см в зимний период, впадание червей в пассивное состояние: черви перестают питаться, свертываются в клубок, все их жизненные функции приостанавливаются; слизистые выделения их кожных желез образуют толстую пленку; если почва высыхает, эта пленка превращается в твердую оболочку и червь оказывается заключенным в капсулу [21]. В таком состоянии, сходном с зимней спячкой многих животных, черви могут оставаться в течение длительного времени. Диапауза свойственна не всем видам Lumbricidae [19]. И.С. Роднянская отмечала, что многие виды, питающиеся на поверхности почвы, при неблагоприятных погодных условиях закупоривают ходы и перестают питаться, но не образуют капсул [10]. Л.М. Семёнова отмечала связь диапаузы со способностью накапливать боль-

Таблица 3

Состояние дождевых червей (%) при контактно-кишечном действии гербицидов в дозе, 10-кратно превышающей норму расхода

Состояние червей	Период инкубации, сут			
	1	10	20	40
<i>2,4-Д, 2,0 кг/га</i>				
Мертвые	—	—	16	16
Подвижные	—	—	—	25
Малоподвижные	100	92	16	16
Капсулы	—	8	8	18
Узелки	—	—	60	25
<i>Симазин, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	34	42
Малоподвижные	100	92	24	8
Капсулы	—	8	34	—
Узелки	—	—	8	50
<i>Эттам, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	100	100	8	25
Малоподвижные	—	—	25	41
Капсулы	—	—	42	—
Узелки	—	—	25	34
<i>Эрадикан, 5,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	—	24	41
Малоподвижные	100	92	8	17
Капсулы	—	8	34	8
Узелки	—	—	34	34
<i>Лассо, 5,0 кг/га</i>				
Подвижные	100	100	—	16
Малоподвижные	—	—	24	84
Капсулы	—	—	34	—
Узелки	—	—	42	—
<i>Стомп, 4,0 кг/га</i>				
Подвижные	—	8	—	8
Малоподвижные	100	32	24	24
Капсулы	—	60	60	—
Узелки	—	—	16	68
<i>Раундап, 4,0 л/га</i>				
Подвижные	—	25	42	42
Малоподвижные	100	—	24	50
Капсулы	—	42	8	—
Узелки	—	33	16	8
<i>Контроль</i>				
Подвижные	100	100	100	84
Узелки	—	—	—	16

ное количество гликогена в хлорогенной ткани [13], а J.V. Vuzova — со значительным повышением содержания гемоглобина в крови [20].

Таким образом, выявленные в нашем опыте реакции дождевых червей на действие гербицидов (ограничение подвижности, образование узлов и капсул) можно рассматривать как защитные реакции, в результате которых происходит ограничение контакта с веществом, вызывающим стресс.

Восстановление подвижности червей как при разовом контакте, так и длительном (до 40 дней) с гербицидами согласуется с общепризнанными закономерностями реакции организмов на пестициды [4, 9, 15].

### Выводы

1. При контактном и контактно-книпечном воздействии гербицидов черви теряли подвижность, завязывались в узлы и образовывали капсулы.

2. Восстановление жизнедеятельности червей зависело от времени контакта с препаратами и от химического состава действующего вещества, а также от состава ингредиентов препаративной формы.

3. По ингибирующему действию на дождевых червей испытанные препараты располагаются в следующем убывающем порядке: 2,4-ДА < симазин < стомп < раундап < эрадикан < эптам < лассо.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Давидюк Е.И., Андриенко В.А. Влияние трихлорацетата натрия на дождевых червей. — Экология,

1988, № 4, с. 76—78. — 2. Дирвин Ч. Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни. — Т. 2. М.—Л.: Гос. изд. биол. и мед. лит-ры, 1936, с. 102—238. — 3. Еремича О.Ю., Рославцева С.А., Бутовский Р.О. Отечественный и зарубежный опыт охраны медоносных и диких пчел при интенсивном применении пестицидов. Обзор. инф. М.: ВНИИТЭИагропром, 1992. — 4. Жуков А.В. Временная динамика биохимических показателей дождевого червя *Lumbricus rubellus* в условиях экспериментального загрязнения почвы кадмием. — Вест. Днепропетровск. ун-та. Биол. и экология. 1993, с. 57—58. — 5. Курчева Г.Ф. Роль почвенных животных в разложении и гумификации растительных остатков. М.: Наука, 1971. — 6. Мельников И.И. и др. Пестициды и регуляторы роста растений. Справ. изд. М.: Химия, 1995. — 7. Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М.: Наука, 1979. — 8. Пижл В. Значение дождевых червей как биоиндикаторов загрязнения пестицидами (на примере фруктовых садов Южной Чехии). — Экология, 1989, № 5, с. 86—87. — 9. Попова Г.В., Трофимова М.Г. Влияние метатлона на гидробионтов. — Эколог. коопер. Информ. бюл. по проблеме «Охрана экосистем (биоценозов) и ландшафта». Братислава, 1983, № 3, с. 25—27. — 10. Роднянская И.С. К вопросу о способности дождевых червей переносить высушивание. — Уч. зап. МГПИ, 1957, т. 65, № 6, с. 131—149. — 11. Рославцева С.А.,



Бутовский Р.О. Почвенные беспозвоночные как индикаторы загрязнения биосферы тяжелыми металлами. — Эколог. коопер. Информ. бюл. по проблеме «Охрана экосистем (биосферозов) и ландшафта». Братислава, 1983, № 3, с. 30—32. — 12. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, регуляторов роста растений и феромонов, разрешенных для применения в сельском, в том числе фермерском, лесном и коммунальном хозяйстве на 1992—1996 гг. М.: Колос, 1994. — 13. Семенова Л.М. Биологическое значение хлорогеной ткани дождевых червей. — Журн. эволюционной биохим. и физиол., 1967, т. 3, № 2, с. 115—123. — 14. Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. М.: Наука, 1980. — 15. Терещенко П.В. К вопросу о воздействии инсектици-

дов на дождевых червей. — Агрехимия, 1996, № 12, с. 101—105. — 16. Шлука Н.К., Фантух В.С., Науменко В.И. Экологические аспекты вермикомпостирования в почвозащитном земледелии. — Тез. докл. на II международном конгрессе «Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды». Ивано-Франковск, 1992, с. 4—9. — 17. Шилова С.А., Денисова А.В., Седых Э.А., Эфрон К.М. О последствиях применения инсектицидов в Субарктике. — Зоол. журн., 1973, т. 52, вып. 1, с. 1008—1011. — 18. Эйхлер В. Яды в нашей пище. М.: Мир, 1986. — 19. Baltzer R. — Zool. Jahrbuch, Abt. 3, 1956, Bd 84, S. 355—414. — 20. Byzova I.B. — Rev. ecol. et biol. sol., 1974, vol. 11, N 3, p. 325—332. — 21. Fuller H. Die Regenwürmer. — Wittenberg, Lutherstadt: Neue Brehm-Bücherei, 1954.

*Статья поступила 22 марта*

1997 г.

## SUMMARY

In the laboratory experiment a negative effect of herbicides on dew worms was noted; it was shown by lower mobility, formation of capsules and nodes. Such responses to the effect of herbicides are not specific, they are general responses to unfavourable environmental factors (drought, low temperature etc). As to toxic effect on worms, preparations are arranged in the following descending order: 2,4-DA < simazine < stomp < raundap < eradican < eptam < lasso. Inhibitory effect of herbicides on worms is temporary one. The latter fully recover their mobility in the soil which contains the preparations in the amounts corresponding to the rates of their consumption.