

ИЗМЕНЕНИЯ В СОДЕРЖАНИИ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ РАСТЕНИЙ КАК КРИТЕРИИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КАРАГАРДА И ЕГО МЕТАБОЛИТОВ

Н. В. БАЖАНОВА, Ж. А. АРУТЮНЯН, М. Г. АЛТУНЯН

Институт защиты растений Госагропрома АрмССР, пос. Мерцаван

Идентифицировано шесть продуктов превращения карагарда в листьях растений и почве. Показано действие карагарда и его метаболитов на синтез фотосинтезирующих пигментов. Сделан вывод, что характер детоксикации гербицида и изменения в содержании хлорофиллов и каротиноидов могут служить своего рода индикатором для выявления устойчивости или чувствительности растений к этому препарату.

Որոշների տերերներում և հողում հայտնաբերված են կարագարդի փոխակերպման վեց արդարաբերելի: Հետազոտված է ֆոտոսինթեզի պիգմենտների սինթեզման վրա կարագարդի և նրա մետաբոլիտների ազդման: Նկարագրությունը ներկայացված է, որ կարագարդի ինտեգրվման բևույթն, ինչպես նաև պիգմենտների բունակական փոփոխությունները կարող են հիմք ծառայել տվյալ պրեպարատի նկատմամբ բույսի զգայնության կամ կայունության բևույթը պարզելու համար:

Six metabolite products of karagard in plants leaves and soil were identified. The influence of karagard and its metabolites on the synthesis of photosynthesizing pigments was shown. It was concluded that the character of herbicide detoxication and changes in the content of chlorophylls and carotenoids may be an indicator of its way for revealing resistance or susceptibility to this preparation.

Карагард и его метаболиты—пигменты: хлорофилл, каротиноиды.

Знание теоретических основ действия многих гербицидов на растения отстает от практики: недостаточно изучены миграция, кумуляция и динамика количественных изменений гербицидов в почве, растениях, вопросы их метаболизма в окружающей среде с возможным образованием более токсичных продуктов, чем сам препарат [6], а также механизмы селективного действия на различные физиолого-биохимические процессы. Контроль в целях предотвращения ингибирующего действия гербицидов возможен только в том случае, когда известно хотя бы ориентировочное содержание этих веществ в почве, при котором начинает проявляться их фитотоксичность в растениях. Последние в то же время служат промежуточным или исходным звеном в миграции этих препаратов по трофическим путям.

Сфера действия гербицидов распространяется на многие биологические процессы. Одним из наиболее важных физиологических показателей жизнедеятельности растений является состояние фотосинтетической пигментной системы, во многом определяющее ход процесса обмена. Высокий гербицидный эффект производных триазинов обусловлен ингибированием первичных реакций фотосинтеза, скорость подавления которых зависит от устойчивости или чувствительности рас-

тений к гербициду. Для правильного использования гербицидов необходимо знать пути разложения препарата в растении и не допускать скопления остатков их в мезофилле листа, где находятся хлоропласты, в съемном урожае, а также в почве после уборки культур. Путем анализа и изучения кинетики адсорбции и распределения атразина в хлоропластах шпината установлено [4], что одна молекула этого гербицида ингибирует 2500 молекул хлорофилла и степень деградации пластида коррелирует с чувствительностью растения.

Учитывая вышесказанное, мы исследовали поведение карагарда в почве, питательном растворе и растениях, воздействие его на накопление фотосинтезирующих пигментов.

Материал и методика. Опыты ставили на культурных растениях (кукурузе, ячмене) и сорняках (гумас, кислице, ширине).

Содержание остатков в почве и растениях определяли методом ГСХ [5] в динамике с интервалом в 2—4 суток между днем обработки и временем уменьшения концентрации карагарда ниже порога чувствительности метода анализа (0,01—0,0025 мг/кг) для этого препарата.

Разделение фотосинтезирующих пигментов проводили методом хроматографии на бумаге [3].

Для первых серий опытов, которые ставились в октябре—ноябре при естественном освещении, кукурузу и ячмень выращивали в микрогидропонических установках [1]. Известно [2, 7—9], что кукуруза устойчива к сим-триазинам. Однако об устойчивости ячменя к этим соединениям в литературе сведений нет, но мы взяли его с ориентацией на чувствительное растение. Проростки выращивали на растворе Кьюна с добавленными к нему микроэлементами.

Повторность опыта—двукратная, повторность анализов в каждой из них—двух-трехкратная.

После появления всходов в раствор одной из установок площадью 0,1 м² было внесено 50 мг чистого карагарда. Проростки в другой гидропонической установке служили контролем.

Для второй серии опытов растения выращивали в теплицах. Карагард вносили в почву после появления всходов из расчета 10 кг/га по препарату. Необработанные карагардом растения анализировались в качестве контроля.

В динамике определяли микроколичество карагарда и содержание пластидных пигментов как биохимический показатель действия гербицида. Имея чистые метчики метаболитов карагарда (ОН-карагард, ГС-11526, ГС-26379, метилглюкарагард), мы смогли проследить за процессом разложения основного гербицида в почве и неодинаково реагирующих на воздействие препарата растениях.

Результаты и обсуждение. Результаты изучения динамики детоксикации карагарда и количественного изменения пигментов в ячмене и кукурузе представлены в табл. 1 и на рисунке.

Установлено, что гербицид, вносимый в питательный раствор, поступает в проростки ячменя и кукурузы с различной интенсивностью и также неодинаково метаболизируется до нефитотоксичных (реакция гидроксильирования) и токсичных соединений. Так, в листьях ячменя начиная со 2-го дня после внесения препарата обнаруживаются все метаболиты, в том числе и токсичные, которые в дальнейшем накапливаются в проростках (0,2—0,7 мг/кг), достигая максимума на 15-й день после обработки. Много остается и самого карагарда. По-видимому, из-за большого количества остатков карагарда и его токсичных метаболитов 22-дневные проростки погибли.

Таблица 1. Динамика детоксикации карагарда в растениях кукурузы и ячменя

| Культура | Дни после обработки | Возраст проростка, дни | Исследуемый объект | Концентрация остатков, мг/кг | | | | | |
|----------|---------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------|----------|---------------------------|-------------|
| | | | | карагард | | ГС-11896 | ГС-26379 | СН ₂ -карагард | ОН-карагард |
| | | | | СГ | ОСН ₂ | | | | |
| Кукуруза | 2 | 14 | лист | 0,20 | 0 | следы | следы | 0 | 0 |
| | | | корень + зерно | 0 | 0 | следы | следы | 0 | 0 |
| | 4 | 16 | лист | следы | 0 | 0 | следы | 0 | 0 |
| | | | корень + зерно | 0 | 0 | 0 | 1,00 | 0 | 0 |
| | 6 | 19 | лист | 0 | 0 | 0 | 0,10 | 0 | 0 |
| | | | корень + зерно | 0 | 0 | 0 | 0,10 | 0 | 0 |
| 9 | 21 | лист | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | корень + зерно | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 | | питательный раствор | 0,10 | 0,10 | 0 | 1,00 | 0 | 0 | |
| Ячмень | 2 | 9 | Зерно масса | 3,31 | 1,30 | 0,33 | 0,10 | следы | следы |
| | | | | 2,70 | 0,66 | 0 | 0,22 | следы | следы |
| | 6 | 13 | | 1,00 | 0,13 | 0 | 0,45 | 0,33 | 0 |
| | | | | 0 | следы | 0 | 0,45 | следы | 0 |
| | 12 | 14 | | следы | 0,30 | 0 | 0,70 | 0,20 | 0 |
| | | | | следы | 0,30 | следы | 0,30 | 0,30 | следы |
| 16 | | питательный раствор | 0,50 | 0,50 | следы | 0,30 | 0,30 | следы | |

0 — не обнаружено.

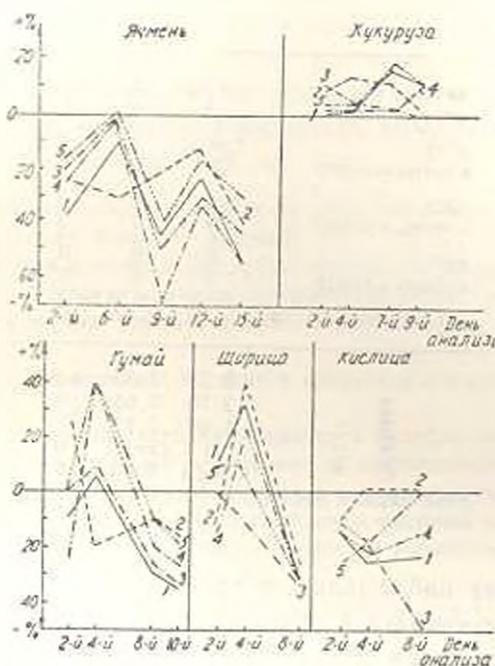
Иная картина наблюдалась в проростках кукурузы. Через 2 дня после внесения препарата в проростках обнаруживаются первый компонент карагарда и два метаболита в виде следов. На 4-й и 6-й дни количество токсического метаболита (ГС-26379) резко увеличивается на фоне исчезновения всех остальных, а на 9-й день не фиксируется вообще. Способность кукурузы предотвращать накопление симм-гризавинов в фитотоксичных концентрациях, в чем активную роль в первую очередь играет корневая система [7], является, вероятно, одним из основных факторов, ответственных за устойчивость, и представляет собой исключительный пример биологической селективности.

Об этом же свидетельствует тот факт, что в оставшихся четырех литрах питательного раствора (в таблице данные выражены в мг/л) из-под кукурузы обнаружено 4 мг наиболее токсичного метаболита (ГС-26379); относительно мало (по 0,4 мг) основных компонентов карагарда, остальные метаболиты не обнаружены вообще. Можно предположить, что проростки кукурузы достаточно активно детоксицируют карагард, а вновь образовавшиеся токсичные метаболиты не впитывают вообще. Между тем в 3,5 л раствора из-под ячменя осталось 2,1 мг двух токсичных метаболитов, значительное количество (3,5 мг) основных компонентов карагарда и другие метаболиты в виде следов. Отсюда следует, что в питательном растворе из-под ячменя токсичных метаболитов намного меньше, они, видимо, активно впитывались проростками.

Изучая синтез всех пластидных пигментов мы отметили (рис.), что в листьях ячменя, обработанного карагардом, имела место интен-

сивная убыль количества желтых и зеленых пигментов, особенно хлорофиллов «а» (до 50%) и «б» (до 40%). Аналогичный показатель в листьях кукурузы, обработанной карагардом, составлял 10–15%.

Таким образом, уровень пигментов в пластиде является чувствительным индикатором вызываемых гербицидом изменений.



Количественные изменения в пластидных пигментах у устойчивых и чувствительных к карагарду растений. По оси ординат вверх от 0 отложен % увеличения (от контроля), вниз—% убыли содержания пигментов у опытных растений. По оси абсцисс—день анализа. 1. хлорофилл «а»; 2. хлорофилл «б»; 3. каротины; 4. лютеины; 5. виолаксантин.

В устойчивом (по нашим данным) растении—кукурузе, по-видимому, накопление и детоксикация гербицида происходят в корнях и распад его до токсичных соединений происходит прежде чем он достигнет клетки мезофилла листа, где идет фотосинтез. В чувствительных проростках ячменя гербицид как ингибитор, по-видимому, способствует дезагрегации длинноволновой формы хлорофилла. Дезагрегированный пигмент в силу особого состояния в пластиде активно выцветает, что ведет к заметному снижению его содержания в экстрактах.

Результаты второй серии опытов приведены в табл. 2. Во всех сорных растениях (гумай, кислица и щирица) накапливаются как сам карагард (в максимальных количествах), так и токсичные метаболиты. Последние во всех изученных сорных растениях пика достигают на 8-й день. Наиболее заметное подавление синтеза пигментов у этих растений также отмечается на 8-й день. Ингибирование накопления пигментов во все сроки наблюдений особенно заметно у кислицы. Наиболее стабилен к карагарду гумай.

В конечном итоге, рассчитав баланс превращения карагарда, мы получили информацию о его поведении в культурных и сорных растениях.

Таблица 2 Пути разложения карагарда в сорных растениях

Остатки карагарда, мг/кг

| Культура | День после обработки | Исследуемый объект | карагард | | ГС-11526 | ГС-20319 | СН ₂ -карагард | ОН-карагард |
|----------|----------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|----------|---------------------------|-------------|
| | | | СI- | ОСН ₂ - | | | | |
| Гуляя | Через 4 ч | зеленая масса | 0.30 | 0.20 | 0 | 0 | 0 | 0.60 |
| | | почва | 6.60 | 5.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | зеленая масса | 1.20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | почва | 0.05 | 0.03 | 0 | следы | следы | 0 |
| | 4 | зеленая масса | 2.00 | 0.65 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | почва | 0.61 | следы | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 8 | зеленая масса | 7.50 | 7.50 | 0 | 2.50 | следы | 0 |
| | | почва | 0.20 | 0.05 | 0 | 0.07 | следы | следы |
| | 10 | зеленая масса | 1.32 | 0.67 | 0 | 0.67 | следы | следы |
| | | почва | 0.18 | 0.03 | 0 | следы | следы | 0 |
| Кислица | 2 | зеленая масса | 16.00 | 12.00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | зеленая масса | 12.00 | 8.00 | 0 | 1.00 | 4.00 | 0 |
| | 8 | зеленая масса | 2.50 | 5.00 | 0 | 1.50 | следы | 0 |
| Ширшя | Через 4 ч | зеленая масса | 0.16 | следы | 0 | 0.60 | 0 | 0.08 |
| | | почва | 2.40 | 1.60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | зеленая масса | 1.40 | 0.30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | почва | 0.06 | 0.03 | следы | следы | 0 | 0 |
| | 4 | зеленая масса | 2.70 | 0.90 | 0 | 0.90 | 0.90 | 0 |
| | | почва | 0.04 | 0.02 | 0 | 0.03 | следы | следы |
| | 8 | зеленая масса | 12.50 | 12.51 | 0 | 2.50 | следы | 0 |
| | | почва | 0.045 | 0.015 | 0 | 0.02 | 0 | 0 |
| | 25 | зеленая масса | следы | 1.30 | 0 | 1.30 | 1.30 | 0 |
| | | почва | 0.05 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ях. По наличию токсичных метаболитов, их обезвреживанию самим растением и подавлению синтеза пигментов мы уже можем, хотя бы косвенно, судить об устойчивости или чувствительности растения к испытываемому гербициду.

Рассмотренный перечень возможных путей метаболизма карагарда свидетельствует о многообразии способов детоксикации его в почве и растениях, определяющих в конечном итоге устойчивость культур к этому препарату. Нарушение четкой детоксикации, замечаемой нами иногда, говорит о том, что растения и почвенные микроорганизмы могут как адсорбировать гербицид, так и высвобождать его.

Надо полагать, что у всех чувствительных к симм-триазиновым соединениям растений центры действия препаратов (в том числе и карагарда) находятся в хлоропластах растений. Об этом свидетельствует ингибирование синтеза ассимилирующих пигментов, особенно хлорофиллов «а» и «б», которые в контроле, наоборот, накапливаются. По-видимому, изменения в содержании зеленых пигментов в листе могут быть вызваны прежде всего нарушением сбалансированности процессов их синтеза и распада.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бажанова Н. В., Оганесян Л. А. Сообщ. Ин-та агрохим. пробл. и гидропоники, 12, 66—74, 1972.
2. Бажанова Н. В., Алтунян М. Г. Тез. докл. XII Междунар. бот. конгр., 2, 419, 1975.
3. Бажанова Н. В., Алтунян М. Г. Биолог. ж. Армении, 29, 9, 49—52, 1976.
4. Зинченко В. А. Природа действия гербицидов, производных триазина, на растения. 23, М., 1972.
5. Петросян М. С., Степанян Ж. С., Василенко А. Е., Арутюнян Ж. А. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. 8, 80—93, М., 1977.
6. Петросян М. С. Автореф. канд. дисс. 22, М., 1979.
7. Gysin H., Knäsel E. Controle Research—Interscience, 3, 600, 1969.
8. Radoshevich S. R., Appleby A. P. Weed Sci., 21, 6, 497—501, 1979.
9. Sutton D. L., Bigham S. W. Weed Sci., 17, 4, 431—435, 1969.

Поступило 2.IX 1987 г.

Биолог. ж. Армении. т. 41, № 6, 1988 г.

УДК 632.753:632.936:631.544

ПРИМЕНЕНИЕ ЦВЕТОЛОВУШЕК ДЛЯ БОРЬБЫ С ТЕПЛИЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКОЙ *TRIALEURODES VAPORARIORUM* WESTW

С. Е. ЕДИГАРЯН, Л. О. ВАРДАНЯН, Дж. А. ЕРИЦЯН

Институт защиты растений Госагропрома АрмССР, пос. Мериаван

Выявлен положительный колоротаксис у имаго тепличной белокрылки, предпочитаемый цвет—светло-желтый (лимонный). Определены оптимальные условия применения этой особенности этологии вредителя против него же в качестве безопасного для окружающей среды способа борьбы. При этом установлены: материал, размеры, форма цветоловушка, марка клея, экспозиция и расположение ловушек и теплице среди растений томата и огурца. Разработана методика учета отловов и эффективности ловушек в отношении снижения численности вредителя.

Վերջ հասնվելի զերմաստանյին սպիտակաթևի մետ դրական կոլորոտաքսիսի ներույթը՝ գերազատում է բաց դեղին (կիտրոնի) գույնը: Պարզվել է նաև փաստատուի վարքագծի նշված առանձնահատկության կիրառման օպտիմալ պայմանները որպես պայքարի նոր անվտանգ միջոց նրա իսկ դեմ օգտագործելու նամար: Որոշվել է նաև ստանդի տեսակը, գունաթակարդի չափերը, ձևը, նյութը, դիրքը շերմատանը տոմատի և վարունսի բույսերի նկատմամբ: Մշակվել է որովամ փաստատուի հաշվառման և գունաթակարդի արդյունավետության որոշման մեթոդիկան:

Positive colorotaxis in imagoes of green—house whitefly was revealed. Light yellow (lemon yellow) colour was preferred. Optimal conditions for the application of this peculiarity of the pest ethology against itself were determined, thus making the control harmless for environment. The studies established the material, sizes and form of the colour trap, the mark of glue, trap exposition and distribution in green-houses among the plants of tomato and cucumber. Methods of taking records and determining efficiency of traps in the pressure of the pest population number were established.