

ГЕРБИЦИДЫ ТРИАЗИНОВОГО РЯДА

Кочетков П.П., соискатель

Глебов В.В., кандидат биологических наук, доцент

ФГАОУ ВО РУДН, vg44@mail.ru

Ключевые слова: сим-триазины, защита растений, сельское хозяйство, гербициды, экотоксичность.

Представлена информация общего действия гербицидов триазинового ряда. Показано, что гербициды по характеру воздействия на растительные сообщества делятся на группы сплошного и избирательного действия, которые позволяют уничтожать все виды растений. Отмечается, что триазины это гетероциклические соединения, структурную основу которых составляет шестичленный ароматический цикл с тремя атомами азота. В сельскохозяйственной практике при химической защите растений в основном используются симметричные триазины (сим-триазины) с атомами азота в положениях 1, 3 и 5.

Выращиваемые сельскохозяйственные культуры имеют разную конкурентную способность к сорнякам в борьбе за жизненные ресурсы (солнечный свет, влагу и питательные элементы). Чем больше комплексных требований (биотических, абиотических, экологических) к произрастанию сорных растений будут совпадать с требованиями культурных растений, тем успешнее сорняки будут развиваться в агроэкосистемах. Природа заселения и произрастания сорняков показывает, что часть сорных растений происходит из тех же мест, что и культурные растения. Другие сорные растения появились лишь в исторически недавнее время. Третья группа сорняков (большая часть) произошла от местных дикорастущих растений [1].

Отмечается интересный факт, что значительная часть сорных растений относятся к свободно живущим видам. Они активно растут среди культурных растений, снижая тем самым урожайность культурных посевов.

С бурным развитием химической промышленности и выпуском средств химической защиты растений появилась возможность успешно бороться с сорняками. В этом аспекте достаточно хорошо себя зарекомендовали гербициды, которые существенно снижают экономические затраты на борьбу с сорняками, способствуя повышению урожайности выращиваемых культурных растений. Наиболее успешно в

сельском хозяйстве при химической защите культурных растений применяются триазиновые пестициды [2].

Общая характеристика пестицидов

Гербициды по характеру воздействия на растительные сообщества делятся на две основные подгруппы [4]:

- сплошного действия, которые позволяют уничтожать все виды растений;

-избирательного действия, которые представляют опасность для определенных видов растений и будут безопасными для других растительных видов.

Безусловно, такое деление имеет условность, так как одни и те же вещества в зависимости от вносимых концентраций и норм расхода ядохимикатов могут проявлять как сплошное, так и избирательное действие [3].

По признакам воздействия и особенностям применения (введение в корневую систему растений или опрыскивание листовой поверхности растений и др.) гербициды можно разделить на три подгруппы [1]:

-контактного действия,

-системного действия,

-действующие на корневую систему растений или на прорастающие семена.

При контактном воздействии гербицидов происходит поражение листовой и стеблевой части растений, в результате которого наблюдается нарушение физиологических процессов жизнедеятельности растений, в последствие чего происходит гибель. Однако необходимо отметить, что возможно отрастание новых побегов и дальнейшее развитие пораженного растения [1].

К гербицидам системного действия относят химические вещества, которые способны передвигаться по сосудистой системе растений. Пестициды такого класса, попадая на листовую и корневую поверхность растения, распространяются по всему растению и вызывают его гибель. Используя гербициды системного действия, можно успешно вести борьбу с сорными растениями, особенно с сорняками, у которых в наличии мощная корневая система [1].

Гербициды третьей подгруппы вносят в почву для уничтожения семян, в том числе прорастающих, и корней сорных растений. Важным условием безопасного применения гербицидов разных классов является отсутствие у них бластомогенного, тератогенного, мутагенного, гонадотропного, эмбриотоксического действия и других возможных отдаленных последствий [2].

Таблица – Краткая информация гербицидов триазинового ряда [1]

Активное вещество	Экотоксичность	Деградация
Атразин	Класс токсичности – III; перорально ЛД ₅₀ для крыс – 1869-3090 мг/кг; через кожу и глаза ЛД ₅₀ для крыс 1869-3090 мг/кг, мышей >3992 мг/кг; при вдыхании (4 ч) ЛК ₅₀ для крыс >5,8 мг/л воздуха; для рыб ЛК ₅₀ (96 ч) 4,5-7,6 мг/л, дафний ЛК ₅₀ – 6,9 (48 ч) мг/л.	В почве полевое ВД ₅₀ 16-77 д. (в сред. 41 д.); в природных водах, ВД ₅₀ 10-150 д. (в сред. 55 д.); во всех условиях, большинством метаболитов являются диетил атразин и гидроксиатразин
Прометрин	Класс токсичности – III; перорально ЛД ₅₀ для крыс > 2000 мг/кг; через кожу и глаза ЛД ₅₀ для крыс >3100, для кроликов >2020 мг/кг; при вдыхании (4 ч) ЛД ₅₀ для крыс >5170 мг/л; для рыб ЛК ₅₀ (96 ч) 5,5-7,9 мг/л, дафний ЛК ₅₀ – 12,66 (48 ч) мг/л.	В почве малоподвижен, микробильное разложение, происходит с окислением метилтио группы до гидрокси метаболитов, и деалкиляции боковых цепей, среднее ВД ₅₀ в почве – 50д. (14-158 д.)
Пропазин	Класс токсичности – IV; перорально ЛД ₅₀ для крыс >7000 мг/кг; через кожу и глаза ЛД ₅₀ для крыс >3100, для кроликов >10200 мг/кг; при вдыхании (4 ч) ЛД ₅₀ для кроликов >2,04 мг/л воздуха; для рыб ЛК ₅₀ (96 ч) 17,5-100 мг/л; не токсичен для пчёл.	В почве ВД ₅₀ – 80-100 д., мобилен, микробильное разложение происходит, с гидролизом атома хлора и получением гидроксипропазина, при деалкиляции обоих заместителей аминогруппы, происходит разрыв и разрушение кольца.
Симазин	Класс токсичности – IV; перорально ЛД ₅₀ для крыс 500-10000 мг/кг; через кожу и глаза ЛД ₅₀ для крыс >2000 мг/кг; при вдыхании (4 ч) ЛД ₅₀ для крыс >5,5 мг/л; для рыб ЛК ₅₀ (96 ч) 90-100 мг/л, дафний ЛК ₅₀ -100 мг/л (48 ч).	В почве ВД ₅₀ – 2710д. (в среднем 49 д.); температура и влажность являются основными факторами влияющими на степень разложения. Во всех условиях основными метаболитами являются диетилсимазин и гидроксисимазин.

Особенности триазиновых пестицидов

Широкое применение во всем мире в качестве гербицидов нашли гербициды триазинового ряда. Триазины – это гетероциклические соединения, структурную основу которых составляет шестичленный ароматический цикл с тремя атомами азота. На практике в основном используются симметричные триазины (сим-триазины) с атомами азота в положениях 1, 3 и 5 [1].

Эти химические вещества получают при взаимодействии трихлорциануровой кислоты с различными соединениями. Два атома хлора в кислоте замещаются другими группами, а третий либо остается, либо заменяется на метилтио- или метоксигруппу. Сим-триазины часто применяют как пестициды, красители и взрывчатые вещества [8].

Широкое использование сим-триазинов в качестве пестицидов началось с середины 1950-х годов. Они применяются для борьбы с сорняками, некоторые представители этой группы проявляют фунгицидные и инсектицидные свойства [9].

В практике защиты сельскохозяйственных растений применяют гербициды для борьбы с однолетними двудольными и однодольными растениями. Так, атразин, например, хорошо зарекомендовал себя против горца вьюнкового, горчицы полевой и других сорных растений [2]. В таблице дано краткое описание некоторых представителей сим-триазинов.

Симазин. Симазин относится к гербицидам сплошного действия, как и атразин, ингибируя фотосинтез сорняков. В почве его активность сохраняется в течении 2-7 месяцев после распыления. В настоящее время симазин запрещён в Европейском Союзе (EU directive 91/414/EEC). Влияет главным образом на функцию центральной нервной системы, в меньшей степени на периферическую кровь [7].

Атразин. Полураспад атразина в почве длится от 13 до 261 дня. В 2004 году атразин был запрещён в Европейском Союзе из-за его стойкого загрязнения грунтовых вод. Однако атразин остаётся одним из самых популярных гербицидов, и используется в более чем 80 странах по всему миру.

Гербициды проявляют высокую пестицидную активность в том случае, если углеводородные радикалы при экзоциклическом азоте имеют не более четырех атомов углерода. При увеличении углеводородной цепи радикалов при азоте (число атомов углерода более четырех) гербицидная активность соединения снижается. Аналогичная закономерность наблюдается и в ряду соединений структуры (3) [6].

Изучение зависимости активности от строения для данной группы соединений показало, что большое влияние на активность ока-

зывает не только характер заместителя в ароматическом радикале, но и его положение. Наиболее активны соединения, содержащие заместитель в положении 2. Введение заместителей в другие положения приводит к снижению гербицидной активности [1].

При введении второго заместителя гербицидная активность также снижается. Активными соединениями из этой группы являются вещества, содержащие в положении 2 следующие заместители: галогены, метил-, метокси-, сульфидную, сульфоновую группу, трифторметил, хлорметил, метоксикарбонил-, этоксикарбонил-, нитрогруппу и др. Совершенно неактивны соединения, содержащие в положении 2 карбоксигруппу.

При изменении структуры ароматического и триазинового циклов меняется не только активность соединения, но и избирательность действия.

Изучение механизма биологического действия некоторых соединений этого класса показало, что они являются чрезвычайно эффективными ингибиторами клеточного деления и блокируют в растениях биосинтез валина и изолейцина [5]. В устойчивых к гербицидам данного типа растениях происходит частичное разложение вещества и связывание с продуктами жизнедеятельности растений [15], в результате гербицидные свойства препарата теряются.

Таким образом, основными метаболическими превращениями гербицидных триазинов в почве являются реакции окисления, гидролиза и дезалкилирования. На схеме ниже показаны пути метаболизма прометрина [1], которые характерны для большинства гербицидов из группы 4,6 – бис(алкиламино) – 2-хлор – 1,3,5 – триазинов. Механизм гербицидного действия большинства производных 1,3,5 – триазина основан на торможении реакции Хилла [23]. Полагают, что в растениях, устойчивых к действию 4,6 – бис (алкиламино) – 2-хлор – 1,3,5 – триазинов, происходит быстрый их гидролиз с образованием нетоксичного для растений 2-гидрокси-производного [1].

Библиографический список:

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: В 2 т. Том 1. Пер. с англ. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Огго, М. Видмера. М.: Мир, АСТ. – 2004. – 608 с.

2. Мартыненко, В.И. Пестициды: / В.И.Мартыненко, В.К. Промоненков, С.С. Кукаленко, С.Д. Володкович, В.А. Каспаров / Справочник. – М.: Агропромиздат. – 1992. – 368 с.

3. Чигрин, А.В. Разработка количественного иммуноферментного анализа хлорсульфурона / А.В. Чигрин, А.М. Умнов, Г.Д. Соколова, П.С.

Хохлов, Д.И. Чкаников // Агрохимия. – 1989. – № 8. – С. – 119-123.

4. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М.: Техносфера. – 2005. – 335 с.

5. Microplate immunoassay technique using polyelectrolyte carriers: Kinetic studies and application to detection of the herbicide atrazine // *Analytica Chimica Acta*. 1999. V. 399. – № 1-2. – P. 151-160.

6. Starodub, N.F. Immunosensor for the determination of the herbicide simazine based on an ion-selective field-effect transistor / N.F. Starodub, B.B. Dzantiev, V.M. Starodub, A.V. Zherdev // *Analytica Chimica Acta*. 2000. V. 424. – P. 37-43.

7. Vianello, F. Continuous flow immunosensor for atrazine detection / F. Vianello, L. Signor, A. Pizzariello, M.L. Di Paolo, M. Scarpa, B. Hock, T. Giersch, A. Rigo // *Biosensors & Bioelectronics*. 1998. – V. 13. – P. 45-53.

8. Wittmann, C. Development of an ELISA for the analysis of atrazine metabolites deethylatrazine and deisopropylatrazine / C. Wittmann, B. Hock // *J. Agric. Food Chem*. 1991. – V. 39. – № 6.1. – P. 1194-1200.

9. Zeravik, J. A highly sensitive flow-through amperometric immunosensor based on the Peroxidase chip and enzyme-channeling principle / J. Zeravik, T. Ruzgas, M. Franek // *Biosensors & Bioelectronics*.- 2003. V. 18. – P. 1321-1327.

ROW TRIAZINOVY HERBICIDES

Kochetkov P. P., applicant

Glebov V.V., Candidate of Biology, Associate Professor of the Peoples' Friendship University of Russia

Key words: *this-triazine, protection of plants, agriculture, herbicides, ecotoxicity.*

Information of the general effect of herbicides of a triazine row is provided. It is shown that herbicides on the nature of impact on vegetable communities are divided into groups of continuous and selective action which allow destroying all species of plants. It is noted that triazines are heterocyclic compounds which structural basis is made by a six-membered aromatic cycle with three atoms of nitrogen. In agricultural practice at chemical protection of plants symmetric triazines with nitrogen atoms in provisions 1,3 and 5 are generally used.