

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ

Р.М. Островская

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия, [ostrov.ram@yandex.ru](mailto:ostrov.ram@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе проведено биотестирование шести пестицидов на пшенице и дрожжах *Saccharomyces cerevisiae*. Фитотоксичность пестицидов оценивалась по влиянию на ростовые показатели пшеницы и активность каталазы, токсичность для дрожжей – по влиянию на активность каталазы и интенсивность спиртового брожения. Исследована также фитотоксичность водных вытяжек из почвы, в которую были введены гербициды. Обсуждаются полученные результаты.

**Ключевые слова:** пестициды, биотестирование, фитотоксичность, каталаза, интенсивность спиртового брожения

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-1106-1110

По данным Chemical Abstracts Service от 03.08.2015 г. официально зарегистрировано более 101 миллиона органических и неорганических соединений [<https://www.cas.org>]. Более трети из этих веществ находится в хозяйственном обороте с разными целями, их применение регламентируется соответствующими документами. Помимо использования в различных отраслях промышленности как технологических продуктов, в сельском хозяйстве, фармакологии, косметологии, быту и т.д., они также выбрасываются в окружающую среду как промышленные отходы и составные части выхлопных газов автомобилей.

Многие из используемых веществ являются ксенобиотиками, и это, прежде всего, касается пестицидов – веществ, в основном, синтетического происхождения, имеющих разную химическую природу и предназначенных для защиты от организмов, которые наносят ущерб растениеводству и животноводству, вызывают ухудшение качества сельскохозяйственной продукции, материалов и изделий, а также являются паразитами и переносчиками опасных заболеваний человека. На конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. пестициды, наряду с тяжелыми металлами, были отнесены к преобладающим в природе загрязняющим веществам [Данилов-Данильян, Лосев, 2000; Коптюг, 1992]. Высокая экологическая опасность пестицидов связана с их устойчивостью к разложению и способностью аккумулироваться в организмах, связанных трофическими отношениями [Geiger et al., 2010]. Для подавляющего большинства пестицидов характерна мутагенная и канцерогенная активность [Абилев, Глазер, 2013]. Несмотря на экологическую и генетическую опасность пестицидов и существование альтернативных методов, химический метод защиты растений на протяжении многих лет продолжает оставаться основным и наиболее эффективным.

Важнейшими классами пестицидов, обеспечивающих жизнеспособность культурных растений, а также позволяющих сохранять урожай как «на корню», так и при его хранении после уборки, являются инсектициды, гербициды и фунгициды. В настоящее время существует широкий ассортимент веществ, применяемых для защиты растений от насекомых, сорняков и грибов в условиях сельскохозяйственного производства или садово-огороднических хозяйств [Список пестицидов..., 2000]. Исследования токсичности пестицидов и отдаленных последствий их действия как для целевых организмов, являющихся мишенями действия препаратов, так и для

нецелевых видов и, в первую очередь, для защищаемых ими сельскохозяйственных растений крайне важны.

В аннотациях к коммерческим препаратам пестицидов разной направленности наряду с рекомендуемыми способами применения и концентрациями декларируется также эффективность пестицидов по отношению к целевым объектам, класс токсичности, степень безопасности для нецелевых объектов, показатели устойчивости к разрушению в природных условиях и, в частности, скорость их деструкции в почве. Всегда ли эти декларации соответствуют действительности?

В настоящей работе проведено биотестирование шести коммерческих препаратов пестицидов, три из которых представляют собой инсектициды, два – гербициды и один – фунгицид. При их выборе учитывались такие характеристики как умеренная степень токсичности, быстрое разложение в почве и, вследствие этого, безопасность для семян культурных растений, которые можно высевать уже спустя неделю после применения препаратов. В таблице приведены исследованные пестициды и диапазон использованных концентраций, в который входили рекомендованные (одна или более) для использования, а также кратно отличающиеся от рекомендованных в (+) и (–) сторону.

Исследование пестицидов проводилось на растениях (мягкая пшеница, озимая, сорт «Иркутская») и грибах (дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*). Фитотоксичность оценивали по влиянию веществ на прорастание семян и рост проростков пшеницы, а также на активность каталазы, фунгицидность – по влиянию на интенсивность спиртового брожения и активность каталазы. Критерием активности каталазы, катализирующей разложение пероксида водорода ( $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2 \uparrow$ ), служил объем пены, образующейся в результате выделения молекулярного кислорода над поверхностью реакционной смеси [Островская, 2014]. Об уровне спиртового брожения у дрожжей судили также по интенсивности пенообразования, но в этом случае, связанном с выделением  $CO_2$  [Вятчина и др., 2015].

Для оценки влияния пестицидов на ростовые показатели растений семена пшеницы проращивали на растворах пестицидов в течение трех суток, после чего определяли долю проросших семян, а у проростков подсчитывали число корешков и измеряли их длину, также как длину coleoptilya. В качестве контроля была использована отстоянная водопроводная вода.

Все исследованные инсектициды и гербициды подавляли активность каталазы пшеницы в трехсуточных проростках пшеницы, причем раундап, цифокс и фипронил – во всем диапазоне исследованных концентраций, а децис и торнадо – при двух концентрациях: одной из рекомендованных и при максимальной.

Оба исследованных гербицида сильно ингибировали прорастание семян при всех использованных концентрациях, причем прорастание на 100% «замирало» на этапе проклевывания семян и дальнейшего роста проростков не происходило. Инсектициды также ингибировали ростовые характеристики пшеницы, но в меньшей степени, чем гербициды: эффект подавления прорастания семян и роста проростков проявлялся в прямой зависимости от концентрации препарата.

Фунгицид «Тиовит Джет» не оказал никакого влияния на прорастание семян пшеницы, его ингибирующий эффект на рост проростков оказался очень слабым, причем только при максимальной концентрации он был статистически достоверным, а в отношении активности каталазы в проростках пшеницы в результате его воздействия наблюдался даже эффект стимуляции. Таким образом, данный фунгицид практически не является фитотоксичным. В то же время фунгицид показал токсичность для дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* как по активности каталазы, так и по интенсивности процесса брожения, хотя эффект ингибирования был относительно небольшим. На

слабую фунгицидную активность препарата «Тиовит Джет» указывает также обнаруженный нами факт развития плесневых грибов (к настоящему времени не определены), спорами которых были заражены семена пшеницы, в ходе их проращивания, как в контроле, так и в присутствии фунгицида.

**Таблица.**

**Характеристика использованных в работе пестицидов**

Тип	Коммерческое название	Действующее вещество	Использованные концентрации
Инсектициды	Адонис	Фипронил класс фенилпиразолов	4% 0,4%* 0,08%* 0,01%* 0,04%* 0,005%* 0,004%* 0,001%* 0,0002%
	Цифокс	Циперметрин (пиретроид второго поколения)	2% 0,5% 0,1%* 0,02%* 0,004%
	Децис**	Дельтаметрин (пиретроид второго поколения)	0,005 0,0005* 0,0001 0,00005
Гербициды	Раундап**	Глифосат N-(фосфонометил)-глицин	0,006 0,0012* 0,0006 0,0001
	Торнадо**	На основе глифосата	0,125 0,025* 0,008 0,002
Фунгицид	Тиовит (Тиовит Джет)	Вододиспергируемые гранулы серы 800 г/кг	4% 0,8%* 0,3%* 0,06%

\*Концентрации пестицидов, отмеченные одной звездочкой, входят в диапазон концентраций, рекомендованных к использованию.

\*\*Для пестицидов, отмеченных двумя звездочками, концентрации выражены объемом исходного раствора вещества в мл на 1 мл воды.

Так, в одной из двух повторностей опыта, в которой семена пшеницы (в силу обстоятельств) не были подвергнуты протравливанию раствором перманганата калия перед закладкой в опыт, наблюдали 100%-ное развитие плесневых грибов во всех чашках Петри. Достаточно жесткое протравливание семян во второй повторности, хотя и уменьшило степень зараженности семян грибами, однако развитие грибов не происходило вообще только при максимальной концентрации фунгицида, тогда как при остальных трех концентрациях оно происходило в 25-50% чашек при 75% в контроле. Таким образом, данный фунгицид «не справился со своей фунгицидной задачей», и, следовательно, его описание как эффективного препарата не подтверждается в наших экспериментах.

Привлекательной характеристикой раундапа является то, что данный препарат, в соответствии с его описанием, не воздействуют на растения через почву и не препятствуют прорастанию семян, т.к. он может проникать только через листья или молодые побеги. Оказавшись в почве, раундап быстро теряет активность и разлагается на естественные природные вещества. Представляло интерес проверить истинность данного утверждения. С этой целью был поставлен опыт по исследованию фитотоксичности водных вытяжек из почвы [Антипова-Каратаева, 1966], в которую был внесен гербицид раундап в разных концентрациях. Установлено сильное ингибирующее влияние водных вытяжек из почвы на ростовые показатели пшеницы в течение всего периода исследования – от 2 до 18 дней после внесения препарата в почву. Это указывает на отсутствие декларированного быстрого разложения раундапа в почве и возможность его отрицательного влияния на культурные растения через почву в полевых условиях. Аналогичные результаты были получены и на другом гербициде – торнадо. Водные вытяжки из почвы проявляли фитотоксичность и спустя 30 суток после внесения данного гербицида при определенных концентрациях. По-видимому, для полной деструкции данного гербицида с полным исчезновением остаточных проявлений токсичности требуется, как минимум, больший срок, чем 1 месяц, который указывается в аннотации к препарату.

Полученные данные вновь указывают на риски, связанные с использованием пестицидов, подтверждают предположение о недостаточной изученности токсичности пестицидов для хозяйственно ценных растений, и указывают на целесообразность использования уже разработанных альтернативных методов защиты растений и разработки новых, включая получение устойчивых к пестицидам сортов растений методами геной инженерии. Результаты настоящего исследования свидетельствуют также о том, что реальные характеристики пестицидов далеко не всегда соответствуют тем, которые задекларированы в аннотациях к препаратам.

#### Литература

Абилев С.К., Глазер В.М. Генетическая токсикология: итоги и проблемы // Генетика. – 2013. – Т. 49, № 1. – С. 81–93.

Антипова-Каратаева И.Н. (ред.) Физико-химические методы исследования почв. – М.: Наука, 1966. – 200 с.

Вятчина О.Ф., Жданова Г.О., Стом Д.И., Хамаганова Е.Р. Оценка токсичности пестицидов с использованием *Saccharomyces cerevisiae* // В мире научных открытий. – 2015. – № 12.2. – С. 397–410.

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 416 с.

Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Информ. обзор Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.). – Новосибирск: СО РАН, 1992. – 62 с.

Островская Р.М. Фитотоксичность пестицидов, применяемых для химической защиты хозяйственно ценных растений // Экосистемы озера Байкал и Восточной Азии : мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участ. ФГБОУ ВПО «ИГУ»; [редкол.: А.Н. Матвеев, А.А. Приставка]. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2014. – С. 85–87.

Список пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2000 год. (Приложение к журналу "Защита и карантин растений". – 2000. – № 3. – С. 350). – М.: Колос, 2000. – 304 с.

Geiger F. et al. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland // Basic and Applied Ecology. – 2010. – V. 11, I. 2. – P. 97–105.

## THE BIOTESTING OF THE PESTICIDES BY THE USING OF PLANTS AND FUNGI

R.M. Ostrovskaya

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia, *ostrov.ram@yandex.ru*

**Abstract.** In the study it was conducted the biotesting of six pesticides on the wheat and yeast *Saccharomyces cerevisiae*. The pesticide was evaluated by the effect on the wheat growing features and the catalase activity, the toxicity for yeast – by the catalase activity and the intensity of ethyl-alcohol fermentation. The phytotoxicity of the aqueous extracts from the soil with introduced herbicides was also investigated. The results obtained are discussed.

**Keywords:** *pesticide, biotesting, phytotoxicity, catalase activity, intensity of ethyl-alcohol fermentation*