

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ КРЫМА
ПЕСТИЦИДАМИ И СОЛЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Е. Е. Ибрагимова, Д. В. Баличиева, Э. Р. Алиев

РВНЗ «Крымский инженерно-педагогический университет»

ЕКОЛОГІЧНА І ФІТОТОКСИЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ҐРУНТІВ КРИМА

ПЕСТИЦИДАМИ ТА СОЛЯМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

У сільськогосподарських ґрунтах, розташованих уздовж автострад, виявлені незначні залишкові кількості пестицидів (Байлетон, БІ-58, Інсегар) і солі важких металів (свинець, мідь, цинк). Ґрунти забруднені залишковими кількостями пестицидів та солями важких металів, чинять комплексний фітотоксичний ефект, який виявляється в інгібуванні ростових процесів корінців цибулі

Ключові слова: залишкові кількості пестицидів, важкі метали, цибуля, фітотоксичність, екологічна оцінка, забруднення.

E. E. Ibragimova, D. V. Balichiyeva, E. R. Aliyev

Crimean Engineering and Pedagogical University

ECOLOGIC AND PHYTOTOXIC ESTIMATION OF POLLUTION

OF CRIMEAN AGRICULTURAL SOILS BY PESTICIDES AND HEAVY METALS' SALTS

It was found that pesticide residues (Buyleton, Insegar, Phosphamid) in the small quantities and heavy metals' salts (lead, copper, zinc) does present in the agricultural fields, located along motorways. Earth polluted by residual quantities of pesticides and heavy metals' salts exert complex phytotoxic influence that become apparent in inhibition of the onions rootlets growth processes.

Keywords: residual quantities of pesticides, heavy metals, onion, phytotoxic, ecologic estimation, pollution.

Известно, что сельскохозяйственное производство является одним из важных загрязнителей окружающей среды, которое неблагоприятно воздействует на природу и здоровье человека (*Rapport d'evaluation ...*, 2000). В сельском хозяйстве интенсивно используется большое количество ядохимикатов и удобрений. При невысокой культуре земледелия часть их попадает в подземные и поверхностные воды, загрязняет сельскохозяйственную продукцию, убивает живые организмы, нарушая равновесие в природной среде (*Справочник по пестицидам*, 1997).

В настоящее время сельскохозяйственные угодья Автономной республики Крым занимают большие площади – более 60 % – при сравнительно небольшой урожайности возделываемых культур. Это много, если учесть, что, по рекомендациям экологов, площадь естественных ландшафтов должна составлять не более 30 % (Багрова, 2001). При этом основная масса сельскохозяйственных угодий сосредоточена вдоль многочисленных автострад полуострова. Функционирование автодорог неизбежно сказывается на состоянии окружающей среды. В почвы попадают тяжёлые металлы из выхлопных труб автомобилей, воздушный бассейн загрязняется газообразными выбросами и шумами. Выявлено повышенное аккумулятивное накопление солей тяжёлых металлов в почве придорожной обочины вдоль автострады, что является следствием большой интенсивности движения автотранспорта (*Moslehuddin Abu Zofar, Laizoo Salma, Egashira Kazuhio*, 1998). В выбросах автотранспорта содержится большое количество экотоксикантов, к числу наиболее значимых можно отнести оксиды углерода, углеводороды (канцерогенные бензопирены, формальдегид, бензол), окси-

ды азота, сажа, *Pb*, *Ni*, *Cr*, *Cd*, *Cu* и *Zn*, диоксид серы, альдегиды. Загрязнение распространяется на расстояние 100–300 м от автомобильных дорог (Багрова, 2001).

На наш взгляд, большой научный и практический интерес представляют исследования, направленные на изучение почвенных образцов сельскохозяйственных угодий, расположенных вдоль автострад, так как почва является основным приемником различных загрязнителей. По нашему мнению, данные почвы испытывают двойной техногенный стресс: регулярные обработки пестицидами и выбросы автотранспортных средств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для анализа были выбраны районы Крымского региона, с которых отбирались почвенные образцы сельскохозяйственных угодий, расположенных вдоль автострад с интенсивным движением автотранспорта. Нами проведено исследование почвенных образцов из следующих зон АРК: I – г. Алушта, II – Бахчисарайский (с. Брянское) и III – Симферопольский (с. Кольчугино) районы, в которых возделываются виноградники. Почвенные образцы, несущие информацию об изучаемых территориях, для наилучшей оценки отбирались в случайно выбранных точках в пределах всей изучаемой площади (Николаенко, 1996). Отбор осуществлялся с глубины 0–15 см на расстоянии 50 м от обочины. Остаточные количества пестицидов в почвах и содержание в них тяжелых металлов определяли методами газожидкостной и тонкослойной хроматографии (Методические указания ..., 1991; Справочник: методы определения ..., 1992), атомно-абсорбционной спектрометрии и полярографии (Предельно-допустимые концентрации ..., 1979, 1985).

Определение фитотоксичности почв, загрязненных различными поллютантами, проводили методом проростков, который основан на реакции тест-культур на содержание в почве различных загрязнителей и позволяет выявить токсичное (ингибирующее) действие различных поллютантов на проростки тест-культур (Лозановская, 1998). Для определения фитотоксичности почвенных образцов использовали тест-систему лука, являющуюся классическим методом исследования токсического воздействия поллютантов на живые объекты (Довгальук, 2001). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета прикладных программ *Microsoft Excel 2000*. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали *t*-критерий Стьюдента (Плохинский, 1970).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что содержание практически всех тяжелых металлов в почвах находится в пределах, значительно превышающих установленные санитарно-гигиенические нормативы. Остаточные количества пестицидов обнаружены в очень малых количествах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание остаточных количеств пестицидов и солей тяжелых металлов в почвах городов и районов Крыма

Районы	Обнаруженные количества экотоксикантов, мг/кг					
	Пестициды			Соли тяжелых металлов		
	Байлетон	БИ-58	Инсегар	Pb	Cu	Zn
I	0,01±0,002	0,05±0,002	0,01±0,004	<u>63,0*</u> ±2,00	3,4±0,22	20,0±0,50
II	0,005±0,0003	0,03±0,004	0,003±0,0004	34,0±0,81	3,0±0,37	18,0±0,62
III	–	0,01±0,002	0,002±0,0007	<u>80,2</u> ±1,71	<u>12,1</u> ±0,33	18,5±0,56
ПДК	0,03	0,3	0,03	32,0	3,0	23,0

* Подчеркивание означает превышение ПДК.

Анализируя полученные данные, можно прийти к заключению, что в исследованных почвенных образцах содержание остаточных количеств пестицидов – в пределах нормы. Так, в г. Алуште остаточные количества Байлетона и Инсегара в три раза ниже ПДК, БИ-58 – в 6 раз ниже установленной нормы. Аналогичная тенденция на-

блюдается и в районах. В Бахчисарайском районе содержание Байлетона в 6 раз ниже нормы, БИ-58 и Инсегара – в 10 раз ниже. И на последнем месте по изученным пестицидам находится Симферопольский район, где обнаружены лишь незначительные следы пестицидов (БИ-58, Инсегар). По содержанию остаточных количеств пестицидов в почвах изученные объекты расположились в следующей последовательности:

Алушта > Бахчисарайский район > Симферопольский район (рис. 1).

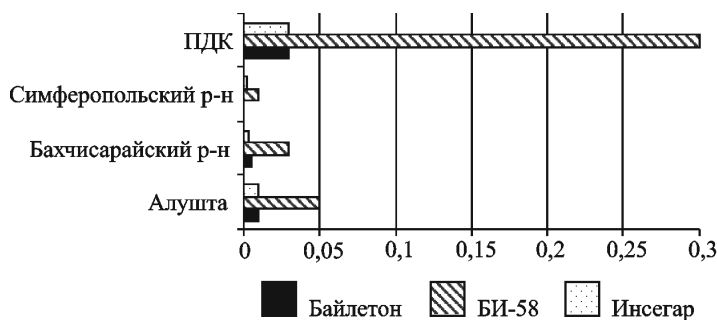


Рис. 1. Содержание в почвах остаточных количеств пестицидов, мг/кг

Однако, как свидетельствуют литературные данные, малое количество обнаруженных остатков ксенобиотиков может оказывать неблагоприятное воздействие на объекты окружающей среды. Так, при внесении в почвенный образец следующих загрязнителей: сульфат меди, α -нафтол, пиридин, гидрохинон, толуол, формальдегид, дельтаметрин (дэцис) в виде растворов в концентрациях 0,1; 1 и 10 ПДК, было обнаружено, что указанные препараты влияют на целлюлозоразрушающую, уреазную, каталазную активность почвы, изменяют выход в раствор аммонийного азота. Авторы отмечают, что под воздействием исследованных загрязнителей биологическая активность почвы изменяется неоднозначно, что определяется множественным характером взаимодействия поллютантов с почвенными ферментами и микроорганизмами (Кочетков, 1999).

Менее благоприятная обстановка наблюдается с загрязненностью почвенных угодий изученных районов тяжелыми металлами (рис. 2).

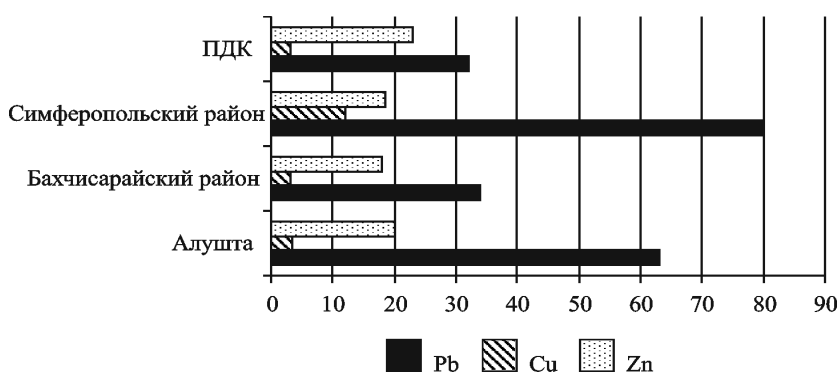


Рис. 2. Содержание в почвах солей тяжелых металлов, мг/кг

В г. Алуште содержание меди в 1,1 раза выше ПДК, в то время как содержание свинца превышает установленные санитарно-гигиенические нормы в два раза. Содержание *Zn* – в 1,1 раза ниже ПДК. В Бахчисарайском районе содержание меди регистрируется на уровне ПДК, содержание цинка – в пределах нормы (в 1,3 раза ниже ПДК), количество свинца превышает ПДК в 1,1 раза. Тревогу вызывают данные, полу-

ченные в Симферопольском районе, где обнаружено превышение содержания свинца в почве в 2,5 раза выше установленных санитарно-гигиенических норм. Содержание цинка – в пределах нормы, а по содержанию меди превышает установленные нормативы ПДК в 4 раза.

Таким образом, в изученных районах наблюдается прогрессирующее накопление в почвах тяжелых металлов, содержание которых приближается или даже превышает ПДК в несколько раз.

Параллельно нами была проведена оценка степени экологического загрязнения исследованных земельных угодий АР Крым, а также проведено их ранжирование по закрытой 100-балльной шкале оценивания степени загрязнения токсичными элементами (Титова, 2004). Преимуществом данного метода является оценивание степени загрязнения при наличии нескольких загрязняющих веществ, влияние которых в комплексе может быть существенным, даже если концентрация каждого из них будет несколько ниже ПДК. В результате проведенных расчетов на основе имеющейся информации о содержании в анализируемых почвах токсичных элементов, их фоновом значении и санитарно-гигиенических нормах, предъявляемых к данным соединениям, был установлен оценочный балл экологического загрязнения почв по следующей формуле:

$$D = \sum_{i=1}^N [(C_i / C_{i_{\text{фон}}}) K_i],$$

где D – приведенный суммарный коэффициент концентрации; C_i – содержание элемента в изучаемой почве, мг/кг; $C_{i_{\text{фон}}}$ – фоновое содержание элемента, мг/кг; K – коэффициент значимости элементов и соединений, обратно пропорциональный ПДК (ОДК) – 1/ПДК. Если содержание элемента или соединения равно либо ниже фоновому, отношение $C_i / C_{i_{\text{фон}}}$ принимается равным 1, то

$$D_{\text{фон}} = \sum_{i=1}^N K_i,$$

где $D_{\text{фон}}$ – приведенный суммарный коэффициент концентрации для фоновой почвы (оценочный балл равен 100).

$$B = D_{\text{фон}} \cdot 100 / D,$$

где B – интегральный оценочный балл, находящийся в пределах от 0 до 100.

Произведена экологическая оценка степени загрязнения почв солями тяжелых металлов и рассчитан оценочный балл (табл. 2).

Таблица 2

Содержание солей тяжелых металлов в почвах и экологическая (в баллах) оценка степени загрязнения

Район, город	Pb	Cu	Zn	$\sum D_i$	Балл, %
Алушта	63,0	3,4	20,0	0,8	48,7
Бахчисарайский р-н	34,0	3,0	18,0	0,5	85,1
Симферопольский р-н	80,2	12,1	18,5	1,2	32
$C_{i_{\text{фон}}}$	3,0	9,5	11,2	1,0	100
K_i	0,03	0,33	0,04	0,4	–

Установлено, что самый низкий оценочный балл – 32 % – в Симферопольском районе (с. Кольчугино). Полученный результат подтверждает наше предположение, что почвы сельскохозяйственных угодий, находящиеся вдоль автострад, аккумулируют тяжелые металлы.

По степени экологического загрязнения изученных почв исследованные районы расположились в следующей последовательности:

Симферопольский район > Алушта > Бахчисарайский район (рис. 3).

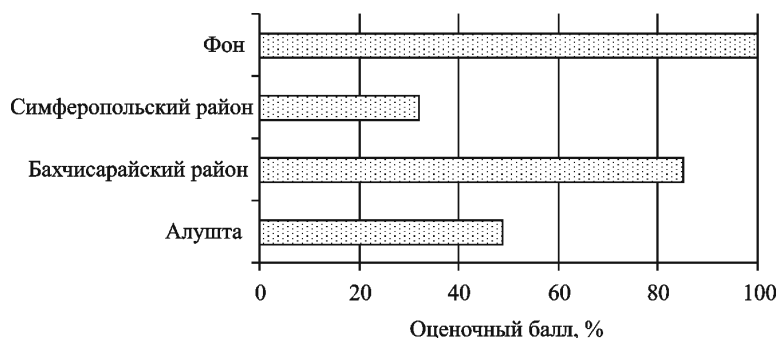


Рис. 3. Сравнительные показатели экологического загрязнения исследованных сельскохозяйственных почв и фоновых значений

Полученные данные свидетельствуют, что в сельскохозяйственных угодьях, расположенных вдоль автотрасс, наблюдается прогрессирующее накопление и загрязнение почв тяжелыми металлами. Данное обстоятельство вызывает тревогу, так как различные экотоксиканты могут вступать друг с другом во взаимодействие и образовывать более токсичные для объектов окружающей среды комплексы, создающие дополнительный мутагенный фон (Куриный, 1988). В связи с этим для более детального изучения совместного действия солей тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов необходимо проводить и цитогенетический анализ мутагенного эффекта исследуемых почв на тест-растениях.

Нами проведен анализ пестицидной нагрузки (кг/га) на обрабатываемые почвы в исследованных районах АРК за период 2004–2005 гг. Анализируя представленные данные, можно прийти к заключению, что за изученный период времени в Крыму отмечается тенденция к незначительному снижению количества используемых пестицидов. Очень четко данная тенденция прослеживается в г. Алуште, где имеет место некоторое снижение данного показателя. В Симферопольском районе количество используемых препаратов за изученный период времени осталось неизменным, в Бахчисарайском районе нормы используемых ксенобиотиков снизились в 1,2 раза по сравнению с периодом 2004 г. (рис. 4).

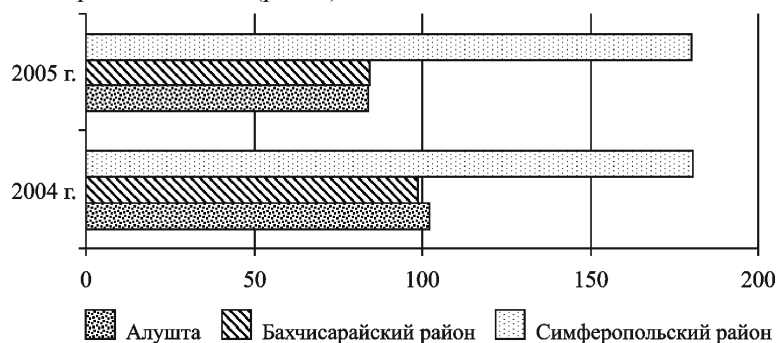


Рис. 4. Количество используемых пестицидов в Крымском регионе за период 2004–2005 гг., т

Однако необходимо отметить, что при указанной тенденции к уменьшению применяемых в сельскохозяйственном производстве препаратов нагрузка на гектар практически оказывается неизменной. Так, за период 2004–2005 гг. в Бахчисарайском районе данный показатель составил 1,1 кг/га, в Симферопольском районе – 2,5 кг/га,

при средней нагрузке 1,5 кг/га. Алушта характеризуется высокой пестицидной нагрузкой – 7,0 и 5,2 кг/га, что превышает среднюю нагрузку по региону в 3,2 и 5 раза соответственно (рис. 5).

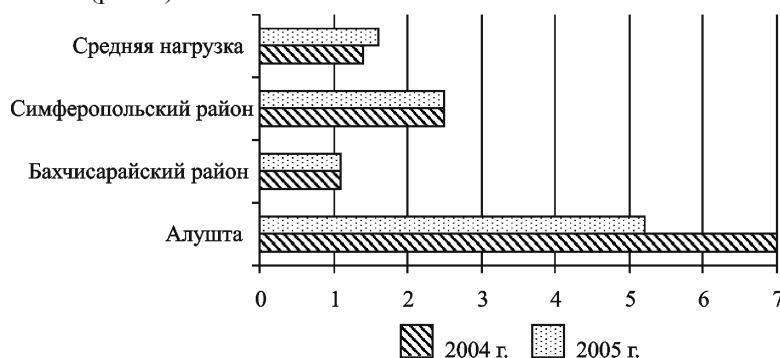


Рис. 5. Норма нагрузки пестицидов в исследованных районах Крымского региона за период 2004–2005 гг., кг/га

Для биологической индикации суммарного загрязнения почвы остатками токсических соединений широко используют тест-растения, обладающие максимальной выраженной чувствительностью к различным экотоксикантам. Исследования показали, что по чувствительности биометод сопоставим с инструментальными методами, а иногда и превосходит их (Ладонин, 1999). В частности, *Allium*-тест дает возможность изучить фитотоксичность на основе угнетения роста корней *Allium cepa* (Довгалюк, 2001).

Для наших исследований семена лука сорта Чеботарский были получены с кафедры растениеводства Крымского агрономического университета. Проращивание семян проводили при температуре +22 °С в темноте. На третьи сутки проросшие семена лука подвергали морфометрическому анализу.

Результаты проведенных исследований показали, что почвы, загрязненные тяжелыми металлами, оказывают негативное влияние на процесс элонгации корешков *Allium cepa*, проявляющийся в ингибировании их роста (табл. 4).

Таблица 4

Показатели фитотоксичности комплексного воздействия солей тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в почвах на процессы роста корешков *Allium cepa* L.

Вариант	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	M_0	$\Delta M_0, \%$	t_{ϕ}	ФЭ, %	ЕС ₁₀₋₉₀
Контроль	1,31±0,017	1,5	–	–	–	–
Фон (ТМ)	1,23±0,015	1,2	20,00	–	6,50	–
I (ТМ+ОКП)	0,92±0,015***	1	33,33	14,62***	29,77	ЕС ₅₀
II (ТМ+ОКП)	1,12±0,021***	1,2	20,00	4,26***	14,50	ЕС ₁₀
III (ТМ+ОКП)	0,74±0,017***	0,8	46,66	21,68***	43,51	ЕС ₅₀

Примечание. Отличия от контроля достоверны при: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; ΔM_0 – инкремент моды (превышение значения моды в контрольном варианте над наблюдаемым в опыте); t_{ϕ} – отличия опытных вариантов от фона; ТМ – тяжелые металлы; ОКП – остаточные количества пестицидов.

Морфологический анализ проростков, выращенных в почвах зоны I и III, позволил выявить слабое потемнение меристематических участков корней, переходящих у некоторых проростков в коричневые кончики корней, что, по-видимому, является последствием некроза клеток корневой меристемы (Довгалюк, 2001).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что почвы, загрязненные экотоксикантами, оказывают ингибирующее действие на ростовые процессы, протекающие в клетках корневой меристемы тест-культуры *Allium cepa*. Так, в почвах контрольного варианта опыта, не содержащих экотоксикантов, средняя длина корней

достигала 1,3 см. В фоновых почвах наблюдалось некоторое снижение данного показателя ($p > 0,05$). В Бахчисарайском районе (с. Брянское) регистрируется снижение длины корешков – в 1,16 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контрольным вариантом и в 1,1 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоном. Однако при более высоких показателях загрязнения почв поллютантами наблюдалось уменьшение длины корешков *Allium cepa* в зоне 2 в 1,42 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контролем и в 1,33 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоном. В Симферопольском районе (с. Кольчугино) регистрируется уменьшение вышеназванных показателей в 1,77 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контрольным вариантом и в 1,66 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоном (рис. 6).

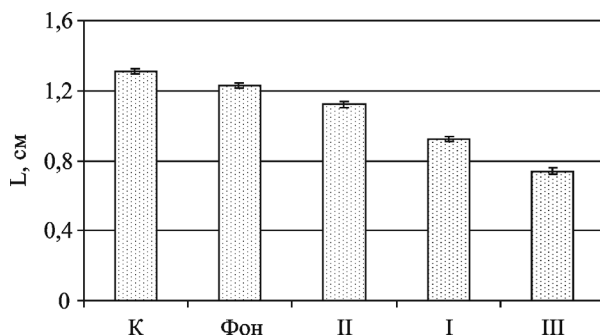


Рис. 6. Сравнительные показатели длины корешков *Allium cepa*, выращенных на субстратах, загрязненных тяжелыми металлами и остаточными количествами пестицидов, и на контрольном варианте

В литературе имеются сведения, что не всегда среднее арифметическое является надежной статистической оценкой и корректные оценки степени ингибирования роста корней могут быть получены на основе сравнения значений моды (Евсеева, 2005). В связи с этим нами были вычислены показатели моды (M_0) по каждому варианту исследования. Произведенные расчеты позволили выявить незначительные отличия по сравнению с величиной средней арифметической. Инкремент моды для опытных вариантов вычисляли по степени ингибирования роста корней.

Фитотоксический эффект – ФЭ (%) по длине корешков тест-растения рассчитывали по следующей формуле (Лозановская, 1998):

$$\text{ФЭ} = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \cdot 100,$$

где L_0 – средняя длина корешка контрольного растения, L_x – средняя длина корешка растения, выращенного на фитотоксической среде.

Проведенное вычисление показателя ФЭ по всем вариантам исследования дало следующие результаты (табл. 4). В фоновых образцах отмечалось 6%-ное ингибирование роста корней по сравнению с контролем. В Бахчисарайском районе – 14,5%-ное ингибирование ростовых процессов, в Алуште – 30%-ное и в Симферопольском районе – 43,5%-ное ингибирование. Нами было проведено ранжирование полученных данных по следующей классификации: инициальное (слаботоксичное), эффективное (среднетоксичное) и сублетальное (высокотоксичное) содержание токсических концентраций поллютантов в изученных почвенных образцах – соответственно EC_{10} , EC_{50} и EC_{90} , при которых наблюдалось ингибирование прироста корней тест-растения на 10, 50 и 90 % по сравнению с контролем (Довгалюк, 2001; Евсеева, 2005). Следовательно, в фоновых почвах (ТМ) экотоксиканты по своему влиянию не превышают статистически достоверного уровня по сравнению с контролем, в Бахчисарайском районе (ТМ + ОКП) регистрируется слаботоксичное действие, в г. Алуште и Симферопольском районе (ТМ + ОКП) отмечается эффективное или среднетоксичное действие поллютантов на рост корней лука соответственно по сравнению с контрольным вариантом. Полученные данные позволяют прийти к заключению, что почвы, загрязненные тяжелыми металлами и остаточными количествами пестицидов,

оказывают более выраженное ингибирующее действие на рост корешков *Allium cepa*, что, по-видимому, является последствием их совместного неблагоприятного воздействия на процесс элонгации корешков.

Полученные данные подтверждают необходимость проведения агроэкологического мониторинга с целью предупреждения возможных негативных последствий антропогенной деятельности на окружающую среду. На наш взгляд, неоспоримым фактом является необходимость проведения цитогенетических исследований по изучению влияния экотоксикантов на культурные растения, произрастающие в условиях экологического стресса и испытывающих различную степень антропогенной нагрузки. Дальнейшие наши исследования будут направлены на изучение последствий загрязнения сельскохозяйственных почв на возделываемые культуры и определение степени цитогенетического риска для них различных экотоксикантов.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в сельскохозяйственных угодьях, расположенных вдоль автострад, присутствуют остаточные количества пестицидов (Байлетон, БИ-58, Инсегар) в незначительных количествах (> ПДК) и соли тяжелых металлов (свинец, медь, цинк), которые значительно превышают установленные санитарно-гигиенические нормы (в Алуште, Бахчисарайском и Симферопольском районах – свинец и медь).

2. Рассчитан показатель экологической оценки загрязнения исследованных зон по 100-балльной закрытой шкале оценивания. Установлено, что самым загрязненным экотоксикантами районом является Симферопольский (с. Кольчугино). Показатель экологического загрязнения в Бахчисарайском районе приближен к фоновому.

3. Анализ пестицидной нагрузки в динамике 2004–2005 гг. выявил тенденцию к незначительному снижению данного показателя в Бахчисарайском и Симферопольском районах. Вместе с тем г. Алушта характеризуется высокой пестицидной нагрузкой.

4. Почвы, загрязненные остаточными количествами пестицидов и солями тяжелых металлов, оказывают комплексный фитотоксический эффект, проявляющийся в ингибировании ростовых процессов корешков лука.

5. При агроэкологическом мониторинге различных экотоксикантов в почвах сельскохозяйственных угодий необходимо наряду с традиционными методами их определения использовать методы цитогенетического анализа возделываемых культур, учитывающие мутагенный эффект экотоксикантов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

География Крыма: Учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учеб. заведений / Л. А. Багрова, В. А. Боков, Н. В. Багров – К.: Лыбидь, 2001. – 304 с.

Довгалюк А. И. Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука / А. И. Довгалюк, Т. Б. Калиняк, Я. В. Блюм // Цитология и генетика. – 2001. – Т. 35, № 1. – С. 3-9.

Евсеева Т. И. Токсические и цитогенетические эффекты, индуцируемые у *Allium cepa* низкими концентрациями Cd и ²³²Th / Т. И. Евсеева, Т. А. Майстренко, С. А. Гераськин, Е. С. Белых, Е. В. Казакова // Цитология и генетика. – 2005. – № 5. – С. 73-80.

Кочетков И. А. Влияние некоторых загрязнителей на показатели биологической активности почвы / И. А. Кочетков, И. О. Лазарева // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах: Сб. науч. тр. – Самара: Самар. гос. ун-т, 1999. – С. 160-165.

Куринный А. И. Индикация загрязнения окружающей среды пестицидами и мутагенами по их гаметоцидному действию на растений // Цитология и генетика. 1988. – № 4. – С. 32–35.

Ладонин В. Ф. Экологические аспекты длительного применения удобрений в комплексе с пестицидами / В. Ф. Ладонин, А. М. Алиев // Агрохимия. – 1999. – № 4. – С. 75-80.

Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова. – М.: Высш. шк., 1998. – 287 с.

Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – 1991. – № 22. – Ч. 1. – С. 152.

Николаенко А. В. Характеристика единичных почв при различных способах апробирования // Междунар. конф. студентов и аспирантов по фундамент. наукам. «Ломоносов-96», Москва, 1996: Тез. докл. // Почвоведение. – 1996. – С. 61.

- Плохинский Н. А.** Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
- Предельно-допустимые** концентрации химических веществ в почве, 1979 // Полярнографический метод определения свинца. – С. 4.
- Предельно-допустимые** концентрации химических веществ в почве, 1985 // Атомно-абсорбционный метод определения меди и цинка. – С. 20.
- Справочник:** методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М.: Колос, 1992. – Т. 1. – С. 136, 468.
- Справочник** по пестицидам (гигиена применения и токсикология) / Под ред. Л. И. Медведя. – К.: Урожай, 1997. – 376 с.
- Титова В. И.** Некоторые подходы к экологической оценке загрязнения земельных угодий / В. И. Титова, М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1264-1267.
- Moslehuddin A. Z., Laizoo S., Egashira K.** Heavy metal pollution of soils along three major highways in Bangladesh // J. Fac. Agr. / Kyushu Univ. – 1998. – Vol. 42. – № 3-4. – P. 503-508.
- Rapport d' evaluation** sur la gestion et el bilan du programme de maitrise des pollutions d'origine agricole // Amenag. et nature. – 2000. – № 136. – С. 58-73.

Надійшла до редколегії 18.06.06