

УДК 631.4:576.6.01

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ КРЫМА ПЕСТИЦИДАМИ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Ибрагимова Э.Э.

В сельскохозяйственных угодьях, расположенных вдоль автострад, обнаружены остаточные количества пестицидов (Байлетон, БИ-58, Инсегар) в незначительных количествах и тяжелые металлы (свинец, медь, цинк). Почвы, загрязненные остаточными количествами пестицидов и тяжелыми металлами, оказывают комплексный фитотоксический эффект, проявляющийся в ингибировании ростовых процессов корешков *Allium cepa* L.

Ключевые слова: остаточные количества пестицидов, тяжелые металлы, лук, фитотоксичность, экологическая оценка, загрязнение

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что сельскохозяйственное производство является одним из важных загрязнителей окружающей среды, которое неблагоприятно воздействует на природу и здоровье человека [1]. 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 [2].

В настоящее время сельскохозяйственные угодья АПК 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% [3]. 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 тяжелых металлов в почве придорожной обочины вдоль автострады, что является последствием большой интенсивности движения автотранспорта [4]. В выбросах автотранспорта содержится большое количество экотоксикантов, к числу наиболее значимых можно отнести оксиды углерода, углеводороды (канцерогенные бензопирены, формальдегид, бензол), оксиды азота, сажа, Pb, Ni, Cr, Cd, Cu и Zn, диоксид серы, альдегиды. Загрязнение распространяется на расстоянии 100–300 м от автомобильных дорог [3].

На наш взгляд, большой научный и практический интерес представляют экологические исследования, направленные на изучение фитотоксичности 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.

В связи с этим целью нашего исследования явилась экологическая и фитотоксическая оценка загрязнения сельскохозяйственных почв Крыма пестицидами и тяжелыми металлами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

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 АПК: I – Бахчисарайский (с. Брянское), II – г. Алушта 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 [5]. Отбор осуществлялся с глубины 0–15 см на расстоянии 50 м от обочины. В почвенных образцах из указанных зон определяли содержание тяжелых металлов (ТМ) и остаточных количеств пестицидов (ОКП) методами газожидкостной и тонкослойной хроматографии [6, 7], атомно-абсорбционной спектрометрии и полярографии [8, 9].

Для экологической оценки загрязнения сельскохозяйственных почв тяжелыми металлами была использована закрытая 100-балльная шкала. 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. Балл, характеризующий степень загрязнения почвы, рассчитывался на основе имеющейся информации о содержании в почве токсичных элементов и соединений, их фоновом значении, а также санитарно-гигиенических нормативах по формуле [10]:

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

где D – приведенный суммарный коэффициент концентрации; C_i – содержание элемента (тяжелый металл) в изучаемой почве, мг/кг; $C_{i\text{фон}}$ – фоновое содержание элемента, мг/кг; K_i – коэффициент значимости элементов и соединений, обратно пропорциональный ПДК (ОДК) – 1/ПДК.

Если районы исследований находятся вдали от источников техногенного загрязнения, то выявленные уровни содержания металлов следует считать фоновыми [11].

Если содержание элемента или соединения равно или ниже фонового, отношение $C_i / C_{i\text{фон}}$ принимается равным 1, формула принимает следующий вид:

$$D_{\text{фон}} = \sum_{i=1}^N K_i, \quad (2)$$

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

$$B = D_{\text{фон}} \cdot 100 / D, \quad (3)$$

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

Определение фитотоксичности почв, загрязненных ТМ и ОКП, проводили методом проростков [12], который основан на реакции тест-культур на содержание в почве различных загрязнителей и позволяет выявить токсичное (ингибирующее) действие различных поллютантов на проростки тест-культур. Для определения фитотоксичности почвенных образцов использовали тест-систему лука (*Allium cepa* L.), являющуюся классическим методом исследования токсического воздействия поллютантов на живые объекты. Allium-тест дает возможность изучить фитотоксичность на основе угнетения роста корней *Allium cepa* L. [13]. Установлено, что наиболее чувствительным показателем токсического воздействия загрязнителей окружающей среды на растения является ингибирование их корневого роста [14].

Фитотоксический эффект исследуемых почвенных образцов – ФЭ (%) по показателям длины корешков тест-растения рассчитывали по формуле Лозановской И.Н., Орлова Д.С. и др. [12]:

$$\text{ФЭ} = \frac{L_0 - L_x}{L_0} \cdot 100, \quad (4)$$

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

Для анализа семена лука без предварительного проращивания высевали в кюветы с исследуемыми почвами для того, чтобы корни развивались в условиях уже существующего загрязнения почв ТМ и ОКП. Проращивание корней проводили в темноте при температуре +22°C и постоянной влажности. Для определения влажности почв, используемых для проращивания семян тест-культуры, использовали весовой метод [15]. На третьи сутки проросшие семена лука подвергали морфометрическому анализу.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета прикладных программ “Microsoft Excel 2000”. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты проведенных исследований, свидетельствующие 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.

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 3 раза ниже ПДК, БИ-58 – в 6 раз ниже установленной нормы. Аналогичная тенденция наблюдается 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).

Таблица 1.
Содержание остаточных количеств пестицидов и тяжелых металлов в почвах городов и районов Крыма ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Вариант	Обнаруженные количества экотоксикантов, мг/кг					
	остаточные количества пестицидов			тяжелые металлы		
	Байлетон	БИ-58	Инсегар	Pb	Cu	Zn
I	0,005 ±	0,03 ±	0,003 ±	34,0 ±	3,0 ±	18,0 ±
	0,0003	0,004	0,0004	0,81	0,37	0,62
II	0,01 ±	0,05 ±	0,01 ±	63,0 ±	3,4 ±	20,0 ±
	0,002	0,002	0,004	2,00	0,22	0,50
III	–	0,01 ±	0,002 ±	80,2 ±	12,1 ±	18,5 ±
		0,002	0,0007	1,71	0,33	0,56
ПДК	0,03	0,3	0,03	32,0	3,0	23,0

Примечание: превышение ПДК

По содержанию остаточных количеств пестицидов в почвах, изученные объекты расположились в следующей последовательности: Алушта > Бахчисарайский район > Симферопольский район.

Однако, как свидетельствуют литературные данные, малое количество обнаруженных остатков ксенобиотиков может оказывать неблагоприятное воздействие на объекты окружающей среды [17]. Таким образом, при регулярном применении химических средств защиты растений происходит загрязнение сельскохозяйственных почв их остатками. Наше предположение согласуется с данными, полученными Гурским И.Д. [18], установившим, что ежегодное применение симазина в дозах до 8 кг/га приводило к постепенному его накоплению в почве и последующей миграции в возделываемые культуры.

Следовательно, при многолетнем использовании пестицидов, происходит хроническое загрязнение почв остаточными количествами, что может привести к

неблагоприятным экологическим последствиям – загрязнению сельскохозяйственной продукции и объектов окружающей среды.

Менее благополучная обстановка наблюдается с загрязненностью почвенных угодий изученных районов тяжелыми металлами. В г. Алуште содержание меди в 1,1 раза выше ПДК, в то время как содержание свинца превышает установленные санитарно-гигиенические нормы в 2 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, полученные 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. Установлено, что загрязнение почв тяжелыми металлами является очень устойчивым фактором. Так виноград сорта Riesling выращивали в почвах, загрязненных тяжелыми металлами. Вымывание тяжелых металлов из почвы было очень незначительным как при орошении, так и без орошения. Пик содержания подвижных тяжелых металлов наблюдался сразу после внесения и, только спустя 500 дней, их содержание было на уровне контроля [19]. Таким образом, в сельскохозяйственных почвах придорожной зоны автострад формируются полосы устойчивого загрязнения тяжелыми металлами.

Параллельно нами была проведена оценка степени экологического загрязнения исследованных земельных угодий тяжелыми металлами, а также проведено их ранжирование по закрытой 100-балльной шкале оценивания степени загрязнения токсичными элементами. 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 (табл. 2).

Таблица 2.

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

№	Вариант	Pb	Cu	Zn	$\sum D_i$	Балл, %
1.	Бахчисарайский район	34,0	3,0	18,0	0,5	85,1
2.	Алушта	63,0	3,4	20,0	0,8	48,7
3.	Симферопольский район	80,2	12,1	18,5	1,2	32
4.	$C_{фон}$	3,0	9,5	11,2	1,0	100
5.	K_i	0,03	0,33	0,04	0,4	–

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Установлено, что самый низкий оценочный балл – 32% – в Симферопольском районе (с. Кольчугино). По степени экологического загрязнения изученных почв, исследованные районы расположились в следующей последовательности: Симферопольский район > Алушта > Бахчисарайский район.

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 [20, 21]. В связи с этим для более детального изучения совместного действия ТМ и ОКП необходимо проводить и фитотоксический анализ влияния исследуемых почв на тест-растения.

Результаты проведенных исследований показали, что почвы, загрязненные ТМ и ОКП, оказывают негативное влияние на процесс элонгации корешков *Allium cepa* L., проявляющийся в ингибировании их роста (табл. 3).

Таблица 3.
Показатели фитотоксичности комплексного воздействия тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в почвах на процессы роста корешков *Allium cepa* L.

№	Вариант	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	M_o	$\Delta M_o, \%$	t_{ϕ}	$\Phi\Delta, \%$	EC_{10-90}
1.	Контроль	1,31 ± 0,017	1,5	–	–	–	–
2.	Фон (ТМ)	1,23 ± 0,015	1,2	20,00	–	6,50	–
3.	I (ТМ+ОКП)	1,12 ± 0,021*	1,2	20,00	4,26*	14,50	EC_{10}
4.	II (ТМ+ОКП)	0,92 ± 0,015*	1,0	33,33	14,62*	29,77	EC_{50}
5.	III (ТМ+ОКП)	0,74 ± 0,017*	0,8	46,66	21,68*	43,51	EC_{50}

Примечание. Отличия от контроля достоверны при * – $p < 0,001$; ΔM_o – 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 II 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 [13].

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что почвы, загрязненные экотоксикантами, оказывают ингибирующее действие на ростовые

процессы, протекающие в клетках корневой меристемы *Allium cepa* L. 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* L. 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. 1).

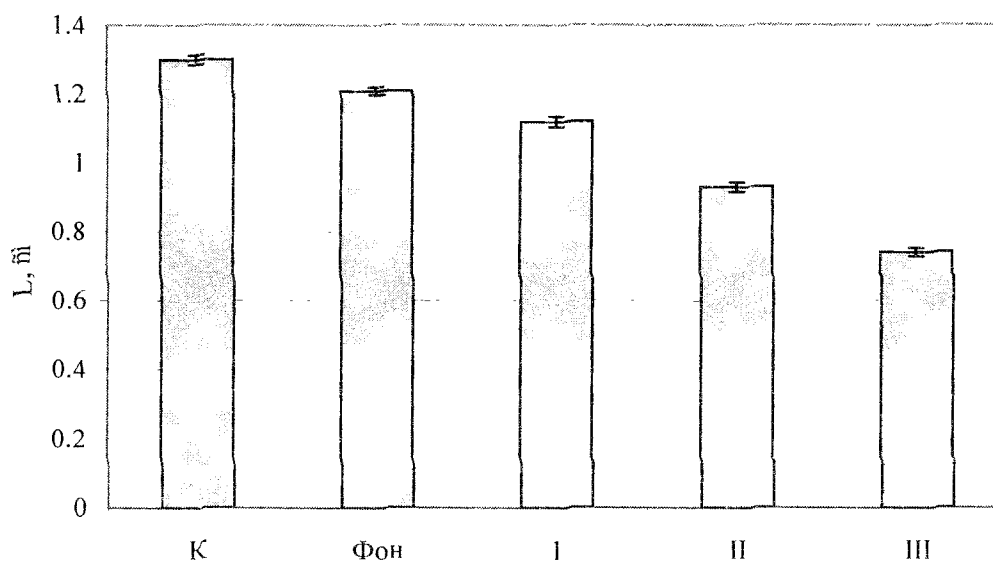


Рис. 1. Сравнительные показатели длины корешков *Allium cepa* L., выращенных на субстратах, загрязненных тяжелыми металлами и остаточными количествами пестицидов и в контроле

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 [22]. В связи с этим нами были вычислены показатели моды (M_o) 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.

Проведенное вычисление показателя $\Phi\mathcal{E}$ по всем вариантам исследования, дало следующие результаты (табл. 3). 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 [13, 22]. 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 ТМ и ОКП, оказывают более выраженное ингибирующее действие на рост корешков *Allium cepa* L., 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 испытывающие 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. В сельскохозяйственных угодьях, расположенных вдоль автострад, обнаружены остаточные количества пестицидов (Байлетон, БИ-58, Инсегар) в незначительных количествах (>ПДК) и тяжелые металлы (свинец, медь, цинк), превышающие санитарно-гигиенические нормы (Алушта, Бахчисарайский и Симферопольский районы – 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. Почвы, загрязненные остаточными количествами пестицидов и тяжелыми металлами, оказывают комплексный фитотоксический эффект, проявляющийся в ингибировании ростовых процессов корешков *Allium cepa* L.
4. 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 литературы

1. Rapport d'évaluation sur la gestion et el bilan du programme de maitrise des pollutions d'origine agricole // Amenag. et nature. – 2000. – № 136. – P. 58–73.
2. Справочник по пестицидам (гигиена применения и токсикология). Коллектив авторов, под ред. акад. АМН СССР Медведя Л.И. – К.: «Урожай», 1997. – 376 с.
3. География Крыма: Учеб. пособие для учащихся общеобразоват. учеб. заведений / Баргова Л. А., Боков В. А., Баргов Н. В. – К.: Лыбидь, 2001. – 304 с. 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.
4. Moslehuddin A. Z., Laizoo S., Egashira K. Heavy metal pollution of soils along three major highways in Bangladesh // J. Fac. Agr. / Kyushu Univ. – 1998. – V. 42. – № 3–4. – P. 503-508.
5. Николаенко А.В. Характеристика единичных почв при различных способах апробирования // Междунар. конф. студ. и аспирантов по фундам. наукам «Ломоносов–96», Москва, 1996: Тез. докл.: Почвоведение. – М., 1996. – С. 61.
6. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. 1991. – Сборник № 22. – Ч. 1. – С. 152.
7. Справочник: методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. – М.: «Колос», 1992. – Т. 1. – С. 136, 468.
8. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве, 1979. Полярнографический метод определения свинца. – С. 4.
9. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в почве, 1985. Атомно-абсорбционный метод определения меди и цинка. – С. 20.
10. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Некоторые подходы к экологической оценке загрязнения земельных угодий // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1264-1267.
11. Alexeeva-Popova N.V., Igoshina T.I., Drosdova I.V. Metal distribution in the Arctic ecosystem of the Chukotka Peninsula, Russia: [Pap.] Int. Symp. "Ecol. Eff. Arctic Airborne Contam.", Rejkjavik, 4-8 Oct., 1993 // Sci. Total Environ. – 1995. – Vol. 160–161, № 1–3. – P. 643–652.
12. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк. – 1998. – 287 с.
13. Довгалюк А.И., Калиняк Т.Б., Блюм Я.Б. Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука // Цитол. и генетика. – 2001. – № 1. – Т. 35. – С. 3–9.
14. Fiskcsj G. Allium test // Methods in Molecular Biology – 43. In Vitro Toxicity Testing Protocols / Ed. S. O'Hare and C. K. Atterwill – Totowa, NJ: Copyright Humana Press Inc. – 1995. – P. 119–127.
15. Чернавина И.А., Потапов Н.Г., Косулина Л.Г., Кренделева Т.Е. Большой практикум по физиологии растений. Минеральное питание. Физиология клетки. Рост и развитие: Учеб. пособие для студентов биол. спец. вузов. / Под ред. Б.А. Рубина. – М.: Высш. школа, 1978. – 408 с.
16. Плохинский Н. А. Биометрия. Изд-во Московского ун-та, 1970. – 367 с.
17. Кочетков И. А., Лазарева И. О. Влияние некоторых загрязнителей на показатели биологической активности почвы // Вопр. экол. и охраны природы в лесостеп. и степ. зонах / Самар. гос. ун-т. – Самара, 1999. – С. 160-165.
18. Гурский И.Д. Изучение остаточного количества симазина в почве, листьях и урожае некоторых многолетних культур. Автореф. дис... канд. биол. наук. – Одесса, 1975. – 24 с.

ЕКОЛОГІЧЕСЬКА І ФІТОТОКСИЧЕСЬКА ОЦІНКА ЗАГРЯЗНЕННЯ

19. Track C., Fuchs B., Lang S., Gimmler H. Environmental compatibility of municipal solid waste incinerator bottom slag: Evidence from long time lysimeter experiments with *Vitis vinifera* // *Angew. Bot.* – 1998. – Vol. 72. – № 1-2. – P. 14–24.
20. Куринный А.И. Индикация загрязнения окружающей среды пестицидами и мутагенами по их гаметоцидному действию на растений // *Цитология и генетика.* 1988. – № 4. – С. 32–35.
21. Ладонин В.Ф., Алиев А.М. Экологические аспекты длительного применения удобрений в комплексе с пестицидами // *Агрохимия.* – 1999. – № 4. – С.75-80.
22. Евсеева Т.И., Майстренко Т.А., Гераськин С.А., Белых Е.С., Казакова Е.В. Токсические и цитогенетические эффекты, индуцируемые у *Allium cepa* низкими концентрациями Cd и ²³²Th // *Цитология и генетика.* – 2005. – № 5. – С. 73-80.

Ібрагімова Е.Е. Екологічна і фітотоксична оцінка забруднення сільськогосподарських ґрунтів Крима пестицидами та важкими металами // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2007. – Т. 20 (59). – № 2. – С. 16-25.

Анотація: В сільськогосподарських ґрунтах, розташованих вздовж автострад, виявлені залишкові кількості пестицидів (Байлетон, БІ-58, Інсеґар) в незначних кількостях і важкі метали (свинець, мідь, цинк). Ґрунти забруднені залишковими кількостями пестицидів та важкими металами, оказують комплексний фітотоксичний ефект, який виявляється в інгибуванні ростових процесів корінців *Allium cepa* L.

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

Ibragimova E.E. Ecologic and phytotoxic assessment of pollution of agricultural soils of Crimea by pesticides and heavy metals // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2007. – V.20 (59). – № 2. – P. 16-25.

Summary: Residual quantities of pesticides (Buyleton, Insegar, Phosphamid) at insignificant quantities and heavy metals (lead, copper, zinc) are found in agricultural fields, located along motorways, there. Ground polluted by residual quantities of pesticides and heavy metals exert influence on complex effect shown in inhibit growth processes of the root of *Allium cepa* L.

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

Поступила в редакцію 15.07.2007 г.