

*А.В. Астафенко, Т.Ф. Бочко*

*A.V. Astafenko, T.F. Bochko*

**Кубанский государственный университет**

**Kuban State University**

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ АНТРОПОГЕННОГО  
ПРЕССИНГА МЕТОДОМ ФИТОТОКСИЧНОСТИ  
ASSESSMENT OF THE STATE OF SOILS IN THE ZONE OF  
ANTHROPOGENIC PRESSING BY THE METHOD OF  
PHYTOTOXICITY**

*Аннотация.* В условиях лабораторного опыта была проведена оценка почв методом фитотоксичности двух производственных объектов: АО «Невинномысский Азот» и Невинномысская ГРЭС. Установлено, что почва, отобранная в 50 м от АО «Невинномысский Азот», оценивается по индексу токсичности как высокотоксичная, по величине показателя фитотоксического эффекта – как среднетоксичная. На остальных объектах исследования почвы отнесены к среднетоксичной и низкотоксичной категории соответственно.

*Ключевые слова:* почва, фитотоксичность, энергия прорастания, всхожесть, фитотоксический эффект, индекс токсичности, загрязнение почв.

*Abstract.* Under the conditions of a laboratory experiment, soils were assessed by the phytotoxicity method of two production facilities: Nevinnomysky Azot JSC and Nevinnomyskaya GRES. It has been established that the soil sampled 50 m from Nevinnomysky Azot JSC is assessed as highly toxic by the toxicity index, and as moderately toxic by the value of the phytotoxic effect. At the rest of the study sites, the soils were classified as moderately toxic and low toxic, respectively.

*Key words:* soil, phytotoxicity, germination energy, germination, phytotoxic effect, toxicity index, soil pollution.

Одна из особенностей почвы состоит в том, что она является хранилищем информации обо всех происходящих вокруг нее процессах. Почва выступает в качестве геохимического барьера, в силу чего в ней происходит накопление веществ, поступающих из окружающей среды, в том числе и аэрогенным путем. В дальнейшем они поглощаются растениями и далее передаются по трофическим

цепям. В связи с этим оценка токсичности почвенного покрова городских территорий является актуальной темой для исследования.

Объектом исследования являются почвы, находящиеся в зоне воздействия АО «Невинномысский Азот» и Невинномысской ГРЭС.

Цель исследования: дать оценку состояния почв, находящихся в зоне влияния АО «Невинномысский Азот» и Невинномысской ГРЭС, с помощью метода фитотоксичности.

В ходе функционирования названных предприятий в атмосферу поступают загрязняющие вещества, которые оседая на прилегающие территории, приводят к загрязнению почв и вызывают угнетение растительности. Основными веществами, поступающими в атмосферу от АО «Невинномысский Азот», являются: диоксид углерода, оксиды азота, метан, аммиак и твёрдые частицы. Выбросы от Невинномысской ГРЭС преимущественно представлены бенз(а)пиреном, диоксидом азота, окисью азота, окисью углерода, диоксидом серы, мазутной золой и сажой.

Для установления влияния аэрогенного загрязнения почв в зоне воздействия АО «Невинномысский Азот» и Невинномысской ГРЭС были отобраны образцы на расстоянии 50 и 150 м от производственных зон этих предприятий из слоя 0–5 см. Почвенные образцы высушивались при комнатной температуре, измельчались и просеивались через сито с величиной отверстий 2 мм. Затем почва помещалась в растительный слой толщиной 1,5 см. В каждую высевалось по 50 семян тест-культуры, в качестве которой был использован редис (*Raphanus sativus*) сорта «Жара».

В течение опыта поддерживалась влажность почвы 60 % от полной полевой влагоемкости (ППВ). Ростки выращивались при температуре 22–24<sup>0</sup>С и естественном освещении. Полив проводился по потребности, чтобы почва имела указанную влажность. В качестве контроля была использована почва залежного участка. Повторность опыта трехкратная.

Ежедневно проводился подсчет проросших семян. Через 14 дней опыт был закрыт. Был выполнен замер высоты проростков, длины корней, а также определена воздушно-сухая масса проростков в каждом варианте опыта.

По результатам исследования была рассчитана энергия прорастания (на четвертый день после закладки опыта) и всхожесть семян, а также показатели фитотоксичности почв, индекс токсичности

оцениваемого фактора по общепринятым методикам [Багдасарян А.С., 2007; Волкова И.Н., 2013].

По результатам анализа было установлено, что почвы экспериментальных участков отличаются менее благоприятными условиями для прорастания семян тест-культуры по сравнению с залежью (Табл. 1). Энергия прорастания в этих вариантах была в 1,7–4,5 раза ниже, чем в контроле. Различия по величине всхожести изучаемых участков не существенны. Разница с контролем составила 22–28 %, что указывает на проявление угнетающего воздействия аккумулярованных почвой загрязнителей от производственных объектов. Также стоит отметить, что показатель всхожести увеличивался по мере удаления от предприятий.

Табл. 1

Энергия прорастания и всхожесть семян

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль	54	92
АО «Невинномысский Азот» (50 м)	32	64
АО «Невинномысский Азот» (150 м)	22	68
Невинномысская ГРЭС (50 м)	12	68
Невинномысская ГРЭС (150 м)	24	70

Измерение длины ростков показало, что существенных различий в средней длине наземной части не наблюдалось. Она варьировала в пределах от 2,18 до 2,30 см. Средняя длина подземной части различна: наибольшая средняя длина корешка отмечалась в варианте с почвой отобранной в 150 м от Невинномысской ГРЭС (7,24 см), наименьшая – у ростков, произраставших на почве, отобранной в 50 м от АО «Невинномысский Азот» (3,91 см). В других вариантах средняя длина подземной части практически одинаковая: 6,37 и 6,39 см (Табл. 2).

Табл. 2

Морфометрические показатели проростков редиса в лабораторном опыте

Вариант	Средняя длина ростков, см	
	подземная часть	подземная часть
Контроль	8,33	8,33
АО «Невинномысский Азот» (50 м)	3,91	3,91
АО «Невинномысский Азот» (150 м)	6,37	6,37
Невинномысская ГРЭС (50 м)	6,39	6,39
Невинномысская ГРЭС (150 м)	7,24	2,30

Суммарная масса проростков каждого варианта опыта является функцией от массы единичного проростка и количества проросших семян. У почвы, расположенной ближе к химическому предприятию, всхожесть которой является самой низкой, отмечалась наименьшая суммарная масса проростков (0,3499 г); наибольшая – в варианте с почвой, отобранной в 150 метрах от ГРЭС (0,4854 г) (Табл. 3). У оставшихся вариантов средняя масса относительно одинаковая и составляет 0,4427 и 0,4456 г. Аналогичная закономерность наблюдается и относительно массы единичных проростков.

Табл. 3

Средняя масса ростков редиса в лабораторном опыте

Вариант	Масса, г			Средняя масса одного проростка, г
	проросток	корешок	сумма	
Контроль	0,4971	0,2211	0,7182	0,0156
АО «Невинномысский Азот» (50 м)	0,2751	0,0748	0,3499	0,0108
АО «Невинномысский Азот» (150 м)	0,2812	0,1615	0,4427	0,0130
Невинномысская ГРЭС (50 м)	0,2793	0,1663	0,4456	0,0129
Невинномысская ГРЭС (150 м)	0,2837	0,2015	0,4854	0,0138

На основании данных эксперимента были рассчитаны фитотоксический эффект (ФЭ) и индекс токсичности почвы (ИТФ) (Табл. 4). Было установлено, что величина ФЭ колебалась в пределах от 23,9 до 30,3 %. Фитотоксический эффект ослабевал по мере удаления от предприятий. Наибольшее значение этого показателя наблюдалось у почвы, отобранной в 50 м от АО «Невинномысский Азот». Величина ИТФ варьировала в пределах от 0,49 до 0,67. Значения этого показателя увеличивались по мере удаления от предприятий.

Табл. 4

Фитотоксический эффект и индекс токсичности почвы

Вариант	ФЭ, %	ИТФ
АО «Невинномысский Азот» (50 м)	30,3	0,49
АО «Невинномысский Азот» (150 м)	26,1	0,62
Невинномысская ГРЭС (50 м)	26,1	0,62
Невинномысская ГРЭС (150 м)	23,9	0,67

Уровень фитотоксичности почвы по ФЭ оценивался согласно ГОСТу Р ИСО 22030-2009 [3].

Для определения класса токсичности исследуемой почвы по ИТФ использовалась шкала токсичности (Табл. 5).

Табл. 5

Оценочная шкала токсичности почв

Класс токсичности	Величина ИТФ	Пояснения
VI (стимуляция)	>1,10	Фактор, оказывает стимулирующее действие на тест-объекты, величина тест-реакции в опыте превышает контрольное значение
V – норма	0,91–1,10	Фактор не оказывает существенного влияния на развитие тест-объектов, величина тест-реакции находится на уровне контрольного значения
IV – низкая токсичность	0,71–0,90	–
III – средняя токсичность	0,50–0,70	Разная степень снижения величины тест-реакции в опыте по сравнению с контролем
II – высокая токсичность	<0,50	–
I – сверхвысокая токсичность, вызывающая гибель тест-объекта	Среда не пригодна для жизни тест-объекта	Наблюдается гибель тест-объекта

Почва, отобранная в 50 м от АО «Невинномысский Азот», по показателю ФЭ характеризуется средней токсичностью, а по ИТФ она относится ко II классу токсичности, то есть является высокотоксичной. У остальных трёх образцов по значениям ФЭ наблюдается слабая токсичность, а по ИТФ эти почвы относятся к III классу токсичности (токсичность средняя). Данные различия в токсичности обусловлены, очевидно, разным составом загрязняющих выбросов от этих предприятий, а также общим количеством этих выбросов.

Таким образом в результате проведённых исследований установлено, что вещества, поступающие в атмосферу от АО «Невинномысский азот» и Невинномысской ГРЭС, приводят к загрязнению почв на территории прилегающих предприятий, и интенсивность загрязнения зависит от удалённости от промышленных объектов.

## Список использованных источников

1. Багдасарян А.С. Эффективность использования тест-систем при оценке токсичности природных сред // Экология и промышленность России. 2007. №8.
2. Волкова И.Н. Экологическое почвоведение. Ярославль, 2013.
3. ГОСТ Р ИСО 22030–2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. М., 2010.