

УДК 631.445.4:631.416.9:631.416.882

UDC 631.445.4:631.416.9:631.416.882

03.00.00 Биологические науки

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
АВТОДОРОГИ НА ПРИДОРОЖНЫЙ  
АГРОЦЕНОЗ В МНОГОЛЕТНЕМ  
ИНТЕРВАЛЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Громакова Наталья Викторовна

к.с.-х.н., доцент

РИНЦ SPIN-код = 8565-1539

РИНЦ Author ID = 86029

*Донской государственный аграрный университет,  
пос. Персиановский, Россия*[Gromakova.nat@yandex.ru](mailto:Gromakova.nat@yandex.ru)

Целью исследований придорожного агроценоза, расположенного в Аксайском районе Ростовской области, являлась сравнительная оценка экологического состояния чернозёма обыкновенного и сельскохозяйственной продукции, выращиваемой в техногенно преобразованных условиях. Также интерес представляла оценка лесомелиоративного фактора в сдерживании токсичных веществ со стороны источника техногенеза автодороги. Задачи исследований предполагали определение актуального и потенциального запасов меди, цинка и свинца в чернозёме обыкновенном, а также оценку уровня накопления исследуемых элементов в зерне озимой пшеницы. Потенциальный запас исследуемых элементов в чернозёме обыкновенном в несколько раз превышает результативность актуального запаса. Распределения результатов определения актуального и потенциального запасов продемонстрировали факт переноса газо-пылевых выбросов за пределы лесополосы, где располагаются производственные посеы. В точке 10 м удаления от автодороги за пределами лесополосы обнаружены минимальные количества как актуального, так и потенциального запасов элементов. На расстоянии 50 – 100 м имеет место существенное превышение исследуемых запасов меди, цинка и свинца. Повторные исследования, проведённые через 20 лет, выявили факт содержания свинца в зерне озимой пшеницы свыше ПДК. Полученные результаты являются следствием отсутствия лесомелиоративного эффекта в сдерживании газо-пылевых выбросов лесополосой со стороны автодороги

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЁМ, ТЯЖЁЛЫЕ  
МЕТАЛЛЫ, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF  
TECHNOGENIC IMPACT OF HIGHWAYS ON  
THE ROADSIDE AGROCENOSIS DURING A  
LONGTERM RESEARCH**

Gromakova Natalya Viktorovna

Cand.Agr.Sci., associate professor

SPIN-code: 8565-1539

Author ID = 86029

*Don State Agrarian University, Persianovskij, Russia*[Gromakova.nat@yandex.ru](mailto:Gromakova.nat@yandex.ru)

The purpose of examining the roadside agrocnosis in the Aksai district of the Rostov region was a comparative assessment of the ecological condition of ordinary black soil and agricultural products grown in the technologically transformed conditions. The evaluation of agro-forestry factor impact on refraining toxic substances from the techno-genesis road source was also of interest. The study was expected to determine the actual and potential content of copper, zinc and lead in the ordinary black earth, as well as to evaluate the accumulation level of the investigated elements in the winter wheat grain. The potential reserve of investigated elements in ordinary chernozem (or black soil) is several times higher than the potency of the current content. Distribution of the results of the actual and potential reserve determination demonstrated the transfer of gas-dust emissions beyond the forest belt where the production crops are grown. At the remoteness point of 10 meters away from the road beyond the forest belt minimal amounts of actual and potential element content were found. At a distance of 50 - 100 m there was found a significant excess content of copper, zinc and lead. Repeated studies conducted 20 years later, identified the lead content in winter wheat grain exceeding the MPC. The results obtained have demonstrated the lack of agro-forestry effect in refraining gas and dust emissions by the road forest belt

Keywords: BLACK SOIL, MICROCELLS, HEAVY  
METALS

### **Введение**

Мониторинговые работы, проводимые агрохимическими службами, охватывают огромные территории сельскохозяйственных угодий. Однако, существуют объекты, требующие особого внимания при исследовании их экологического состояния. Так, например, большие площади сельскохозяйственных угодий располагаются вдоль крупных автомагистралей. Со стороны автомагистрали в последние десятилетия усилилось техногенное воздействие на сопредельные территории, в виду увеличения потока автомобилей более чем в два раза. Следствием этого является перманентное поступление токсических веществ вместе с выхлопными газами автомобилей в прилегающие агроценозы, загрязнение почвы и сельскохозяйственной продукции тяжёлыми металлами.

В чернозёмной зоне Ростовской области придорожные агроценозы преимущественно закрыты со стороны автодорог лесополосами плотной конструкции.

В своей работе В.М. Ивонин и Г.Е. Шумакова [3] исследовали почвозащитную роль лесных полос у автомобильных дорог. Исследования проводились на автодороге Воронеж-Ростов. Авторами отмечена положительная роль лесных полос в сдерживании газо-пылевых выбросов, поступающих в придорожные агроценозы.

Методика исследований предполагала отбор почвенных и растительных образцов в прилегающих к автодороге агроценозах в экологических профилях: 5-10, 50, 100, 150 и 220 м удаления от автодороги и расположенных перпендикулярно к ней. Одним из изучаемых стационаров был участок 1045 км автодороги, расположенный в Аксайском районе Ростовской области. Этот участок охарактеризован авторами не только техногенным воздействием автодороги, но и загрязняющим воздействием промышленных городов Новочеркасск и Ростов-на-Дону.

Почвенные образцы отбирали в слое 0-20 см. При анализе их на содержание тяжёлых металлов авторы использовали методику [8], предусматривающую определение в почве актуального и потенциального запаса подвижных форм тяжёлых металлов. Актуальный запас металлов, согласно этой методике, извлекается ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,5, потенциальный запас – вытяжкой - 1%-ный раствор ЭДТА в ацетатно-аммонийном буфере с рН 4,5. Содержание тяжёлых металлов в растительных образцах определяли по стандартной методике.

В многолетнем временном интервале нами были проведены повторные исследования стационарного участка, расположенного на 1045 км федеральной трассы М 4 «Дон», по продольным профилям, в соответствии со схемой опыта В.М. Ивонина и Г.Е. Шумаковой.

В нашем опыте в почвенных образцах определяли содержание подвижных форм меди, цинка и свинца с использованием следующих подходов:

а) актуального запаса с помощью стандартной широко используемой агрохимическими службами вытяжки – ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН 4,8;

б) потенциального запаса – с использованием 1%-ного раствора ЭДТА в ацетатно - аммонийном буфере с рН 4,8. Эта модификация ацетатно-аммонийной вытяжки была апробирована в модельных и полевых опытах [1,6].

Целью исследований являлась сравнительная оценка экологического состояния техногенно преобразованного агроценоза в многолетнем интервале исследований, а также оценка лесомелиоративного фактора в сдерживании токсичных веществ со стороны источника техногенеза автодороги.

Исследуемый придорожный агроценоз находится с наветренной стороны и в непосредственной близости от автодороги и закрыт

лесополосой плотной конструкции.

### **Результаты исследований**

В наших исследованиях количества актуального запаса меди в почве по вариантам опыта варьировали в пределах: 0,1-0,2 мг/кг, что характеризует низкую обеспеченность почвы этим элементом (таблица 1).

По потенциальному запасу количественные значения содержания подвижных форм меди были в следующих пределах: 4,2-8,9 мг/кг. Добавка в раствор ацетатно-аммонийного буфера комплексообразователя существенно повышает экстрагирующую способность вытяжки.

Анализируя результаты химического анализа почвы полученные В.М. Ивоным и Г.Е. Шумаковой в 1988 году следует отметить, что потенциальный запас тяжёлых металлов в почве также количественно в несколько раз превосходил показатели актуального запаса элементов (табл. 1, 2, 3).

Распределение подвижных форм меди характеризуется следующей закономерностью: максимальное количество актуального запаса обнаружено в точке 10 м удаления от автодороги (за лесополосой). Далее по удалению от автодороги (50, 100, 150 и 220 м) имеет место существенное снижение количества актуального запаса меди в почве. Авторы отмечают, что это является следствием сдерживания лесной полосой поступления меди вместе с газо-пылевыми выбросами со стороны автодороги. Распределение результативности по потенциальному запасу характеризуется стабильностью количественных значений по всем точкам удаления от автодороги. Эту стабильность авторы также объясняют лесомелиоративным эффектом.

Сопоставляя результаты наших и предыдущих исследований в 20-летнем интервале исследований относительно меди, следует отметить более высокую экстрагирующую способность ацетатно-аммонийного буфера с рН 4,5 по сравнению с таким буфером рН 4,8, что связано с

подкислением раствора вытяжки и повышением её экстрагирующей способности.

По результатам наших исследований в точке 10 м удаления от автодороги обнаружены минимальные количества меди, как по актуальному, так и по потенциальному запасу элемента. Вероятно, это всё тот же факт сдерживания потока газопылевых выбросов со стороны автодороги лесополосой. Далее в вариантах по удалению от автодороги имеет место увеличение запасов меди по актуальному и по потенциальному запасу. Так, в точке 50 м удаления от автодороги обнаружены максимальные количества потенциального запаса меди в почве. Более высокая экстрагирующая способность вытяжки с добавлением комплексообразователя на наш взгляд позволяет проследить закономерность распределения элемента, что затруднительно из-за низкой экстрагирующей способности ацетатно-аммонийной вытяжки.

Таблица 1 - Содержание подвижных форм меди в придорожном агроценозе в слое почвы 0-20 см (а - актуальный запас, б – потенциальный запас), мг/кг

	Расстояние от дороги в наветренную сторону, м									
	5-10		50		100		150		220	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Данные В.М. Ивонина и Г.Е. Шумаковой	0,36	9,3	0,15	9,5	0,14	9,7	-	-	0,08	9,5
Данные Н.В. Громаковой	0,11	6,7	0,08	8,9	0,19	6,4	0,18	4,2	0,19	4,6

В наших исследованиях по актуальному и по потенциальному запасу подвижных форм цинка обнаружены значительно меньшие количества, чем в опытах В.М. Ивонина и Г.Е. Шумаковой, как и при определении запасов подвижной меди в почве. Нами обнаружено также, что подвижные

формы цинка в почве имеют превышения в варианте 50 м удаления от автодороги. В частности, на этом варианте обнаружено превышение запасов подвижных форм цинка на 25% по сравнению с соседними вариантами. Это отмечено и для актуального запаса и для потенциального запаса цинка (табл. 2).

Количества подвижных форм актуального запаса цинка в нашем опыте находятся в интервале: 0,3-0,6 мг/кг, по потенциальному запасу цифры находятся в пределах: 1,6-2,1 мг/кг, что значительно ниже в сравнении с результатами исследований В.М. Ивонина и Г.Е. Шумаковой.

Наши результаты определения подвижных форм меди и цинка, извлекаемых стандартной вытяжкой – ацетатно-аммонийным буферным раствором согласовываются с численными значениями обеспеченности почв Аксайского района Ростовской области по данным ФГБУ Государственный центр агрохимической службы «Ростовский» [7]. Специалистами данного центра установлено, что содержание подвижных форм цинка, извлекаемых ацетано-аммонийным буфером с рН 4,8 для Аксайского района Ростовской области варьирует в пределах: 0,44-0,53 мг/кг.

Обнаруженные количества меди и цинка в почве не дают оснований рассматривать их как тяжёлые металлы, представляющие опасность для окружающей среды, а лишь как микроэлементы, так как нет превышения их содержания относительно предельно-допустимых концентраций.

Анализируя данные таблицы 2, также следует отметить различную результативность для цинка, как и для меди. Так, в точке 10 м удаления от автодороги, ранее проводимыми исследованиями обнаружены максимальные количества цинка, что, несомненно, является следствием близости источника техногенеза – автодороги. Этот участок характеризовался В.М. Ивониным и Г.Е. Шумаковой, как испытывающий техногенную нагрузку не только со стороны автодороги, но и

расположенных не далеко промышленных городов Новочеркасск и Ростов - на – Дону. По характеру распределения подвижных форм цинка следует указать, что влияние автодороги, как источника техногенеза на сопредельный агроценоз является превосходящим.

Таблица 2 - Содержание подвижных форм цинка в придорожном агроценозе в слое почвы 0-20 см (а - актуальный запас, б – потенциальный запас), мг/кг

	Расстояние от дороги в наветренную сторону, м									
	5-10		50		100		150		220	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Данные В.М. Ивонина и Г.Е. Шумаковой	6,32	33,9	1,65	11,3	1,36	10,3	-	-	0,56	10,9
Данные Н.В. Громаковой	0,4	1,6	0,6	2,1	0,3	1,5	0,4	1,8	0,3	2,1

В наших исследованиях у подножия лесополосы – в точке 10 м удаления от автодороги обнаружены минимальные количества подвижного свинца, как по актуальному запасу, так и по потенциальному (таблица 3). По удалению от автодороги, начиная с варианта 50 м, отмечено увеличение потенциального запаса подвижных форм свинца в почве, а для актуального запаса превышения отмечены в точках 50, 100 и 150 м удаления от автодороги.

Содержание подвижных форм актуального запаса свинца в почве в наших исследованиях находится в пределах: 0,2-0,7 мг/кг, для потенциального запаса подвижных форм свинца эти показатели на порядок выше: 5,8-6,7 мг/кг.

Таблица 3 - Содержание подвижных форм свинца в придорожном агроценозе в слое почвы 0-20 см (а - актуальный запас, б – потенциальный запас), мг/кг

	Расстояние от дороги в наветренную сторону, м									
	5-10		50		100		150		220	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
Данные В.М. Ивонина и Г.Е. Шумаковой	1,84	13,2	0,4	8,8	0,57	9,0	-	-	0,55	8,98
Данные Н.В. Громаковой	0,21	5,98	0,65	6,65	0,74	5,76	0,59	5,82	0,37	6,12

Оценивать уровни опасности обнаруженных количеств подвижных форм свинца сложно в виду существующих противоречий между разработанными оценочными критериями и фоновыми концентрациями этого элемента в чернозёмных почвах. Этому вопросу посвящены работы на основе региональных исследований [2, 4, 5].

По данным ранее проводимых исследований максимальные количества актуального и потенциального запасов свинца в почве на варианте 10 м удаления от автодороги. Далее количество его подвижных форм резко снижается и остаётся стабильным на всех вариантах опыта – точках удаления от автодороги.

Эту стабильность, по заключению авторов, также обуславливает лесомелиоративный фактор. В работе указывается, что «...сорбированные пылью металлы оседают на поверхности листьев, а также ветвей и стволов деревьев» лесных полос.

Обобщая результаты почвенных исследований, следует ещё раз отметить существенное увеличение подвижных форм всех исследуемых элементов в точке 50 м удаления от автодороги. По нашему мнению, это является следствием того, что за последние десятилетия имеет место

увеличение нагрузки на автодорогу более чем в два раза, что повлекло за собой следующее: существующие лесные полосы не выполняют на сегодняшний день функции сдерживания потока токсических веществ и поддержания экологической стабильности в прилегающих к крупным автодорогам агроценозах. Вероятно, что над автодорогой образуются вихревые потоки, поднимающие газо-пылевые выбросы автомобилей, они переносятся ветром за пределы лесной полосы и под действием сил гравитации оседают на расстоянии 50-100 м от лесополосы.

На период исследования в 1988 году стационара 1045 км федеральной трассы «Дон» здесь имел место посев ярового ячменя. Авторы указывают в своей работе, что «...чётких закономерностей в пространственной динамике токсичных металлов в зерне и соломе не обнаружено».

При исследовании нами придорожного агроценоза был проведён химический анализ произрастающей здесь озимой пшеницы на содержание в зерне тяжёлых металлов.

Содержание в зерне озимой пшеницы цинка и свинца характеризует, на наш взгляд, чётко выраженную закономерность распространения газо-пылевых выбросов на прилегающий агроценоз со стороны автодороги. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание тяжёлых металлов в зерне озимой пшеницы, мг/кг

Элемент	Удаление от дороги, м					ПДК
	10	50	100	150	220	
Медь	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	10
Цинк	13,9	16,2	12,3	8,2	10,0	50
Свинец	0,1	0,5	0,5	0,1	0,2	0,3

В точке 50 м удаления от автодороги имеет место превышение количественного содержания цинка в зерне озимой пшеницы по сравнению с другими вариантами, что повторяет тенденцию

распределения его подвижных форм в почве вариантов опыта.

Для меди такой закономерности не обнаружено. Содержание цинка и меди в зерне озимой пшеницы не превышает пороговых значений предельно-допустимых концентраций. Это позволяет ещё раз подтвердить, что цинк и медь в данных условиях не являются поллютантами, с точки зрения опасности загрязнения сельскохозяйственной продукции, а исключительно могут быть рассмотрены как микроэлементы.

Совсем другая результативность имеет место по свинцу. Так в вариантах 50 и 100 м удаления от источника техногенеза – автодороги в зерне озимой пшеницы обнаружены количества свинца, превышающие предельно-допустимые концентрации. Это также, на наш взгляд является следствием отсутствия лесомелиоративного эффекта в поддержании экологической стабильности в сформированных придорожных агроценозах.

Исходя из вышеизложенного, следует заключить, что приоритетным загрязнителем в этих условиях является свинец, который обнаружен в зерне озимой пшеницы в опасных и недопустимых санитарно-гигиеническими нормативами количествах. Полученное зерно не может быть использовано на пищевые цели, но представляется возможным его использование на семенные цели.

### **Заключение**

При повторном исследовании чернозёма обыкновенного придорожного агроценоза в Ростовской области с временным интервалом 20 лет, установлено превышение количественного содержания меди и цинка в почве и зерне озимой пшеницы вблизи автодороги, однако эти количества не превышают санитарно-гигиенические нормативы для этих элементов. Приоритетным загрязнителем здесь является свинец, поступающий с газо-пылевыми выбросами со стороны автодороги. На сегодняшний день лесозащитная полоса плотной конструкции,

закрывающая придорожный агроценоз от автодороги не справляется со своей мелиоративной и средозащитной функцией. Следствием этого является накопление избыточного количества свинца в зерне озимой пшеницы, что исключает возможность её использования на пищевые цели. Исходя из вышеизложенного, следует отметить необходимость включения в перечень стационарных участков мониторинговых работ, проводимых агрохимическими службами объектов, испытывающих перманентную техногенную нагрузку.

### Литература

1. Влияние техногенных факторов на экологию: научная монография/ Абдугалиева Г.Ю., Бахов Ж.К., Гилёв В.В., Громакова Н.В., и др. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014.-164 с.
2. Закруткин В.Е., Шишкина Д.Ю., Шкафенко Р.П. Проблема нормирования содержания тяжёлых металлов в почвах агроландшафтов// Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 1995. № 3. С. 76.
3. Ивонин В.М. Экологическое обоснование земельных улучшений / Монография. Новочеркасск, 1995. 196 с.
4. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В.// Экология и промышленность России. 2011. № 1. С. 56-59.
5. Назаренко О.Г, Минкина Т.М., Никитюк Н.В., Клименко Г.Г.. Характеристика содержания ТМ в черноземе обыкновенном карбонатном в Ростовской области.// Мелиорация антропогенных ландшафтов: Сборник научных трудов. Т.1. «Экономические проблемы урбанизированных территорий». Новочеркасск: НИМИ, 1995. С.65-70.
6. Никитюк Н.В. Подвижность тяжёлых металлов в чернозёме обыкновенном карбонатном и способы её оценки: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Краснодар, 1998. - 18 с.
7. Нормативы основных показателей плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области./ Справочное пособие. Ростов на Дону. 2012. 63 с.
8. Попов В.В. Контроль загрязнения почв тяжелыми металлами / В.В. Попов, Г.А Соловьев // Химизация сельского хозяйства. 1991. N 11. С.80-82.

### References

1. Vlijanie tehnogennyh faktorov na jekologiju: nauchnaja monografija/ Abdugalieva G.Ju., Bahov Zh.K., Giljov V.V., Gromakova N.V., i dr. Novosibirsk: Izd. «SibAK», 2014.-164 s.

2. Zakrutkin V.E., Shishkina D.Ju., Shkafenko R.P. Problema normirovanija sodержanija tjazhjolih metallov v pochvah agrolandshaftov// Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Estestvennye nauki. 1995. № 3. S. 76.

3. Ivonin V.M. Jekologicheskoe obosnovanie zemel'nyh uluchshenij / Monografija. Novoherkassk, 1995. 196 s.

4. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Denisova T.V., Dadenko E.V.// Jekologija i promyshlennost' Rossii. 2011. № 1. S. 56-59.

5. Nazarenko O.G, Minkina T.M., Nikitjuk N.V., Klimenko G.G.. Harakteristika sodержanija TM v chernozeme obyknovennom karbo–natnom v Rostovskoj oblasti.// Melioracija antropogennyh landshaf–tov: Sbornik nauchnyh trudov. T.1. «Jekonomicheskie problemy urbanizirovannyh territorij». Novoherkassk: NIMI, 1995. S.65-70.

6. Nikitjuk N.V. Podvizhnost' tjazhjolih metallov v chernozjome obyknovennom karbonatnom i sposoby ejo ocenki: Av–toref. dis. ... kand. s.-h. nauk. - Krasnodar, 1998. -18 s.

7. Normativy osnovnyh pokazatelej plodorodija pochv zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija Rostovskoj oblasti./ Spravochnoe posobie. Rostov na Donu. 2012. 63 s.

8. Popov V.V. Kontrol' zagryaznenija pochv tja–zhelymi metallami / V.V. Popov, G.A Solov'ev // Himizacija sel'skogo hozjajs–tva. 1991. N 11. S.80-82.