

6. Najmowicz T., Wyszowski M., Ciecko Z. 2008. Wpływ zanieczyszczenia gleby arsenem i dodatku wybranych substancji neutralizujących na zawartość wapnia w roślinach. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 533: 285-299.
7. Paivoke A.E.A., Simola L.K. 2001. Arsenate toxicity to *Pisum sativum*: Mineral nutrients, chlorophyll content, and phytase activity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 49: 111-121.
8. Panak H. (red.): Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z chemii rolnej. Wyd. ART Olsztyn, 1997, ss. 242.
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz. U. Nr 165, poz. 1359.
10. StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com. 2007.

УДК 631.86

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ РТУТЬЮ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО И НИТРАТНОГО АЗОТА В БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЕ**

ЦЕЦЬКО Э., проф. д-р габ., РОЛЬКА Э., д-р инж., ЖОЛНОВСКИ А.Ц., д-р, ГЖИБОВСКИ Л., магистр инж., ВЕНГЕЛЕВСКИ Д., магистр инж.  
Кафедра химии окружающей среды, Варминско-Мазурский университет в г.Ольштын, плац Łódzki 4, 10-727 Olsztyn, Польша

### **Введение**

Ртуть принадлежит к группе тяжелых металлов, наиболее токсичных и, кроме того, ненужных для живых организмов [5]. Особенностью данного элемента является также то, что, попадая в экосистемы, он не подлежит биодеградации (Wojnar, Wisz, 2006). Несмотря на уменьшение объемов ртути, попадающих в окружающую среду, этот металл по-прежнему представляет значительную опасность, которая обусловлена его геохимической и биохимической активностью, а также податливостью к резмиссии [6]. Ртуть, попадающая в атмосферу в виде молекул различных соединений или пара, легко связывается с атмосферной пылью, с которой перемещается ветром на значительные расстояния. Возможность такого перемещения ведет к тому, что загрязнение приобретает трансграничный характер. Ртуть с атмосферными осадками попадает в воды, в которых может растворяться и возвращаться обратно в атмосферу. В атмосфере, в результате движения воздушных масс и осадков, ее путешествие продолжается. Связанная с атмосферной пылью, ртуть оседает на поверхности почвы, растений и вод [2]. Круговорот ртути в природе можно рассматривать как множество повторяющихся циклов испарения, перемещения и оседания.

Растения поглощают соединения ртути корневой системой из почвы или воды, а также надземными частями, главным образом листьями – из атмосферы [4]. Загрязнение почвы ртутью может оказывать отрицательное влияние на рост и развитие растений, а также на объем получаемой биомассы и ее качество [1,3,5,7]. Ртуть в растениях сильно связывается с сульфогидрильными группами белков, и это свойство обуславливает ее токсическое воздействие на растения [6].

Принимая во внимание отрицательное воздействие ртути на естественную среду, провели опыт, целью которого было определить влияние ртути на содержание общего и нитратного азота в белокачанной капусте. Общий азот анализировали в листьях и корнях, а нитратный азот – только в листьях.

#### **Материал и методы**

В основу исследований лег вегетационный опыт (2007 г.), в котором использовали почвенный материал, состоящий из глинистого песка, взятый из пахотного гумусового горизонта. Реакция почвы ( $pH_{H_2O}$ ) составляла 6,25, в KCl – 5,53, а гидролитическая кислотность – 33,8 ммоль/кг почвы. Содержание усвояемых элементов, в том числе фосфора, калия и магния в используемой почве составляло: 43,2 мг P; 124,5 мг K и 30,0 мг Mg на кг почвы. Опыт заложили в сосудах Kick-Brauckmann, наполняя каждый из них почвой в количестве 9 кг. Загрязнение почвы моделировали путем внесения сульфата ртути в дозах 0, 50, 100 и 150 мг/кг Hg. Одновременно в опыте учитывали добавки веществ, инактивирующих ртуть, а именно: цеолит, известь и бентонит. Схема опыта включала четыре серии, в состав которых входили варианты с отдельными добавками и контрольные варианты (без добавок). Цеолит и бентонит применяли в количестве 270 г на сосуд (3% от массы почвы в сосуде), а известь – в дозе, соответствующей  $1N_r$  почвы. Во всех вариантах опыта использовали одинаковое минеральное удобрение (NPK) в виде мочевины, тройного суперфосфата 46%  $P_2O_5$  и калийной соли 57%  $K_2O$ . Опыт проводился в трех повторностях.

Подопытным растением была белокачанная капуста сорта Каменная голова. Из каждого сосуда брали зеленую массу и корни капусты. Полученный в ходе опыта материал высушили и измельчили до состояния муки. В подготовленном таким образом материале определили содержание общего азота по Кьельдалю и содержание нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в 2% уксусной кислоте с использованием ионоселективного электрода.

#### **Обсуждение результатов**

Проведенные исследования показали, что оба фактора – как возрастающее загрязнение почвы ртутью, так и внесение нейтрализующих веществ – оказали влияние на содержание общего и нитратного азота в исследуемой культуре.

Среднее содержание общего азота в надземной массе капусты колебалось в пределах от 15,4 г/кг сухого вещества в серии с добавкой цеолита до 19,1 г/кг сухого вещества в вариантах с бентонитом (табл.1).

снижению содержания общего азота в корнях капусты, составившему 10% по сравнению с вариантом с самым низким уровнем загрязнения. Известь, использованная в одной из серий для нейтрализации отрицательного воздействия ртути на подопытную культуру, привела к снижению содержания общего азота в корнях капусты. Это снижение в контрольном варианте, то есть без загрязнения ртутью, составило 13%. Отрицательное влияние извести на концентрацию общего азота в корнях капусты не ограничивало положительного воздействия загрязнения почв ртутью на содержание этого макроэлемента. Повышение содержания общего азота в корнях капусты под влиянием возрастающего загрязнения почв ртутью составило 6, 12 и 17%.

Содержание нитратного азота в надземных частях капусты колебалось в пределах от 3,8 г в серии с цеолитом до 7,8 г/кг сухого вещества в серии с бентонитом (табл. 3)

Таблица 3 – Содержание нитратного азота ( $\text{NO}_3$ ) в надземных частях капусты (г/кг сухого вещества)

Доза ртути (Hg) в мг/кг почвы	Нейтрализующие вещества			
	без добавок	цеолит 3% (270 г)	известь 1Нн	бентонит 3% (270 г)
0	3,3	2,2	2,6	6,1
50	4,6	3,8	3,5	7,5
100	6,0	4,8	5,1	8,2
150	5,2	4,5	5,0	9,3
Среднее	4,8	3,8	4,1	7,8

Загрязнение почвы ртутью привело к повышению содержания нитратов в листьях капусты, независимо от серии опыта. В сериях без нейтрализующих добавок и с добавкой цеолита и извести максимальное содержание нитратов отметили при среднем уровне загрязнения почвы ртутью (Hg), то есть 100 мг/кг. В указанных сериях опыта дальнейшее увеличение загрязнения почвы приводило к незначительному снижению содержания нитратов в листьях капусты. В вариантах с добавкой бентонита содержание нитратов в листьях капусты положительно коррелировало с загрязнением почвы ртутью (Hg) до самой высокой дозы, то есть 150 мг/кг. Повышение содержания нитратов в серии с бентонитом составляло от 22% в варианте с уровнем загрязнения 50 мг Hg до 52% в вариантах с уровнем загрязнения 150 мг/кг почвы.

В заключение надо отметить, что загрязнение почвы ртутью способствовало повышению содержания нитратного азота в надземной массе капусты во всех сериях опыта. Среди сравниваемых нейтрализующих веществ бентонит оказывал положительное, а цеолит и из-

весь – отрицательное влияние на содержание нитратного азота в листьях капусты.

#### **Выводы**

1. Загрязнение почвы ртутью приводило к повышению содержания общего азота в надземной массе и корнях капусты. Наибольший рост содержания общего азота отметили после внесения в почву первой дозы ртути (Hg) 50 мг/кг почвы; он составил 21% в надземной массе и 4% в корнях.

2. Внесение ртути в почву способствовало также усиленному накоплению нитратного азота в надземной массе капусты, причем наибольшую концентрацию этого соединения (6,0 г/кг сухого вещества) наблюдали в варианте со второй дозой ксенобиотика (100 мг/кг почвы).

3. Добавка бентонита повышала содержание общего и нитратного азота в надземной массе капусты. Разница по сравнению с контрольными вариантами указанных серий составила соответственно 13% и 84%.

4. Цеолит привел к уменьшению содержания обеих форм азота в надземной массе капусты. В свою очередь, добавка извести снизила содержание общего азота в корнях и нитратного азота – в надземных частях исследуемой культуры.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Badora A. 1999. Mobilne formy wybranych metali w glebach oraz niektóre aspekty ich immobilizacji. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. AR w Lublinie.
2. Bonenberg K. 2004. Żywe srebro zagrażające życiu. *Aura* nr 1: 32-33.
3. Ciećko Z., Rolka E., Opęchowska M., Grzybowski Ł. 2007. Response of maize to soil contamination with mercury. *International Journal of Oceanography and Hydrobiology* Vol. XXXVI, No. 3: 117-126.
4. Falandysz J., Strumnik K. 2000. Rtęć w grzybach jadalnych z Zaborskiego Parku Krajobrazowego. *Aura* 6: 15-16.
5. Gorlach E., Gambuś F. 2000. Potencjalne toksyczne pierwiastki śladowe w glebie (nadmiar, szkodliwość, przeciwdziałanie). *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 472: 275-296.
6. Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN W-wa: 52-87, 171-183.
7. Wyszowski M., Wyszowska J. 2004. The effect of soil contamination with cadmium, chromium and mercury of the yield and content of macroelements in oats. *Polish Journal of Natural Sciences*, No 16 (1): 123-131.

УДК 552.577

### **ТОРФЯНЫЕ РЕСУРСЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

ЦЫГАНОВ А. Р. академик, докт. с.-х. наук, ТОМСОН А. Э. канд. хим. наук, НАУМОВА Г. В. докт. техн. наук  
ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»

В последние годы торф и продукты его переработки находят все больше сфер применения. Однако наиболее масштабными на протяже-

нии многих десятилетий остаются такие традиционные направления его использования, как топливное (особенно в сельской местности) и сельскохозяйственное (приготовление тепличных грунтов, компостов, органических удобрений, мелиорантов).

В природной среде торф накапливался многие тысячи лет, а современная разработка торфяных месторождений осуществляется быстрыми темпами. К тому же на практике он используется не всегда рационально, без учета особенностей его свойств и состава.

В этой связи сведения о запасах торфа, его добыче и направлениях использования, как в Беларуси, так и в зарубежных странах, представляют не только научный, но и практический интерес.

Как известно, торфяные месторождения широко распространены на нашей планете, занимая площадь около 500 млн. га, а мировые ресурсы торфа исчисляются 500 млрд. т (в расчете на условную 40 %-ую влажность).

Как распределяются торфяные ресурсы мира по основным торфодобывающим странам можно судить по данным табл. 1.

Таблица 1 – Торфяные ресурсы различных стран мира

Страна	Запасы торфа, млрд. т	% от мировых запасов торфа
Россия	235,0	47,0
Индонезия	78,5	15,6
США	36,0	7,2
Финляндия	35,0	7,0
Канада	35,0	7,0
Китай	27,0	5,4
Швеция	11,2	2,2
Германия	7,3	1,5
Ирландия	5,8	1,2
Великобритания	5,7	1,2
Беларусь	4,1	0,8
Остальные страны	19,4	3,9
Всего	500,0	100,0

Характерно, что почти половина (47 %) мировых запасов торфа сосредоточено в России, более 15 % в Индонезии, порядка 7 % в США, Финляндии и Канаде, несколько более 5 % – в Китае, еще меньше в Швеции (2,2 %). Бедны торфяными ресурсами такие европейские страны, как Германия, Ирландия, Великобритания (1,2–1,5 %).

Торфяные ресурсы нашей республики составляют 0,8 % от мировых. До начала промышленного освоения и разработки торфяных месторождений, разведанные запасы торфа Беларуси достигали 6 млрд. т. За истекший период его ресурсы уменьшились примерно на 1,3 млрд. т, составляя в настоящее время 4,1 млрд. т. Важно отметить, что торфяные ресурсы в Беларуси распределены по целевым фондам в соответствии с разработанной «Схемой рационального использования и охраны торфяных ресурсов в Республике Беларусь на период до 2010 года». Эти данные приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Распределение запасов торфа в Республике Беларусь по целевым фондам

Целевой фонд	Площадь		Запасы	
	тыс. га	%	млн. т	%
Природоохранный	312,6	13,0	771,0	18,8
Запасной	32,1	1,3	103,4	2,5
Земельный	963,1	40,2	137,0	33,5
Разрабатываемый	109,0	4,5	223,0	5,4
Нераспределенный остаток	771,4	32,3	1478,9	36,2
Выработанный	209,5	8,7	145,8	3,6
Всего	2396,7		4097,0	

Как видно из приведенных данных, в зависимости от направления использования торфяные месторождения сгруппированы в следующие целевые фонды: природоохранный, запасной, земельный, разрабатываемый, нераспределенный остаток и выработанный. Однако с учетом изменившейся экологической и экономической ситуации в республике указанное распределение торфяного фонда в ближайшие годы может измениться. Так, в последние годы, учитывая значительное истощение мировых запасов углеводородного сырья, торф в нашей стране рассматривается как местное энергетическое сырье, добыча которого для указанных целей будет значительно возрастать.

Значительный интерес представляют сведения о добыче и основных направлениях использования торфа в зарубежных странах. По данным интернет-источников эти сведения представлены в табл. 3.

Как следует из этих данных, больше всего торф в топливных целях (90 % от всего объема добычи) используется в Финляндии, а также в Ирландии. Характерно, что в Канаде, США, Франции и Дании в качестве топлива торф вовсе не применяют, а вся добываемая торфяная продукция направляется на нужды сельского хозяйства.

Наибольших масштабов добычи и использования торфа Россия и СССР в целом достигли в 80-ые годы прошлого столетия, когда ее

торфяная отрасль ежегодно добывала до 150 млн. т торфа, около 100 млн. которого использовалось в сельском хозяйстве и около 50 млн. т – в качестве топлива.

Торфяная промышленность Беларуси особенно высоких показателей по добыче торфа достигла также в 70–80-ые годы XX века. В указанный период в республике ежегодно добывали от 35 до 40 млн. т торфа. Однако появление на рынке в конце 20 века более дешевых источников энергии, и, в первую очередь, природного газа, способствовало снижению потребности торфа, как энергоресурса, но осталась потребность в нем в сельской местности, где отсутствовала газификация населенных пунктов. Для погашения такого дефицита в республике осуществляется разработка комплекса специальных машин и расширяется в полевых условиях добыча кускового торфа. Он относится к высококачественному коммунально-бытовому топливу, не уступающему по калорийности бурому углю, сланцам и низкосортному каменному углю, а по стоимости гораздо дешевле торфяных брикетов.

Таблица 3 – Добыча торфа и основные направления его использования в разных странах мира (тыс. т в год)

Страна	Основные направления использования торфа					
	Топливо		Сельское хозяйство		Всего в данных отраслях	
	1997	2001	1997	2001	1997	2001
Финляндия	9500	6000	600	500	10100	6500
Ирландия	3850	5000	400	500	4250	5500
Канада	–	–	1054	1187	1054	1187
США	–	–	661	870	661	870
Германия	600	700	3100	3550	3700	4250
Швеция	1000	700	350	400	1350	1100
Франция	–	–	200	200	200	200
Дания	–	–	205	200	205	200

Характерно, что в последние десятилетия прошлого века при снижении доли торфа в энергетическом балансе республики появляется все возрастающая его потребность в сельскохозяйственном секторе. В этой связи самым крупным направлением использования торфа становится его применение в сельском хозяйстве в качестве органических удобрений, грунтов, мелиорантов. В настоящее время в Беларуси добывается 2,3–2,8 млн. т фрезерного торфа. На его основе производится 1,1–1,2 млн. т топливных брикетов, 4–5 тыс. т торфяных питательных грунтов, 25–27 тыс. т верхового сфагнового кипованного торфа. Торф также заготавливается на торфопредприятиях по заявкам сельскохозяйственного сектора для получения компостов.

В республике с 2008 г. осуществляется Государственная программа «Торф», разработанная на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г., целью которой является увеличение объемов добычи и использования торфа в энергетике и сельском хозяйстве, что позволит обновить и переоснастить техническую базу торфодобывающих и торфоперерабатывающих предприятий, усовершенствовать технологии разработки торфяных месторождений, добычи и переработки торфа.

Таким образом, торф еще в большей мере будет способствовать повышению урожайности полей Беларуси и обеспечивать теплом сельское население.

УДК 631.445:631.445.12:631.445.15

### **АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ НА ПРИМЕРЕ МОНИТОРИНГОВОГО ОБЪЕКТА «НОВОПОЛЕССКИЙ»**

ЦЫТРОН Г.С., доктор с.-х. наук, АЗАРЁНОК Т.Н., канд. с.-х. наук

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск

БУБЕН И.И., гл. специалист РУП «Проектный институт Белгипрозем»

СЕВЕРЦОВ В.В., аспирант УО «БГСХА», г. Горки

Исследования региональной трансформации почв и почвенного покрова, в условиях возрастающей на них антропогенной нагрузки, является весьма актуальной современной проблемой. Особенно это характерно для территории Белорусского Полесья, где в компонентном составе почвенного покрова значителен удельный вес торфяных почв, а главной составляющей антропогенного воздействия на почвы является осушительная мелиорация, которая оказывает максимальное влияние на скорость и масштабы их преобразования.

Для выявления особенностей изменения компонентного состава и свойств торфяных почв в результате агротехногенного воздействия на территории СПК «Новополесский» Солигорского района сектором методики картографирования и бонитировки почв совместно с РУП «Проектный институт Белгипрозем» в качестве мониторингового объекта исследований был подобран ключевой участок (№52), представляющий собой староосушенный пахотный массив, площадью 36,98 га. Осушение проведено в конце 70–х годов прошлого века.

Для наблюдения за изменением структуры почвенного покрова было проведено детальное картографирование ключевого участка в масштабе 1:2000 (в 2001, 2007, 2009 гг.) в соответствии с существующей методикой [1] на низком таксономическом уровне (с выделением родов, видов и разновидностей почв) посредством разбивки пикетажной сети (50x50 м) и инструментальной привязки. Так как данные исследований за 2009 год находятся в стадии обработки, рассмотрим динамику площадей компонентного состава почв участка за 2001 и 2007 гг.