

*Л. Ф. Попова, Н. В. Шевчинская*  
*Поморский государственный университет, г. Архангельск*  
*e-mail: fc.chemistry@pomorsu.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ СЕЛИТЕБНОГО ЛАНДШАФТА АРХАНГЕЛЬСКА**

### **03.00.16 - Экология**

*Накопление нитратов в почве говорит о ее хорошем «санитарном» состоянии, но избыточное их количество нарушает функционирование природных экосистем. В данной статье представлен анализ результатов исследования особенностей накопления нитратов в почвах селитебного ландшафта г. Архангельска. Здесь рассмотрены некоторые закономерности аккумуляции и миграции нитратного азота в городских почвах.*

**Ключевые слова:** нитраты; селитебный ландшафт; культуроземы; урбаноземы; реплантоземы.

Защита окружающей среды предполагает постоянный аналитический контроль (мониторинг) разных природных объектов (воздуха, воды, почвы, растений, пищевых продуктов, сельскохозяйственной продукции, кормов для животных), который направлен на получение объективной информации о содержании вредных компонентов в окружающей среде. Степень ответственности при проведении анализа объектов окружающей среды очень велика. Неверно определенная степень экологических нагрузок на природные системы при регулировании их качеств может вызвать геохимические и геофизические изменения: закисление природных вод кислотными дождями, загрязнение Мирового океана, нарушение озонового слоя.

Стремительный рост числа публикаций об увеличении концентрации нитратов в почвах, водах, продуктах растениеводства, недостаточно критический анализ нитратов или отсутствие такового вообще породили как массу спекулятивных гипотез о причинах и последствиях негативного влияния нитратов, так и не совсем объективных и научно обоснованных предположений о нитратной проблеме и ее решении. Проблема нитратного загрязнения приобретает все большую актуальность, поскольку постоянно возрастает как количество, так и скорость круговорота нитратного азота в окружающей среде, растет его воздействие на природные системы, человека и животных [3].

На кафедре химии ПГУ в течение нескольких лет проводятся работы по определению нитратов в почвах города Архангельска. Для их определения используется два метода: прямая потенциометрия и фотоэлектроколориметрия.

Потенциометрия как метод электрохимического анализа занимает достойное место среди методов контроля состояния окружающей среды. Метод прямой потенциометрии основан на использовании различного рода ионоселективных электродов (ИСЭ), которые дают прямую информацию о концентрации анализируемого объекта. ИСЭ отвечают всем основным требованиям, предъявляемым к химическим сенсорам. Это малые габариты, простота эксплуатации, обратимость процессов, возможность непрерывного измерения и автоматизированного использования.

Определение нитрат-ионов проводилось ионометрически по ГОСТ 26951-86 [2].

Фотоэлектроколориметрический метод анализа также как и все спектроскопические методы основан на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Этот метод обладает высокой чувствительностью и хорошей воспроизводимостью, селективностью, прост по выполнению измерений, использует

относительно несложную аппаратуру. Фотоэлектроколориметрические методы относятся к объективным методам, так как интенсивность окраски растворов оценивают с помощью специальных устройств – фотоэлементов, в основе работы которых лежит явление фотоэффекта.

Определение нитрат-ионов проводилось по методу ЦИНАО (ГОСТ 26488 – 86) [1].

Используемые методы определения нитрат-ионов были оценены по правильности и воспроизводимости с помощью критерии Фишера (F-критерий), и Стьюдента (t-критерий). Табличные значения F-критерия и t-критерия (при  $\alpha = 0,95$  и  $k = 2$ ) равны  $F_{\text{табл.}} = 19,20$ ,  $t_{\text{табл.}} = 4,303$ . Экспериментальные значения  $F_{\text{эсп.}}$  находились в интервале 13,3-1,41, а  $t_{\text{эсп.}}$  в интервале 2,06-0,36, что меньше соответствующих табличных значений, поэтому полученные этими методами данные можно рассматривать как одну выборочную совокупность.

Нитраты определяли в различных типах почв г. Архангельска (урбанозёмы, реплантозёмы, урбоестественные почвы). В качестве контроля использовали природную маломощную легкосуглинистую почву пригорода в районе деревни Бабонегово.

Нами установлено, что содержание нитратов в почвах города Архангельска колеблется от  $3,13 \pm 0,25$  мг/кг почвы до  $97,30 \pm 1,72$  мг/кг почвы и не превышает ПДК (130 мг/кг). Проанализированные почвы г. Архангельска по содержанию в них нитратов можно разделить на 3 группы:

- низкое ( $\leq 30$  мг/кг) – 50%;
- среднее (31-70 мг/кг) – 36%;
- высокое ( $\geq 71$  мг/кг) – 14%;

Практически на всех пробных площадях (далее ПП) содержание нитратов больше, чем в естественной почве ( $6,42 \pm 0,33$  мг/кг). Это может быть связано с антропогенным загрязнением окружающей среды соединениями азота и мощными широко распространенными посадками бобовых культур во дворах и на городских газонах.

Содержание нитратов в различных типах почв неодинаково (см. табл. 1). Самое высокое содержание нитратов обнаружено в урбанозёмах. Урбанозёмы отличаются наличием гумусового горизонта, это перемещенный горизонт с примесью антропогенных включений. Следовательно, к количеству нитратов, образующихся на этих почвах в результате процессов нитрификации при разложении органических веществ почвы, присоединяются еще и нитраты, поступающие в почву в результате антропогенного загрязнения. Немного меньше нитратов в реплантозёмах. Реплантозёмы созданы путем смешивания торфа с песком при благоустройстве территории, а толща наполнена строительным мусором. Обнаружившиеся в нем нитраты, в основном антропогенной природы. Наименьшее содержание нитратов наблюдается в урбоестественных почвах. Возможно, это связано с особенностями этого типа почв города. Они близки по свойствам к естественным почвам. В силу своей достаточной сформированности урбоестественные почвы способны в полной мере выполнять функциональную роль, связанную с очисткой среды и обеспечением биологического круговорота веществ. Концентрация нитрат-ионов в них наиболее приближены к естественной почве (контролю).

**Таблица 1. Среднее содержание нитратов, мг/кг, в различных типах почв г. Архангельска**

Тип почвы	Интервал значений содержания $\text{NO}_3^-$	Среднее содержание $\text{NO}_3^-$
Урбанозём	27,10-73,23	39,82
Реплантозём	3,13-97,30	36,26
Урбоестественная почва	6,72-26,31	16,55
Естественная почва	-	6,42

Антропогенные факторы нарушают естественные процессы биологической фиксации и миграции нитратов, повышая их количество. О значительном поступлении

нитратов в городские почвы свидетельствует повышение уровня их концентраций в 2-4 раза за последние 10 лет [3].

Предприятия теплоэнергетики и транспорт являются одним из основных источников антропогенного загрязнения городских почв легкогидролизуемым азотом, в частности нитратами. В результате работы ТЭЦ и сгорания автомобильного топлива в атмосферу выбрасывается в виде оксидов (NO и NO<sub>2</sub>) 12 и 8 млн. т. азота, соответственно. NO<sub>2</sub> растворяется в воде с образованием азотной кислоты, которая вместе с атмосферными осадками попадает в почву и превращается в ней в нитраты [3]. Как видно из данных табл. 2, действительно автотранспорт является мощным техногенным источником поступления нитратов в почву.

**Таблица 2. Содержание нитратов в почвах, мг/кг, Архангельска при различной степени транспортной нагрузки**

Тип почв	Средняя (480-800 маш/ч)	Слабая (160-480 маш/ч)	Практически нет (0-160 маш/ч)
	Содержание NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
Урбанозём	73,23	28,37 - 47,39	31,88
<i>среднее</i>	<b>73,23</b>	<b>35,56</b>	<b>31,88</b>
Реплантозём	7,83 – 97,30	3,13 – 39,59	-
<i>среднее</i>	<b>50,69</b>	<b>21,36</b>	-
Урбоестественные	26,31	-	6,72
<i>среднее</i>	<b>26,31</b>	-	<b>6,72</b>
<i>среднее всех типов</i>	<b>51,13±1,51</b>	<b>24,16±1,75</b>	<b>19,30±1,22</b>

Круговорот азота, обусловленный его бактериальной фиксацией и дальнейшей трансформацией, тесно связан с другим мощным круговоротом этого элемента. Крупные массы нитратного и аммонийного азота захватываются из педосферы в биологический круговорот, происходящий благодаря деятельности фотосинтезирующих растений и микроорганизмов, разрушающих растительные остатки. Разложение органического вещества в анаэробных условиях (аммонификация) ведёт к накоплению в почве ионов аммония. При разложении органического вещества в аэробных условиях (нитрификация) в почве накапливаются нитраты. Особенно успешно нитрификация идёт при pH ≈ 7 [3].

Между pH почвенного раствора и количеством нитратов нами была выявлена прямая корреляционная зависимость (r = 0,88) (см. табл. 3). То есть, чем ближе значение pH к 7,0, тем больше содержание нитратов в почвах. Это можно объяснить тем, что при таком значении pH в почве создаются более благоприятные условия для микроорганизмов-нитрификаторов, поэтому более интенсивно протекает процесс нитрификации.

**Таблица 3. Содержание нитратов в почвах, мг/кг, Архангельска при различных значениях pH почвенного раствора,**

Уровень содержания нитратов	Интервал значений содержания NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Интервал значений pH почвы	Среднее содержание NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Среднее значение pH почвы
Высокий (71 и более мг/кг)	73,23-97,30	2,72-6,84	85,26	6,55
Средний (31-70 мг/кг)	30,92-47,39	6,24-6,71	39,35	6,45
Низкий (0-30 мг/кг)	3,13-28,43	6,43-6,67	20,79	6,19

Главным источником азота в почве является гумус, однако он находится в недоступной форме для растений и непосредственно для их питания не используется. Азот гумуса переходит в растворимые и доступные формы постепенно в результате

сложных превращений, дающих нитраты. В условиях Севера не происходит интенсивного разложения растительного опада, и на поверхность почвы ежегодно поступают его новые порции, тогда как растительные остатки предыдущего года разложились ещё очень слабо. Именно поэтому происходит значительное высвобождение нитратов и наблюдается повышение их содержания в почве. Кроме этого, обогащение подстилки нитратами происходит вследствие отмирания самих азотфиксирующих микроорганизмов [3].

Нами была установлена чётко выраженная прямая корреляционная зависимость ( $r=0,98$ ) (см. табл. 4) содержания нитратов в почве от степени обеспеченности их гумусом.

**Таблица 4. Содержание нитратов в почвах, мг/кг, Архангельска при различных значениях содержания гумуса**

Уровень содержания нитратов	Интервал значений содержания $\text{NO}_3^-$ , мг/кг	Интервал значений содержания гумуса, %	Среднее содержание $\text{NO}_3^-$ , мг/кг	Среднее содержание гумуса, %
Высокий (71 и более мг/кг)	73,23-97,30	2,59-3,11	85,26	2,85
Средний (31-70 мг/кг)	30,92-47,39	0,56-6,97	39,35	2,74
Низкий (0-30 мг/кг)	3,13-28,43	0,59-5,84	20,79	2,71

Таким образом, нами установлено, что:

- 1) Содержание нитратов в почвах города Архангельска колеблется от  $3,13 \pm 0,25$  мг/кг до  $97,30 \pm 1,72$  мг/кг и не превышает ПДК, но в 1,1-15,0 раз выше, чем в почве пригорода.
- 2) Максимальное количество нитратов (39,82 мг/кг) в почвах г. Архангельска обнаружено в урбанозёмах, а минимальное (16,55 мг/кг) – в урбоестественной почве.
- 3) Выявлена прямая корреляционная зависимость между содержанием нитратов в почвах и:
  - количеством органического вещества в них;
  - величиной pH почвенного раствора;
  - степенью транспортной нагрузки.

*Исследования поддержаны грантами № 05-04-97531, 08-04-98808 РФФИ и администрации Архангельской области и проектом 1-7 администрации Архангельской области за 2008 г.*

### **Библиография**

1. ГОСТ 26488-86. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. М.:Изд-во Стандартов, 1987. 8 с.
2. ГОСТ 26951-86. Почвы. определение нитратов ионометрическим методом. М.:Изд-во Стандартов, 1986. 8 с.
3. Соколов О. А. Нитраты в окружающей среде/ Соколов О. А., Семёнов В.М., Агаев В.А. – Пушино.: ОНТИ НЦБН АН СССР, 1988.-303 с.