

Швабенланд И. С. Содержание нитратного азота в эмбриоземах на отвалах вскрышных пород Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии / И. С. Швабенланд // Научный диалог. – 2013. – № 3(15) : Естествознание. Экология. Науки о земле. – С. 196–206.

УДК 631.416.1+631.461.1/.5

Содержание нитратного азота в эмбриоземах на отвалах вскрышных пород Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии

И. С. Швабенланд

В статье рассмотрено содержание нитратного азота в эмбриоземах инициальных, дерновых, органо-аккумулятивных на разновозрастных отвалах вскрышных пород Восточно-Бейского угольного разреза республики Хакасии. Поскольку запасы общего азота служат показателем потенциального плодородия почвы, а эффективное плодородие почв и функционирование экосистем определяются содержанием подвижных соединений азота, то для характеристики азотного состояния и обменных процессов в цикле азота необходимы также знания количественных оценок форм азота в техногенных почвах.

Ключевые слова: азот; азот нитратный; эмбриозем инициальный; эмбриозем дерновый; эмбриозем органо-аккумулятивный; отвалы; вскрышные породы.

По мнению В. А. Андроханова, Е. Д. Куляпиной, В. М. Курачева [Андроханов и др., 2004], если природный ландшафт является естественноисторическим образованием, сформированным совокупным и одновременным действием всех факторов географической среды, то техногенный – образованием с предельной степенью нарушения взаимосвязей этих факторов. Таким образом, наи-

более характерными представителями таких ландшафтов можно считать отвально-карьерные образования, сформировавшиеся при разработке месторождений полезных ископаемых, в частности при открытой добыче каменного угля. Как известно, любой техногенный ландшафт проходит в своем развитии две фазы – техногенного формирования и посттехногенного развития. В техногенную фазу формируется своеобразная каркасная основа ландшафта для последующей посттехногенной фазы его развития: рельеф с его основными характеристиками и породы с их вещественным составом и свойствами. В посттехногенную фазу за счет естественных ландшафтообразующих факторов каркасная основа преобразуется. Техногенный ландшафт постепенно трансформируется в естественный, природный. Длительность периода, необходимого для такой трансформации, для каждого ландшафта своя и определяется, с одной стороны, спецификой свойств и режимов каркасной основы техногенной фазы, а с другой – особенностями биоклиматической обстановки данной местности. В крайних, но достаточно распространенных случаях она составляет даже тысячелетия, в наилучших, но, к сожалению, малораспространенных случаях – несколько десятилетий. Поэтому важнейшим условием ускорения процесса трансформации техногенного ландшафта в естественный является правильная, экологически обоснованная технология разработки месторождения полезного ископаемого.

Используя классификацию В. А. Андроханова [Андроханов, 2005], отметим, что географической особенностью техногенных ландшафтов Хакасии следует считать практически одинаковый состав почвенного покрова в разных биоклиматических зонах. Это обусловлено тем, что эмбриоземы, будучи молодыми биогенными почвенными образованиями, являются сингенетическим отражением той или иной стадии сукцессии фитоценозов. Стадии сукцессии фитоценозов во всех зонах практически одинаковы – от пионерных

до сложных замкнутых сообществ. Незначительные различия отмечены лишь по степени того или иного типа эмбриоземов.

Известно, что почва удерживает в себе $15 \cdot 10^{10}$ тонн азота: «Даже дерново-подзолистая, одна из самых бедных почв Европейской части нашей страны, в 20-сантиметровом пахотном слое содержит 2–4 тонны азота на каждом гектаре. А пшеница при средних урожаях забирает с гектара всего около 70 кг азота. Стало быть, его запасов в Нечерноземье могло бы хватить лет на 50–60. Знаменитый русский чернозем накопил на каждом гектаре 20–30 тонн азота и более; этих запасов хватило бы лет на 300–400» [Орлов и др., 1982, с. 27].

Азот почвы, являясь составной частью гумуса, служит показателем направленности и результативности почвообразовательного процесса. По мнению И. В. Тюрина, существенной чертой почвообразования является ассимиляция и круговорот азота, а характерным признаком почв – аккумуляция азота в гумусовых веществах [Тюрин, 1965]. Накопление азота в почве определяется процессами гумусообразования. Процессы гумусообразования и азотонакопления, разложения органического вещества, аккумуляция азота и его минерализация протекают под влиянием гидротермических условий и растительности. Преобладающая часть почвенного азота (95–99 %) находится в органической форме и является структурным элементом гумусовых веществ [Тюрин, 1956; Орлов, 1974 и др.]. Органические соединения азота можно разделить на три главные группы: 1) легкогидролизуемый азот (амиды, часть аминов); 2) трудногидролизуемый азот (амины, часть амидов, необменного аммония и гуминов); 3) негидролизуемый азот – чрезвычайно стойкая к микробиологическому разложению часть органического азота (гумины, меланины, битумы, гумусовые вещества, прочно связанные с минералами, необменный (фиксированный аммоний) [Славнина, 1978]. Они практически не участвуют в биологическом

круговороте вследствие того, что недоступны растениям без предварительной минерализации. Величина органического азота определяет степень мобилизации азота почвы. Кроме того, азот в почвах в крайне малых количествах (1–5 %) находится в минеральной форме (аммонийный азот, нитритный азот, нитратный азот), непосредственно доступной для растений. Непрерывные циклы созидания и разрушения азотистых веществ приводят к накоплению в почве доступных растениям соединений азота [Возбуцкая, 1968 и др.].

Основным показателем обеспеченности почв доступным для растений азотом является количество нитратного азота в почвах [Рекомендации., 1975]. Только почвы из-за уникальности своих свойств могут накапливать азот в составе гумуса и поэтому являются единственным природным резервуаром и источником доступных форм этого элемента. Нитратный азот лучше усваивается растениями при $pH < 6$, в холодную погоду.

Хотя для эмбриоземов характерен верхний горизонт (грубогумусовый или торфяный), мощность которого составляет от 5 до 7 см, для определения биологической активности этих почв, а именно для определения содержания нитратного азота, возможно взятие образцов послойно на глубинах 0–20 и 20–40 см.

Таблица 1

**Статистические показатели содержания нитратного азота ($N-NO_3$)
в эмбриоземах различных типов на старых отвалах
Восточно-Бейского угольного разреза, мг/кг**

Название почвы	Глубина, см	n*	Max – min	X	S_x	S_x^2 , %	S	S^2	V, %
Эмбриозем инициальный	0–20	20	6,32–4,11	5,22	0,11	2,11	0,51	0,26	10
	20–40	20	5,23–2,99	4,11	0,11	2,68	0,51	0,26	12
Эмбриозем органо-аккумулятивный	0–20	20	5,34–4,11	4,73	0,06	1,27	0,28	0,08	6
	20–40	20	3,98–2,63	3,31	0,07	2,11	0,32	0,10	10

Обратимся к таблице (табл. 1), где показано содержание нитратного азота ($N-NO_3$) на старых отвалах (существуют более 25 лет) Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии в разных типах эмбриоземов.

Как можно увидеть по данным таблицы 1, содержание нитратного азота в слое 0–20 см всех типов эмбриоземов превышает количество $N-NO_3$ в слое 20–40 см. Вероятно, это можно объяснить высокой биологической активностью верхнего слоя почвы и лучшими гидротермическими условиями.

Далее в таблице приведены статистические показатели содержания нитратного азота ($N-NO_3$, мг/кг) в эмбриоземах различных типов на средневозрастных отвалах (существуют около 15 лет) Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии (табл. 2).

Таблица 2

Статистические показатели содержания нитратного азота ($N-NO_3$) в эмбриоземах различных типов на средневозрастных отвалах Восточно-Бейского угольного разреза, мг/кг

Название почвы	Глубина, см	n*	Max–min	X	Sx	Sx, %	S	S ²	V, %
Эмбриозем инициальный	0–20	20	5,34–3,13	4,24	0,11	2,59	0,51	0,26	12
	20–40	20	4,27–2,07	3,17	0,11	3,47	0,50	0,25	16
Эмбриозем дерновый	0–20	20	4,35–3,87	4,11	0,02	0,49	0,10	0,01	2
	20–40	20	3,16–2,99	3,08	0,01	0,32	0,04	0,002	1
Эмбриозем органо-аккумулятивный	0–20	20	5,01–3,48	4,25	0,08	1,88	0,35	0,12	8
	20–40	20	3,14–2,99	3,07	0,01	0,33	0,03	0,001	1

Данные таблицы 2 показывают, что статистические показатели содержания нитратного азота ($N-NO_3$) в эмбриоземах различных типов на средневозрастных отвалах снижаются с глубиной. Например, в эмбриоземе инициальном средние показатели нитратного азота в поверхностном слое почвы составляют 4 мг/кг при коэффициенте вариации 12 %, а вниз по профилю в слое 20–40 см они снижают-

ся. Поскольку показатели биологической активности верхнего слоя почвы высокие и гидротермические условия благоприятные, то наблюдается повышенное количество $N-NO_3$ в слое 0–20 см.

Обратимся к таблице 3, где даны статистические показатели содержания нитратного азота ($N-NO_3$) в эмбриоземах различных типов на молодых отвалах (существуют около 5 лет) вскрышных пород.

Таблица 3

**Статистические показатели содержания нитратного азота ($N-NO_3$)
в эмбриоземах различных типов на молодых отвалах
Восточно-Бейского угольного разреза, мг/кг**

Название почвы	Глубина, см	n*	Max–min	X	Sx	Sx, %	S	S ²	V, %
Эмбриозем инициальный	0–20	20	8,33–4,17	6,25	0,21	3,36	0,95	0,91	15
	20–40	20	6,29–3,46	4,88	0,15	3,07	0,65	0,42	13
Эмбриозем дерновый	0–20	20	4,23–2,34	3,29	0,10	3,04	0,44	0,19	13
	20–40	20	3,12–1,98	2,55	0,06	2,35	0,26	0,07	10
Эмбриозем органо-аккумулятивный	0–20	20	0,98–0,34	0,66	0,03	4,55	0,14	0,02	21
	20–40	20	0,77–0,14	0,46	0,03	6,52	0,14	0,02	30

Результаты исследования (табл. 3) показывают, что на молодых отвалах в эмбриоземе органо-аккумулятивном содержание нитратного азота очень низкое и вниз по профилю оно еще больше снижается. Это обусловлено тем, что на молодых отвалах органо-аккумулятивные горизонты практически не сформированы, а значит, обладают низкой биологической продуктивностью. Здесь произрастает мало растений, поэтому содержание нитратного азота отмечено в меньших количествах. Следовательно, потенциальные возможности к нитратонакоплению в слое 0–20 см в связи с высокими запасами органического вещества выше, чем в слое 20–40 см.

Рассмотрим динамику нитратного азота по годам (рис. 1–3).

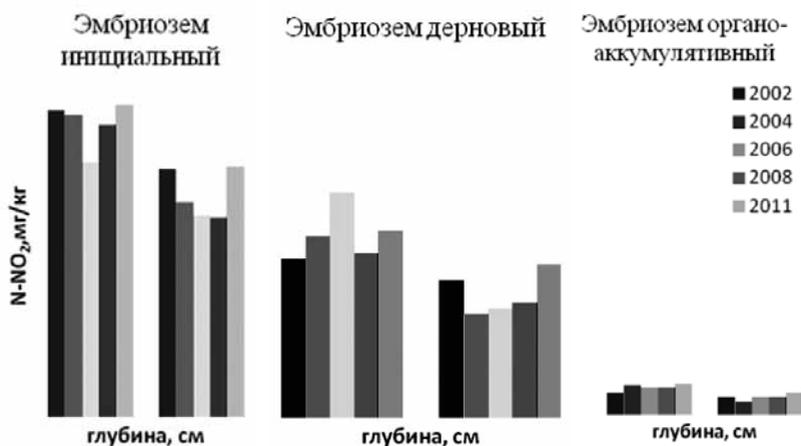


Рис. 1. Динамика нитратного азота эмбриоземов различных типов на молодых отвалах вскрышных пород Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии

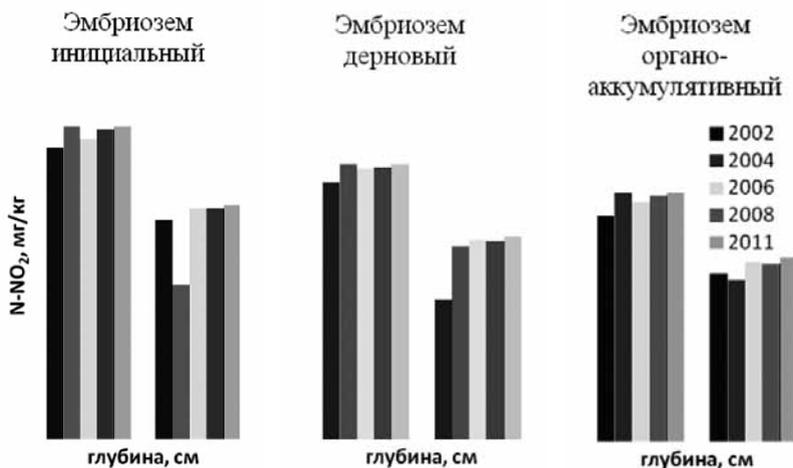


Рис. 2. Динамика нитратного азота эмбриоземов различных типов на средневозрастных отвалах вскрышных пород Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии

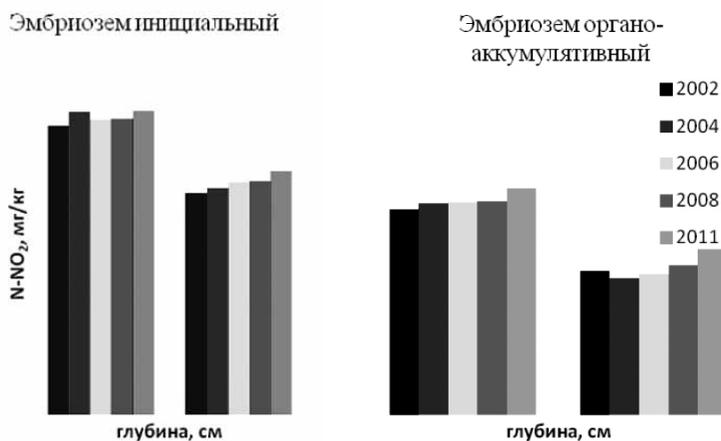


Рис. 3. Динамика нитратного азота эмбриоземов различных типов на старых отвалах вскрышных пород Восточно-Бейского угольного разреза Хакасии

Исследования показали, что на средневозрастных отвалах (рис. 2) содержание нитратного азота несколько выше, чем на молодых отвалах (рис. 3). Наблюдается небольшое увеличение его содержания к 2011 году.

При этом зафиксированные в 2004 году показатели нитратного азота во всех изученных типах эмбриоземов в слое 0–20 см практически одинаковы с показателями 2011 года. В слое 20–40 см в 2004 году содержание нитратного азота меньше, чем в 2011 году.

Вниз по профилю содержание нитратного азота во всех типах эмбриоземов снижается. Надо полагать, это связано с произрастающей растительностью, степенью увлажнения этих почв, рельефом местности, породами, а также с биологической активностью этих почв.

Многие исследователи считают, что динамика нитратного азота в определенной степени характеризует плодородие почв. Со-

держание нитратного азота в изучаемых почвах неодинаково. Оно зависит от ряда факторов: характера растительности, условий увлажнения, запасов гумуса и общего азота, вида обработки почвы, применения удобрений, интенсивности биологических процессов, что подтверждают работы многих авторов [Кочергин, 1968; Кочегарова, 1976; Кондратьева, 1978; Славнина, 1978; Крупкин и др., 1990; Мальцев, 2000 и др.]. Особенность изучаемых почв состоит в том, что они определенно отличаются по способности накапливать нитратный азот.

Литература

1. *Андроханов В. А.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов / В. А. Андроханов, Е. Д. Куляпина, В. М. Курачев // Почвы техногенных ландшафтов : генезис и эволюция. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
2. *Андроханов В. А.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов : динамика и оценка : автореферат диссертации... доктора биологических наук / В. А. Андроханов. – Новосибирск, 2005. – 32 с.
3. *Возбуцкая А. Е.* Химия почв : учебное пособие / А. Е. Возбуцкая ; ред. Д. Л. Аскинази. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Высшая школа, 1968. – 427 с.
4. *Кондратьева Е. Д.* Азот дерново-подзолистых почв Омского Прииртышья и эффективность азотных удобрений : автореферат диссертации... кандидата сельскохозяйственных наук / Е. Д. Кондратьева. – Омск, 1978. – 18 с.
5. *Кочегарова Н. Ф.* Формы азота и азотный режим черноземов Омской области : автореферат диссертации... кандидата биологических наук / Н. Ф. Кочегарова. – Новосибирск, 1976. – 18 с.
6. *Кочергин А. Е.* Эффективность удобрений на черноземах Западной Сибири / А. Е. Кочергин // Агрофизическая характеристика почв СССР : районы Западной Сибири. – Москва : Наука, 1968. – С. 316–336.
7. *Крупкин П. И.* К вопросу о возможности прогнозирования эффективности азотных удобрений по количеству нитратного азота в черноземах Центральной Сибири / П. И. Крупкин, Т. И. Членова // Проблема азота в интенсивном земледелии : тез. докл. Всесоюз. совещ., Новосибирск, 23–28 июля / [Редкол. В. И. Кирышкин]. – Новосибирск : СО ВАСХНИЛ, 1990. – С. 150–151.

8. *Мальцев В. Т.* Условия азотного питания полевых культур и применение азотных удобрений на почвах Приангарья : автореферат диссертации... доктора сельскохозяйственных наук / В. Т. Мальцев. – Омск, 2000. – 33 с.

9. *Орлов Д. С.* Азот почвы: стратегия и тактика / Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская // *Химия и Жизнь*. – 1982. – № 3. – С. 27–30.

10. *Орлов Д. С.* Гумусовые кислоты и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – Москва : Изд-во МГУ, 1990. – 322 с.

11. *Орлов Д. С.* Гумусовые кислоты почв / Д. С. Орлов. – Москва : Изд-во МГУ, 1974. – 382 с.

12. *Рекомендации по рекультивации земель для дальнейшего их использования в народном хозяйстве*. – Целиноград : [б. и.], 1975. – 24 с.

13. *Славнина Т. П.* Азот в почвах элювиального ряда / Т. П. Славнина. – Томск : Изд-во Томского ун-та. – 1978. – 392 с.

14. *Тюрин И. В.* Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И. В. Тюрин. – Москва : Наука, 1965. – 320 с.

15. *Тюрин И. В.* Почвообразовательный процесс, плодородие почвы и проблема азота в почвоведении и земледелии / И. В. Тюрин // *Почвоведение*. – 1956. – № 3. – С. 1–17.

© Швабенланд И. С., 2013

Nitrate Nitrogen Content in Overburden Dump Embryozems of East-Beisk Open-Pit Mine in Khakassia

I. Shvabenland

The article covers the nitrate nitrogen content in initial, soddy and organic-accumulative embryozems on uneven-aged overburden dumps of the East-Beisk open-pit mine in the Republic of Khakassia. The total nitrogen reserve is a soil potentiality index and the effective soil fertility as well as ecosystems functioning are determined by the content of mobile nitrogen compounds, that is why to characterize the nitrogen state and the exchange processes in the nitrogen cycle it is necessary to conduct quantitative evaluation of nitrogen forms in technogenic soils.

Key words: nitrogen; nitrate nitrogen; initial embryozem; soddy embryozem; organic-accumulative embryozem; dumps; overburden.

Швабенланд Ирина Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент, кафедра экологии и географии, Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова (Абакан), shvabenland-irina@rambler.ru.

Shvabenland, I., PhD in Biology, associate professor, Department of Ecology and Geography, Khakassian State University named after N. F. Katanov (Abakan), shvabenland-irina@rambler.ru.