

УДК 631.416.1: 631.445.12

**АЗОТМИНЕРАЛИЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Н.Н. Семенов, доктор сельскохозяйственных наук

Е. В. Каранкевич, аспирант

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: азот, определение, содержание, торфяные почвы, концентрация раствора, рабочая шкала

Введение

Азот является главным элементом в почвообразовании и земледелии. Совместно с углеродом он составляют основу органического вещества, а его содержание в почве – важнейший показатель ее плодородия. Азотный фонд пахотного слоя торфяных почв представлен преимущественно органическими соединениями, азот которых становится доступным растениям в результате биологической минерализации органического вещества – процессов аммонификации и нитрификации [1,2]. Объемы, интенсивность этих процессов, и, следовательно, размеры накопления минеральных соединений азота в почве находятся в тесной связи с состоянием ряда условий внешней среды: наличие в почве и состава органического вещества, температуры, влажности и др.

В почве протекают одновременно два противоположных процесса – образование (синтез) и минерализация (распад) органических соединений с выделением углекислоты и соединений азота. В торфяных почвах после удаления избыточной влаги и в результате сельскохозяйственного использования процесс минерализации органического вещества преобладает над его образованием. В связи с чем плодородие почв и величина их азотминерализующей способности (АМС) постоянно снижается. Проблема оценки интенсивности процесса минерализации органических соединений торфа и потенциальной азотминерализующей способности торфяных почв разных стадий эволюции имеет значение с двух точек зрения. С одной стороны, разработка приемов, замедляющих интенсивность этого процесса, способствует сохранению плодородия почв на возможно более длительный срок, а с другой – высвобождаемый в результате минерализации органических соединений азот аммония и нитратов является источником азотного питания растений и загрязнения грунтовых вод. В связи с чем показатель потенциальной азотминерализующей способности торфяных почв разных стадий эволюции можно использовать при их диагностике, оценке почвообразовательного процесса и плодородия, а также для разработки более эффективной системы удобрений сельскохозяйственных культур, воз-

дельваемых на этих почвах.

В минерализации азотистых органических соединений почвы основное значение имеет высвобождение аммонийного азота при участии бактерий – аммонификаторов, который служит источником питания микроорганизмов и растений. Микроорганизмы-нитрификаторы переводят аммонийный азот в окисленные формы – нитриты и нитраты, которые так же являются источником питания как для растений, так и для микробов. Процесс нитрификации проходит при более комфортных условиях температуры и влажности почвы. Поэтому считается, что интенсивность процесса нитрификации дает более объективное представление о степени плодородия почв [3]. В настоящее время определение нитрификационной способности почв некоторыми исследователями рассматривается как один из методов оценки обеспеченности растений почвенным азотом [4-6]. Однако учитывая, что аммонийная форма азота является результатом первого этапа минерализации органических соединений почвы и материалом для нитрификационного процесса и питания растений ряд исследователей [1,4] считают, что при оценке потенциальной азот-минерализующей способности почв необходимо нитрифицирующую изучать во взаимосвязи и в совокупности с аммонифицирующей способностью почв.

Цель исследований – установить влияние длительного антропогенного воздействия на эволюцию азотминерализующей способности торфяных почв.

Объекты и методы исследований

Методической основой проводимых исследований служит системный подход, сущность которого состоит в том, что изучаются не изолированные почвенные образования, а целый ряд почв, сформировавшихся в идентичных условиях. Для выполнения поставленной цели на болотном массиве «Хольче» Лунинецкого района Брестской области площадью более 25 тыс. га на землях ПОСМЗиЛ НАН Беларуси подобраны участки: неосушенный (заповедник) с мощностью торфа 75-85 см и осушенные бывшие маломощные торфяники, на месте которых в результате использования под пашней в течение почти 50 лет образовались комплексы с торфяными, торфяно-минеральными и минеральными остаточно-торфяными почвами с различным содержанием органического вещества. Исходное состояние мощности торфа этих почв в 1956 г. до осушения составляло 65-85 см, т.е. было аналогичным с заповедником. На этих почвах возделывались одни и те же культуры, применялась одинаковая система удобрений и агротехника. Все почвы подстилаются песком. Ботанический состав торфа – преимущественно осоковый. Подобранные объекты исследований охватывают широкий спектр торфяных почв, содержание органического вещества (ОВ) в которых колеблется от 83,7 до 4,8% (табл. 1).

При оценке азотминерализующей способности торфяных почв разных стадий эволюции были использованы известные методические подходы (оптимальные для минерализации условия увлажнения и температуры, экспозиция 14 суток [3,5,6]), впервые предложенные С.П. Кравковым (1931 г.) для определения нитрифицирующей способности

минеральных почв в нашей модификации. В метод оценки азотминерализующей способности торфяных почв в нашей модификации было включено определение потенциальной нитрифицирующей, аммонифицирующей и азотминерализующей (АМС – сумма $N-NO_3+N-NH_4$) способности почв при длительности экспозиции 45 суток, с анализом хода процесса аммонификации и нитрификации через 1, 15, 30 и 45 суток. Содержание нитратного и аммонийного азота в почве определяли по разработанным авторами статьи методам [7].

Корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов исследований проводили с использованием компьютерной программы Excel.

Таблица 1 – Динамика трансформации азота органических соединений торфяных почв разных стадий эволюции, мг/кг почвы

Почвы	ОВ, %	N – NO ₃				N – NH ₄				АМС (сумма)			
		Экспозиция, сутки								1	15	30	45
		1	15	30	45	1	15	30	45				
1. Торфяные неосушенные	83,7	131	168	292	337	38	209	223	87	169	377	515	424
2. Агроторфяные	82,5	170	241	259	300	56	18	15	22	226	259	274	322
3. Агроторфяные	67,2	104	257	280	317	36	13	12	21	140	270	292	338
4. Агроторфяно-минеральные	39,8	82	256	290	295	15	11	15	17	97	267	305	312
5. Минеральные остаточно-торфяные	19,8	50	151	188	252	14	10	13	18	64	161	201	270
6. Минеральные остаточно-торфяные	15,1	38	45	100	155	14	13	13	17	52	58	113	172
7. Минеральные остаточно-торфяные	10,8	37	55	93	121	7	10	12	20	44	65	105	141
8. Минеральные постторфяные	4,8	16	27	56	101	16	12	15	17	32	39	71	118

Результаты исследований

Приведенные в таблице 1 и на рисунке 1 результаты исследований показывают, что торфяная почва за 50-летний период после осушения и сельскохозяйственного использования в ряде случаев трансформировалась в антропогенно-преобразованные разных стадий эволюции, различающиеся по содержанию органического вещества и минеральных соединений азота почвы (исходное состояние). Наиболее высокие значения этих показателей характерны для почв торфяных (140-226 мг/кг почвы), ниже для торфя-

но-минеральных (97 мг/кг) и минеральных остаточно-торфяных (44-64 мг/кг) и особенно низкие – для минеральных постторфяных почв (32 мг/кг).

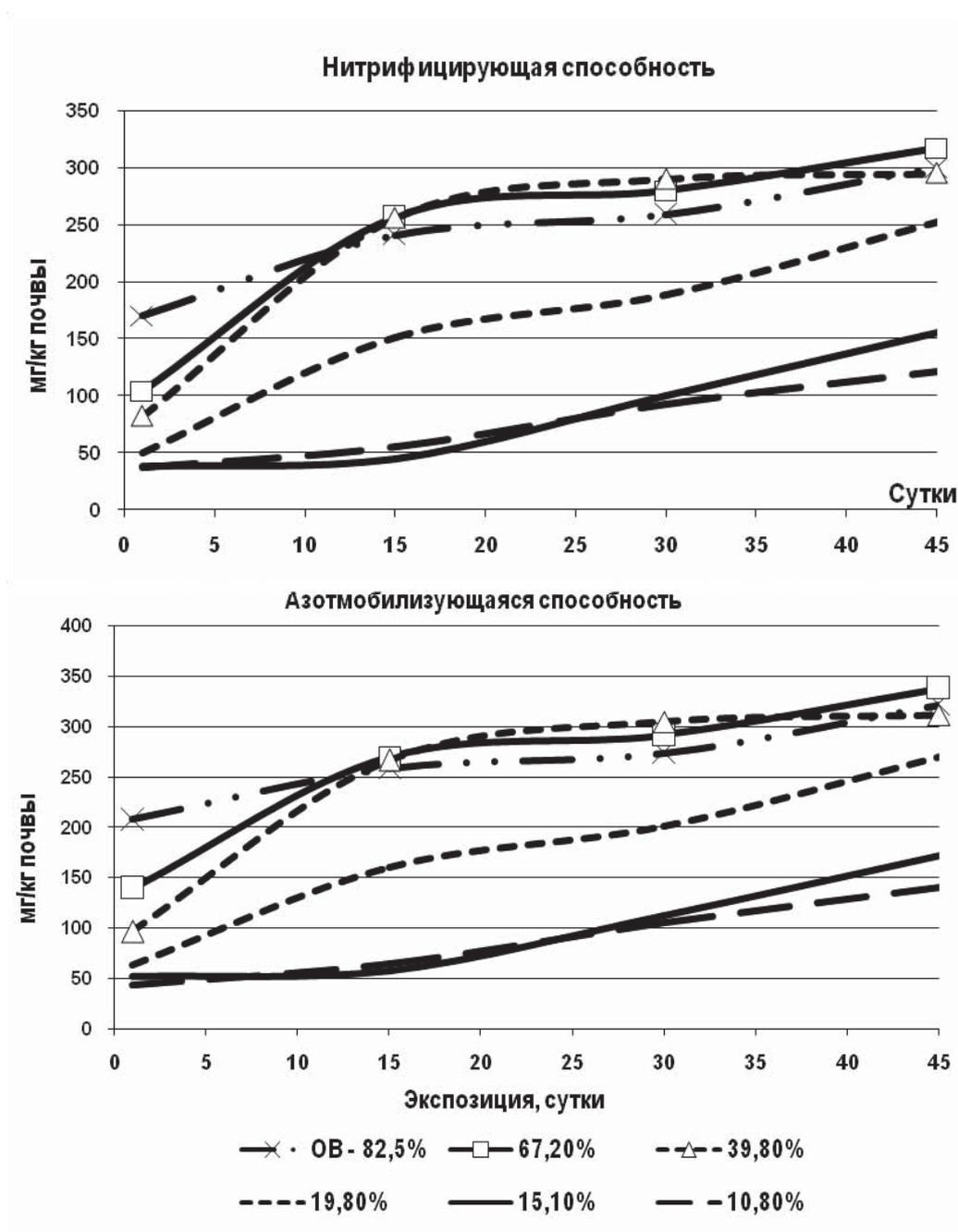


Рисунок 1 – Трансформация азота органических соединений агроторфяных почв разных стадий эволюции

Исследуя потенциал азотминерализующей способности торфяных почв разных стадий эволюции, отмечаем, что торфяная неосушенная почва заповедника после помещения в благоприятные для минерализации органического вещества условия имеет более высокую по сравнению с агроторфяной почвой интенсивность нитрификации и аммонификации и в целом – азотминерализующую способность в течение всего периода инкубации. Максимального уровня азотминерализующая способность этой почвы достигает на 30 сутки инкубации (515 мг/кг почвы), что существенно больше, чем в почве агроторфяной (274-292 мг N_{мин.}/кг почвы). Объяснить это можно тем, что в агроторфяной почве легкогидролизуемые органические соединения торфа уже были ранее в значительной степени минерализованы или менее прочно связаны в сравнении с органическими соединениями азота почвы торфяной неосушенной. Об этом свидетельствуют данные содержания нитратной формы азота в исходной почве и при 15-суточной инкубации.

В осушенной агроторфяной почве интенсивность процесса нитрификации преобладает над аммонификацией. В связи с чем аммонийная форма азота более интенсивно переходит в нитратную и мало накапливается в почве. В целом по всем почвам наиболее активно процессы минерализации органического вещества активизируются через 15 суток компостирования, достигая максимума на 45 сутки (рис. 1). Однако в торфяной неосушенной почве заповедника к этому времени компостирования уже отмечается усиление обратного процесса – синтеза органических соединений азота над их минерализацией, о чем свидетельствует снижение содержания в почве минерального азота. Наибольшей потенциальной азотминерализующей способностью (АМС) обладают почвы заповедника – 424 мг N_{мин.}/кг почвы, несколько ниже – почвы агроторфяные – 322-338 и торфяно-минеральные – 312, еще ниже – минеральные остаточно-торфяные – 141-270, а особенно низкая эта способность у минеральных постторфяных – 118 мг/кг почвы. Если потенциал азотминерализующей способности торфяной неосушенной почвы заповедника принять за 100%, то другие почвы по отношению к ней составляют соответственно 76-80, 74, 33-64 и 28%.

Из приведенных в таблице 1 и рисунке 1 данных видно, что в почвах с содержанием ОВ 40% и более, наиболее интенсивно процесс минерализации органического вещества происходит в первые 15 суток, постепенно возрастает и достигает максимума на 45 сутки. Очевидно, торфяно-минеральные почвы с содержанием ОВ более 40% по особенностям азотминерализующей способности генетически более идентичны с торфяными. Азотминерализующая способность в почвах с содержанием ОВ менее 20% отличается от предыдущих почв: в них нитрифицирующая и аммонифицирующая способность в первые 15 суток проявляется слабо, постепенно возрастая к 30 и, особенно, 45 суткам. Почвы с содержанием ОВ около 20% в этом процессе занимают промежуточное положение.

В целом по исследуемым почвам содержание азота в них в аммонийной форме низкое. Это указывает на то, что при благоприятных условиях минерализации органиче-

ского вещества в торфяной почве минеральный азот накапливается преимущественно в нитратной форме. Поэтому для характеристики биологической активности торфяных почв важно знать суммарную потенциальную азотмобилизующую способность.

Научный и практический интерес представляют результаты оценки влияния содержания органического вещества в торфяных почвах на их азотминерализующую способность. Корреляционно-регрессионный анализ зависимости нитрифицирующей и азотминерализующей способностей от содержания в почвах органического вещества показывает (рис. 2), что между этими показателями имеет место тесная связь ($R^2=0,88-0,89$), описываемая соответствующими уравнениями регрессии:

$$y_1 = -0,035x^2 + 6,21x + 87,33; R^2 = 0,88 \text{ (} y_1 \text{ – нитрифицирующая способность);}$$

$y_2 = -0,0317x^2 + 5,97x + 108,56; R^2 = 0,89$ (y_2 – потенциальная азотминерализующая способность), где x - содержания ОВ, %.

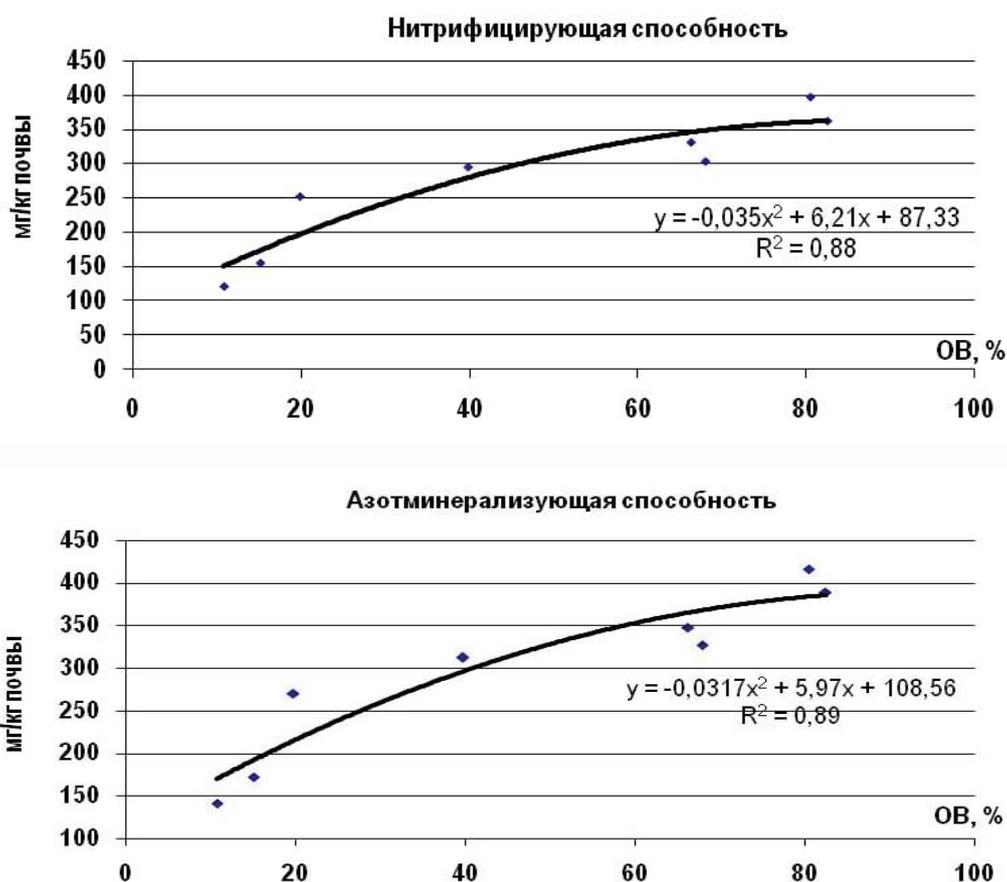


Рисунок 2 – Закономерности влияния содержания в почвах органического вещества на их биологическую активность

Таким образом, установлено, что биологическая активность торфяных почв, показателями которой являются их аммонифицирующая, нитрифицирующая и азотминерализующая способности зависит от содержания ОВ. Неосушенные торфяные почвы после осушения имеют большой потенциал азотминерализующей способности (более 400 мг N_{мин}/кг почвы). В зависимости от содержания в почве ОВ потенциальная азотминерализующая способность агроторфяных почв разных стадий эволюции может колебаться от 118 до 338 мг N_{мин}/кг почвы. При сельскохозяйственном использовании и снижении содержания в почве ОВ потенциал азотминерализующей способности также снижается. На основании полученных результатов разработаны модели прогноза изменений и диагностические признаки азотминерализующей способности антропогенно-преобразованных почв разных стадий эволюции (табл. 2).

Для практического использования результатов потенциально азотминерализующей способности имеет значение: сколько может образоваться нитратного или суммы минеральных соединений азота на площади 1 га в слое 0-20 см. В связи с тем, что с уменьшением содержания в почве органического вещества, объемная масса и вес ее слоя возрастают, то в пересчете на гектар запасы нитрифицирующей и азотминерализующей способности в почвах разных стадий эволюции подравниваются и составляют в среднем соответственно 200-300 кг/га N-NO₃ и 240-350 сумма аммонийного и нитратного азота.

Таблица 2 – Диагностические признаки биологической активности торфяных почв разных стадий эволюции (слой 0-20 см)

Почвы	Нитрифицирующая способность, мг N-NO ₃ /кг почвы	Азотминерализующая способность,	
		мг N _{мин} /кг почвы	%
Агроторфяные (ОВ более 50%)	280-350	300-400	100
Агроторфяно-минеральные (ОВ 50-20%)	180-300	240-300	61-80
Минеральные остаточно торфяные (ОВ 19-5%)	120-200	150-240	41-60
Минеральные постторфяные (ОВ менее 5%)	80-120	120-150	20-40

Выводы

1. В результате осушения и длительного сельскохозяйственного использования на месте бывших торфяников образовались торфяно-минеральные комплексы с различным содержанием ОВ. Осушение и сельскохозяйственное использование торфяных почв оказывает большое влияние на их биологическую активность, одним из показателей которой является нитрифицирующая и азотминерализующая способность почвы. Торфяные почвы после их осушения имеют большой потенциал АМС – 300-400 и более N_{мин}.мг/кг почвы. При сельскохозяйственном использовании и уменьшении содержания в почвах ОВ потенциал АМС почв снижается до 118-141 N_{мин}.мг/кг почвы.

2. Между содержанием в почвах ОВ, нитрифицирующей и азотминерализующей способностью торфяных почв разных стадий эволюции установлены тесные связи, описываемые соответствующими уравнениями регрессии:

$$y_1 = -0,035x^2 + 6,21x + 87,33; R^2 = 0,88 \text{ (} y_1 \text{ – нитрифицирующая способность);}$$

$y_2 = -0,0317x^2 + 5,97x + 108,56; R^2 = 0,89$ (y_2 – потенциальная азотминерализующая способность), где x - содержания ОВ, %.

На основании полученных результатов исследований определены диагностические признаки азотминерализующей способности антропогенно-преобразованных торфяных почв разных стадий эволюции.

3. Для оценки азотминерализующей способности антропогенно-преобразованных торфяных почв разных стадий эволюции срок компостирования почвы 15 суток недостаточен, требуется не менее 30 суток.

Литература

1. Семененко, Н.Н. Азотный режим дерново-подзолистых почв и рациональное применение азотных удобрений: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук / Н.Н. Семененко. – Минск, 1992. – 48 с.
2. Царенко, В.П. Азот в торфяных почвах и его трансформация: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук / В.П. Царенко. – Санкт-Петербург. – 1992. – 38 с.
3. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: учебное пособие / М.В. Новицкий [и др.] – СПб.: Проспект Науки, 2009. – 320 с.
4. Способ определения азотминерализующей способности почв: пат. СССР, G 01 N33/24 / В.Н. Башкин, В.Н. Кудеяров; заявитель Ин-т почвоведения и фотосинтеза АН СССР. – 3613730/30-15; заявл. 04.07.83; опубл. 23.01.86 // Официальный бюл./ Всесоюзный научно-исследовательский институт патентной информации. – 1986. – №3. – С. 173.
5. Андреева, Д.М. Нитрифицирующая способность почв и эффективность азотных удобрений / Д.М. Андреева // Доклады научного совета по проблемам почвоведения и агрохимии. – Минск.: Ураджай, 1974. – С. 18-23.
6. Королева, И.Е. Химические и инкубационные методы прогнозирования эффективности азотных удобрений // Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода. – М.: Наука, 1979. – С. 182-185.
7. Семененко, Н.Н. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах / Н.Н. Семененко, В.А. Журавлев. – Минск: РУП «Институт мелиорации и луговодства Национальной академии наук Беларуси», 2005. – 24 с.

Summary

Semenenko N.N., Karankevich E.V.

NITROGEN MINERALIZED ABILITY OF PEAT SOIL AND ITS CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF PROLONGED ANTHROPOGENIC EXPOSURE

The article presents the results of research of the influence of drainage and long-term agricultural use of peat soils on the transformation of their biological activity: nitrifying, ammonifying and nitrogen-mineralized ability. It is shown the data close relation ($R^2 = 0,88-0,89$) of nitrogen-mineralized ability of peat soils with a content of organic matter and their diagnostic signs of biological activity.

Поступила 1 февраля 2012 г.