

АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

^{1,2}А.С. Моторин, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹Государственный аграрный университет Северного
Зауралья, Тюмень, Россия

²Научно-исследовательский институт сельского
хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского
научного центра Сибирского отделения РАН, п. Московский Тюменской области, Россия
E-mail: a.s.motorin@mail.ru

Ключевые слова: торфяная почва, минеральный азот, нитраты, аммоний, азотные удобрения

Реферат. Изложены результаты многолетних (1982–1992, 2011–2014 гг.) исследований по содержанию минерального азота в пахотном слое среднемощной торфяной почвы лесостепной зоны Северного Зауралья. Исследования проведены на опытно-мелиоративной системе Решетниково, расположенной в центральной части Тарманского болотного массива на второй озерно-аллювиальной террасе р. Туры в Тюменской области. Почвы опытного участка имеют слабокислую реакцию среды (5,2–5,9), относительно низкую гидролитическую кислотность (28,1–40,8 мг-экв/100 г почвы), сравнительно низкую степень насыщенности основаниями (61,7–75,5%), высокое содержание валового азота (3,1–3,9%), низкое – фосфора (0,09–0,14%) и калия (0,02–0,05%). В результате исследований установлено, что процесс минерализации торфа идет медленно и почти всегда не может обеспечить достаточный и непрерывный приток усвояемого азота несмотря на его большие валовые запасы. В связи с недостаточно высокими темпами мобилизации подвижных соединений азота из органического вещества торфа в течение вегетационного периода необходимо вносить азотные удобрения. При низкой обеспеченности торфяных почв доступным фосфором (0,7–3,7 мг/100 г почвы) в пахотном слое под многолетними травами накапливается максимальное количество нитратного азота из-за малого его потребления на формирование урожая. Для вновь осваиваемой торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. Потребность многолетних трав в азоте удовлетворяется за счет удобрений на 41,4–72%. Под многолетними травами имеет место тенденция к сокращению запасов нитратов даже при внесении азотных удобрений, что свидетельствует о снижении темпов минерализации органического вещества торфа. При этом содержание аммонийного азота повышается. Прекращение использования азотных удобрений снижает содержание нитратного азота на 30–49% в первый год и на 46,7–59,1% к концу четвертого года последствия. Количество аммонийного азота через 4 года увеличивается в 1,6–3,7 раза.

NITROGEN REGIME OF PEAT SOIL IN NORTHERN PART OF TRANS-URALS ZONE

^{1,2}, Motorin A.S., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Northern trans-ural state agricultural university, Tyumen, Russia

² Trans-Ural Research Institute of Agriculture – the branch of Tyumen Research Centre of Siberian department of RAS, Moskovskiy village, Tyumen region, Russia

Key words: peat soil, mineral nitrogen, nitrates, ammonium, nitrogen fertilizers.

Abstract. The paper highlights the results of many-year (1982-1992, 2011-2014 гг.) research on the concentration of mineral nitrogen in the arable medium peat soil layer of the forest-steppe of Trans-

Urals zone. The research was carried out on the experimental-reclamation system Reshetnikovo located in the central part of the Tarman bog on the second lacustrine-alluvial basin of the Tura River in Tyumen region. The soils on the experimental plot have a slightly acidic reaction (5.2 - 5.9), relatively low hydrolytic acidity (28.1 - 40.8 mg-eqv/100 g of soil), relatively low degree of base saturation (61.7 - 75.5%), high gross nitrogen concentration (3.1 - 3.9%), low concentration of phosphorus (0.09 - 0.14%) and potassium (0.02 - 0.05%). The researchers found out that mineralization of peat is slow and almost always fails to provide sufficient and continuous supply of nitrogen, despite its large gross reserves. Due to insufficient number of mobile nitrogen compounds from peat organic matter during the growing season it is necessary to apply nitrogen fertilizers. When peat soils contain low concentrations of phosphorus (0.7 - 3.7 mg/100 g of soil), the highest number of nitrate nitrogen is accumulated in the arable layer under perennial grasses due to its low consumption for the yield. Re-reclaimed peat soil is characterized by negative nitrogen concentration. As perennial grasses require nitrogen, it is fulfilled by means of fertilizers on 41.4 - 72%. The authors observed a tendency of reducing nitrate reserves under perennial grasses even if nitrogen fertilizers are applied. This indicates a decrease in the mineralization rate of peat organic matter. The ammonium nitrogen concentration increases. Discontinuance of nitrogen fertilizers use reduces the nitrate nitrogen concentration on 30-49% in the first year and on 46.7-59.1% by the end of the fourth year of after-effect. The amount of ammonium nitrogen increases in 1.6-3.7 times in 4 years.

Центральной в земледелии является проблема азота, так как от обеспеченности растений этим элементом в решающей степени зависит урожайность сельскохозяйственных культур [1].

Запасы азота в пахотном слое освоенных торфяных почв всегда выше, чем в аналогичном по мощности слое целинного торфяника [2]. Сокращение содержания азота во всей толще почвы объясняется усилением процессов минерализации торфа при освоении и выноса с урожаем [3]. Процесс минерализации органического вещества становится необратимым. Поэтому, добиваясь максимального снижения темпов «сработки», необходимо, чтобы минерализованный при этом почвенный азот был наиболее полно использован сельскохозяйственными растениями [4].

Интенсивность накопления минерального азота в торфяных почвах, при прочих одинаковых условиях, определяется их географическим положением. На севере европейской части страны из-за недостатка тепла биологические процессы идут медленно, поэтому цикл превращения азотных органических соединений остается незавершенным и заканчивается в основном на стадии образования аммиака [5].

Низкое содержание (1–9 мг/100 г почвы) нитратного азота на паровых участках установлено в Центральной Барабе [6]. Аналогичные результаты получены в условиях подтаежной зоны Омской области на малопродуктивных торфяных почвах [7].

Внесение азотных удобрений стимулирует разложение органического вещества и образование нитратного азота. С увеличением дозы удобрения доля азота почвы и его роль в питании растений снижаются. Основная масса азота удобрений используется в первую половину вегетации [8]. На торфяных почвах азотные удобрения являются не только и не столько дополнительным источником азота для растений, сколько мощным катализатором, усиливающим минерализацию органического вещества и использование запасов почвенного азота [9].

Анализ использования торфяных почв Северного Зауралья показывает, что выращивание сельскохозяйственных культур без учета особенностей азотного режима не дает должного эффекта. Азотный режим торфяных почв изучен недостаточно. В связи с этим нами проведены многолетние исследования по данному вопросу.

Цель исследования – установить содержание минерального азота в осушаемых тор-

фяных почвах и влияние азотных удобрений на его динамику.

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования по содержанию и динамике минерального азота в осушаемой среднеторфяной почве проводили в два этапа: с 1981 по 1992 и с 2011 по 2014 г. на опытном участке Решетниково, осушенном гончарным дренажом с междреняжным расстоянием 24 м и глубиной заложения 1,5 м. Опытномелиоративная система Решетниково расположена в Тюменском районе Тюменской области в центральной

части Тарманского болотного массива, занимающего 125,8 га на второй озерно-аллювиальной террасе р. Туры.

Перед закладкой полевого опыта были отобраны из разреза почвенные образцы и определены их агрохимические показатели (табл. 1).

Почвы опытного участка представлены низкоторфяными (4,7–6,5%) осоково-тростниковым торфяником (1,5 м) со степенью разложения 20–45% и наименьшей влагоемкостью полуметрового слоя 288,5 мм. Реакция среды слабокислая, гидролитическая кислотность относительно небольшая, степень насыщенности основаниями сравнительно низкая.

Таблица 1

**Агрохимические свойства среднеторфяной почвы
Agrochemical properties of medium peat soil**

Горизонт, м	рН _{сол}	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	N	P	K
		мг-экв/100 г почвы			% абс. сух. вещ-ва		
0–0,2	5,9	28,1	86,7	75,5	3,92	0,12	0,03
0,2–0,4	5,4	29,5	77,2	72,4	3,81	0,14	0,05
0,4–0,6	5,2	36,8	69,4	65,3	3,39	0,14	0,02
0,6–0,8	5,3	40,8	65,8	61,7	3,10	0,11	0,02
0,8–1,0	5,6	33,4	100,7	75,7	3,22	0,09	0,02

Содержание валовых форм азота высокое, фосфора и калия – низкое.

Первичную обработку торфяника на опытном участке проводили путем фрезерования машинами МТП-42 на глубину 0,25–0,27 м. Предпосевная обработка включала вспашку на глубину 0,22 м в сочетании с дискованием и прикатыванием тяжелым болотным катком. Семена травосмеси, состоящей из клевера красного – 12 кг, костреча безостого – 6 кг, овсяницы луговой – 4 кг и тимopheвки луговой – 3 кг/га, высевали беспокровно в оптимальные сроки. Удобрения вносили в дозах, обусловленных схемой опыта, которая приведена при описании результатов исследований. Подкормку трав с 1981 по 1992 г. проводили ежегодно в два приема: первую – весной в начале отрастания трав, вторую – после первого укоса. В период с 1992 по 2010 г. многолетние травы на опытных делянках не удобряли. В 2011 г. в варианте N₆₀P₉₀K₉₀ воз-

обновили внесение удобрений. Уборку травостоя на сено осуществляли в начале цветения, отавы – в конце августа – начале сентября. Размер учетной делянки 40 м², повторность четырехкратная. Грунтовые воды на опытном участке в годы исследований находились на глубине 1,17–1,54 м, влажность почвы полуметрового слоя изменялась от 0,4 до 0,85 наименьшей влагоемкости.

Почвенные образцы в пахотном слое (до глубины 0,2 м) отбирали буром АМ-16 методом «конверта» в начале вегетации трав до внесения удобрений, в основные фазы развития многолетних трав и в конце вегетации сразу после уборки второго укоса. Всего в течение вегетационного периода образцы почвы отбирали по 4–5 раз.

Полученные результаты обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б. А. Доспехову (1978) с исполь-

зованием пакетов компьютерных программ Microsoft Office Excel и Snedecor.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

По результатам исследований, максимальное содержание азота в пахотном слое торфяной почвы установлено на делянках без внесения удобрений. Обусловлено это в первую очередь очень малым потреблением азота многолетними травами. Многолетние травы были посеяны первой культурой после осу-

шения торфяной почвы. Исходное содержание доступного фосфора находилось в пределах 0,7–3,7 мг / 100 г почвы. Острый дефицит фосфора обусловил медленный рост и плохую сохранность многолетних трав. В среднем за 11 лет содержание нитратного азота на контрольных делянках составило 80,3 мг/100 г почвы, что в 5,8 раза больше, чем аммонийного. Абсолютные величины его сильно зависят от погодных условий года. Поэтому содержание нитратного азота характеризуется высокой вариабельностью (табл. 2).

Таблица 2

Содержание минерального азота в пахотном слое торфяной почвы под многолетними травами, мг/100 г почвы

Concentration of mineral nitrogen in the peat topsoil under perennial grasses, mg / 100 g soil

Год	Без удобрений		N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	
	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
1982	98,8	19,5	31,6	6,9	46,8	1,8
1983	59,8	25,6	68,0	22,6	121,4	23,1
1984	159,4	17,1	65,5	20,9	62,9	27,2
1985	100,7	5,7	22,9	7,8	53,8	6,0
1986	93,6	12,7	19,3	6,7	64,5	5,5
1987	123,9	3,8	20,9	2,6	54,5	3,7
1988	36,8	0,4	11,8	0,9	19,7	0,0
1989	48,6	5,0	27,8	6,6	51,9	6,5
1990	29,9	12,8	26,3	13,3	41,7	15,3
1991	32,7	29,9	19,6	19,9	-	-
1992	99,5	19,8	45,2	36,7	-	-
2011	17,8	12,3	14,2	19,9	-	-
2012	19,2	16,7	13,7	11,8	-	-
2013	16,7	10,4	15,3	9,6	-	-
2014	14,9	11,6	11,1	7,4	-	-

Время наибольшего накопления нитратов совпадает с теплыми вегетационными периодами по годам и с максимальным прогреванием почвы в течение лета. Несмотря на значительные колебания в содержании нитратов по годам, просматривается динамика к сокращению их количества. Это подтверждено определением нитратов в 2011–2014 гг. В среднем за четыре года количество нитратного азота составило 12,7 мг/100 г почвы, что в 6,3 раза меньше, чем 18 годами ранее. Причина, очевидно, заключается, прежде всего, в отсутствии поступления свежего органического вещества и снижении минерализации торфа.

Содержание аммонийного азота изменяется от «следов» до 50 мг/100 г почвы. Намечается, также как и у нитратного азота, тенденция к его уменьшению, что свидетельствует о замедлении минерализации органического вещества торфа под многолетними травами. Наличие в течение всего теплого сезона аммонийного азота согласуется с данными о протекании в торфяных почвах процессов аммонификации.

По нашим данным, за счет использования естественных (почвенных) запасов азота при достаточной обеспеченности почв фосфором и калием можно 2–3 года получать неплохие

урожаи сена многолетних трав. По мере старения трав необходимы азотные удобрения, а также увеличение их доз.

При систематическом внесении в подкормках полного минерального удобрения ($N_{60}P_{90}K_{90}$) содержание нитратного азота за этот же период в пахотном слое почвы составило 32,6 мг/100 г почвы, что в 2,5 раза меньше, чем на контрольных делянках. Столь существенное снижение содержания нитратов в годы исследований по сравнению с неудобренными делянками связано с выносом их урожаем многолетних трав (табл. 3).

При систематическом внесении в подкормках полного минерального удобрения ($N_{60}P_{90}K_{90}$) содержание нитратного азота за этот же период в пахотном слое почвы составило 32,6 мг/100 г почвы, что в 2,5 раза меньше, чем на контрольных делянках. Столь существенное снижение содержания нитратов в годы исследований по сравнению с неудобренными делянками связано с выносом их урожаем многолетних трав (табл. 3).

Таблица 3

Вынос азота урожаем сена многолетних трав из торфяной почвы, кг/га
Removal of nitrogen by hay of perennial grasses from peat soil, kg / ha

Вариант	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	Среднее за 7 лет
Без удобрений	42,0	23,2	49,7	27,2	35,3	30,0	31,0	34,1
$N_{60}P_{90}K_{90}$	153,6	229,7	89,7	87,0	102,7	111,7	76,8	121,6
$N_{120}P_{90}K_{90}$	195,9	210,6	125,0	124,7	159,6	146,0	104,7	152,3

Анализ показывает, что в среднем ежегодный вынос азота урожаем составлял 34,1 кг на неудобренных делянках и 121,6 кг при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоне $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 152,3 кг/га, что выше контроля соответственно в 3,6 и 4,5 раза. Следует подчеркнуть, что более высокое содержание азота в сене многолетних трав получено на фоне $N_{120}P_{90}K_{90}$ (табл. 4).

Потребность многолетних трав в азоте на удобренных делянках ($N_{60}P_{90}K_{90}$) удовлетворялась за счет минеральных удобрений только на 41,4%. Полученные данные, таким образом, подтверждают, что для вновь осваиваемой среднемощной торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. К аналогичному выводу ранее пришли В. Н. Ефимов,

Таблица 4

Содержание азота в сене многолетних трав на торфяной почве, %
The nitrogen concentration in the hay of perennial grasses on peat soil, %

Вариант	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	Среднее за 7 лет
Без удобрений	1,46	1,75	2,02	1,96	2,34	1,55	1,86	1,85
$N_{60}P_{90}K_{90}$	2,47	2,13	1,75	1,76	1,84	2,04	2,15	2,02
$N_{120}P_{90}K_{90}$	2,28	2,36	2,20	2,27	1,90	2,00	2,54	2,22

В.П. Царенко [10], которые отмечают, что растения используют около 40% азота из удобрений и 60% – из почвы. Следовательно, с увеличением урожая вынос азота как из удобрений, так и из почвы возрастает.

Увеличение нормы азотных удобрений с 60 до 120 кг д.в. на 1га обеспечивает существенное повышение содержания в почве нитратного азота. В среднем за 9 лет количество нитратов при внесении 120 кг д.в. на 1 га составило 57,5 мг, что на 24,9 мг/100 г почвы больше, чем на фоне N_{60} . Формирование урожая многолетних трав на фоне высокой нормы азота удовлетворялось на 72% за счет удобрений и 28% – почвы.

В среднемощной торфяной почве имеет место тенденция к сокращению запасов нитратного азота даже при внесении азотных удобрений, что свидетельствует о замедлении темпов минерализации органического вещества торфа под многолетними травами. Просматривается интересная динамика по содержанию аммонийного азота. Его количество почти не зависело от нормы азотных удобрений, составляя в среднем за годы исследований соответственно 13,2 и 9,9 мг/100 г почвы. Минимальное количество аммонийного азота установлено в 1985 и 1988 гг., когда температура воздуха в течение вегетационного периода превышала среднемноголетнюю

норму на 1,9–2,4 °С. В эти годы почти во все сроки определения отмечены только «следы» аммония. Это указывает на интенсивный процесс окисления аммония до нитратов при высоких температурах почвы.

В годы исследований среднее содержание аммонийного азота в пахотном слое торфяной почвы под многолетними травами по отношению к нитратному составило 17,2% на контрольных делянках и 30,4% при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$. Это косвенно указывает на два обстоятельства: во-первых, что при интенсивном осушении (1,2–1,6 м) преобладает нитратная форма минерального азота; во-вторых, при средневегетационной темпе-

ратуре почвы выше 15 °С активнее потребляется нитратный азот.

Под многолетними травами в условиях подтаежной зоны Омской области на долю нитратного азота приходится не более 15% его минеральных форм. При обработке пласта многолетних трав и посеве однолетних культур содержание нитратов возрастало в отдельные годы до 50% и более [11].

Представляет большой практический интерес содержание минеральных форм почвенного азота после прекращения внесения в подкормках азотных удобрений (табл. 5).

Прежде всего отметим, что в контрольном варианте не просматривается тенден-

Таблица 5

Содержание минерального азота в пахотном слое среднемошной торфяной почвы под многолетними травами после прекращения внесения удобрений, мг/100 г почвы
Concentration of mineral nitrogen in the arable layer of medium peat soil under perennial grasses after termination of fertilization, mg / 100 g soil

Вариант	Форма азота	1985* г.	1986* г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
Без удобрений	NO ₃	35,9	32,3	59,1	39,5	50,8	60,5
	NH ₄	5,0	3,1	2,6	1,1	4,9	14,4
$N_{60}P_{90}K_{90}$	NO ₃	90,1	36,2	24,3	16,9	20,1	19,3
	NH ₄	4,8	3,5	3,4	0,7	5,0	13,0
$N_{120}P_{90}K_{90}$	NO ₃	109,4	52,3	40,2	27,0	24,0	21,4

* Внесены удобрения.

* Fertilizers applied.

ция к сокращению минерального азота. Объясняется это минимальным потреблением азота слабо развивающимися многолетними травами. Имеют место различия по годам, обусловленные изменениями погодных условий. Такое явление установлено и на удобренных делянках.

Прекращение использования азотных удобрений начинает сказываться на содержании нитратного азота в первый же год. В варианте с нормой $N_{60}P_{90}K_{90}$ к концу четвертого года последствия удобрений количество нитратного азота уменьшилось на 46,7, $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 59,1%. Содержание нитратного азота сокращается более быстрыми темпами при внесении в почву ранее высокой нормы удобрений. Относительно количества аммонийного азота начинает проявляться тенденция к его увеличению. Это может служить подтверждением снижения интенсивно-

сти нитрификации в почве и необходимости возобновления внесения азотных удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Процесс минерализации торфа идет медленно и не всегда может обеспечить достаточный и непрерывный приток усвояемого азота несмотря на большие его валовые запасы. В связи с недостаточно высокими темпами мобилизации подвижных соединений азота из органического вещества торфа в течение вегетационного периода необходимо вносить азотные удобрения.

2. При низкой обеспеченности торфяных почв доступным фосфором (0,7–3,7 мг/100 г почвы) в пахотном слое под многолетними травами без внесения удобрений накапливается максимальное количество (80,3 мг/100 г почвы) нитратного азота из-за слабого его

потребления на формирование урожая. Доля аммонийного азота без внесения азотных удобрений по отношению к нитратному составляет всего 17,2%. Активному накоплению нитратного азота способствуют, прежде всего, интенсивное осушение и активные температуры почвы.

3. Для вновь осваиваемой торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. Потребность многолетних трав в азоте удовлетворяется за счет удобрений на 41,4–72%. В среднемощной торфяной почве под многолетними травами имеет место тенденция к сокращению запасов нитратов даже при внесе-

нии азотных удобрений, что свидетельствует о снижении темпов минерализации органического вещества торфа. Содержание аммонийного азота, напротив, повышается.

4. Прекращение использования азотных удобрений снижает содержание нитратного азота на 30,1–49,0% в первый же год, а к концу четвертого года последствия – на 46,7–59,1%. Количество аммонийного азота увеличивается через 4 года в 1,9–3,7 раза. Получить полноценный урожай сена многолетних трав возможно только при условии возобновления внесения азотных удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гамзиков Г. П. Условия и факторы сохранения плодородия почв и получения стабильных урожаев полевых культур в сибирском земледелии // Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. VIII Сибирские Прянишниковские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2018. – С. 47–57.
2. Ефимов В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
3. Иншиева Л. И., Дементьева Т. В. Скорость минерализации органического вещества торфов // Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 196–203.
4. Синькевич Е. И. Пути регулирования плодородия торфяных почв Европейского Севера. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. – 266 с.
5. Переверзев В. Н., Головкин Э. А., Алексеева Н. С. Биологическая активность и азотный режим торфяно-болотных почв в условиях Крайнего Севера. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1970. – 220 с.
6. Гордеева Е. А. Режим фосфатов, нитратного и аммонийного азота в торфяно-болотных почвах Центральной Барабы при сельскохозяйственном использовании // Науч. тр. СевНИИГиМ. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – Вып. 39. – С. 159–180.
7. Синяевский В. А., Кубарев В. А. Удобрения в кормовых севооборотах на осушенных торфяниках Западной Сибири // Пути повышения эффективного плодородия мелиорируемых земель Западной Сибири. – Красноярск, 1983. – С. 31–39.
8. Кореньков Л. А., Филимонов Д. А. Азотные удобрения // Удобрения, их свойства и способы исследования. – М.: Колос, 1982. – С. 22–69.
9. Томпсон Л. М., Трой Ф. Р. Почвы и их плодородие: пер. с англ. – М.: Колос, 1982. – 462 с.
10. Ефимов В. Н., Царенко В. П. Удобрение сельскохозяйственных культур на мелиорированных торфяных почвах. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 124 с.
11. Синяевский В. А., Синяевская В. А. Биологическая активность и режим минерального азота осушенной торфяно-болотной почвы // Корма на осушенных торфяниках подтаежной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1982. – С. 8–15.

REFERENCES

1. Gamzikov G. P. Uslovija i faktory sohraneniya plodorodija pochv i poluchenija stabil'nyh urozhaev polevyh kul'tur v sibirskom zemledelii, *Plodorodie pochv i ocenka produktivnosti zemledelija* (Soil fertility and agriculture productivity assessment), VIII Sibirskie Prjanishnikovskie chteniya, Proceeding of International Scientific and Practical Conference, Tjumen': GAU Severnogo Zaural'ja, 2018, pp. 47–57. (In Russ.)
2. Efimov V. N. *Torfjanye pochvy i ih plodorodie* (Peat soils and their fertility), L.: Agropromizdat, 1986, 264 p.

3. Inisheva L. I., Dement'eva T. V. Skorost» mineralizacii organicheskogo veshhestva torfov, *Pochvovedenie*, 2000, No. 2, pp. 196–203. (In Russ.)
4. Sin'kevich E. I. Puti regulirovaniya plodorodija torfjanyh pochv Evropejskogo Severa (Ways to regulate the fertility of peat soils of the European North), L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1985, 266 p.
5. Pereverzev V. N., Golovko Je. A., Alekseeva N. S. *Biologicheskaja aktivnost» i azotnyj rezhim torfjano-bolotnyh pochv v uslovijah Krajnego Severa* (Biological activity and nitrogen regime of peat-bog soils in the Far North), L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1970, 220 p.
6. Gordeeva E. A. Rezhim fosfatov, nitratnogo i ammonijnogo azota v torfjano-bolotnyh pochvah Central'noj Baraby pri sel'skhozajstvennom ispol'zovanii, *Nauch. tr. SevNIIGiM*, Novosibirsk: Zap. Sib. kn. izd-vo, 1969, Issue. 39, pp. 159–180. (In Russ.)
7. Sinjavskij V. A., Kubarev V. A. Udobrenija v kormovyh sevooborotah na osushennyh torfjanikah Zapadnoj Sibiri, *Puti povyshenija jeffektivnogo plodorodija melioriruemym zemel» Zapadnoj Sibiri*, Krasnojarsk, 1983, pp. 31–39. (In Russ.)
8. Koren'kov L. A., Filimonov D. A. *Azotnye udobrenija* (Nitrogen fertilizers), Udobrenija, ih svojstva i sposoby issledovanija, M.: Kolos, 1982, pp. 22–69.
9. Tompson L. M., Trou F. R. *Pochvy i ih plodorodie* (Soils and their fertility), M.: Kolos, 1982, 462 p.
10. Efimov V. N., Carenko V. P. Udobrenie sel'skhozajstvennyh kul'tur na meliorirovannyh torfjanyh pochvah (Fertilizer crops on reclaimed peat soils), M.: Rosagropromizdat, 1988, 124 p.
11. Sinjavskij V. A., Sinjavskaja V. A. *Biologicheskaja aktivnost» i rezhim mineral'nogo azota osushennoj torfjano-bolotnoj pochvy* (Forage on drained peatlands of the subtaiga zone of Western Siberia), Korma na osushennyh torfjanikah podtaezhnoj zony Zapadnoj Sibiri, Novosibirsk, 1982, pp. 8–15.