

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

^{1,2}Моторин А.С.

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья
Тюменская область, Тюмень, Россия

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья –
филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Тюменская область, пос. Московский, Россия

Для цитирования: Моторин А.С. Эффективность минеральных удобрений на торфяных почвах Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 5. С. 14–22. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5-2

For citation: Motorin A.S. Effektivnost' mineral'nykh udobrenii na torfyanykh pochvakh Severnogo Zaural'ya [Efficiency of mineral fertilizers on peat soils of Northern Trans-Ural Region]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 5, pp. 14–22. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-5-2

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изложены результаты многолетних (1982–1995, 2011–2014) исследований по эффективности минеральных (NPK) удобрений на среднемоощных почвах лесостепной зоны Северного Зауралья. Исследования проведены на опытно-мелиоративной системе, 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 выявлен недостаток питательных веществ в начале вегетации многолетних трав при холодной весне и постоянно во второй половине вегетационного периода. Поэтому без внесения удобрений многолетние травы формируют низкую урожайность сена (1,95 т/га за два укоса в среднем за 14 лет). Отмечено, что за годы исследований урожайность трав без внесения удобрений не имеет тенденции к увеличению. Ее колебания по годам обусловлены главным образом погодными условиями. Систематическое внесение в подкормках полного минерального удобрения увеличивает урожайность сена многолетних трав в 2,6–3,8 раза. Максимальная прибавка сена 32,2 кг в среднем за 14 лет получена при внесении $N_{30}P_{60}K_{60}$. Увеличение нормы удобрений от 150 до 240 кг д. в.

EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS ON PEAT SOILS OF NORTHERN TRANS-URAL REGION

^{1,2}Motorin A.S.

¹State Agrarian University of the Northern Trans-Ural Region

Tyumen, Tyumen region, Russia

²The Scientific Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Ural Region – Branch of the Tyumen Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Moskovsky vil., Tyumen region, Russia

The paper presents the results of the long-term studies (1982-1995 and 2011-2014) on the effectiveness of mineral fertilizers (NPK) on medium-textured soils of the forest-steppe zone of the Northern Trans-Urals. The studies were conducted on the experimental land-reclamation system located in the central part of the Tarmansky bog land on the second lacustrine-alluvial terrace of the Tura river. The soils have a weakly acid medium reaction 5.2–5.9, relatively low hydrolytic acidity 28.1–40.8 mg - eq. / 100 g of soil, a relatively low degree of base saturation 61.7–75.5%, high content of total nitrogen 3.1–3.9% and low content of phosphorus 0.09–0.14% and potassium 0.02–0.05%. As a result of the research, it was revealed that there was a lack of nutrients both at the beginning of the growing season of perennial grasses during cold spring and permanently in the second half of the growing season. Therefore, without fertilization, perennial grasses form low hay yields (1.95 t/ha in two-time mowing on average in 14 years). It was noted that over the years, the yield of grass without fertilizers does not tend to increase. Yield fluctuations over the years are mainly due to weather conditions. Systematic application of complete mineral fertilizers in dressings increases the yield of hay of perennial grasses by 2.6–3.8 times. The maximum increase of hay by 32.2 kg on average in 14 years was achieved when applying $N_{30}P_{60}K_{60}$. The increase in the fertilizer rate from 150 to 240 kg

снизило эффективность каждого килограмма действующего вещества на 20%, до 330 кг – на 34%. Потребность трав в азоте удовлетворяется за счет минеральных удобрений менее чем на половину (41,4%). Формирование полноценного второго укоса возможно только при внесении удобрений. Внесение их обеспечивает господствующее положение (87–92%) костреца безостого со второго года пользования трав. Ежегодные подкормки многолетних трав удобрениями позволяют получать высококачественное сено.

Ключевые слова: торфяная почва, минеральные удобрения, многолетние травы, урожайность, питательные вещества

ВВЕДЕНИЕ

Торфяные болота по своему происхождению, своей естественной растительности и по водным условиям представляют «прирожденную» луговую почву [1]. После осушения торфяные почвы наиболее целесообразно отводить под культурные сенокосы и пастбища, продуктивность которых в наименьшей степени лимитируется климатическими факторами [2, 3]. В настоящее время основная часть (59%) торфяных почв используется под сенокосы и пастбища (36%)¹ [4]. Средняя урожайность сена трав на этих почвах составляет 10–15 ц/га, что значительно снижает рентабельность и срок окупаемости затрат на мелиорацию [5–7]. Практика освоения и использования торфяных почв показала, что продуктивность травостоев в решающей степени зависит от агротехники их возделывания, в частности от применения минеральных удобрений [8–10]. Применение удобрений из-за их высокой стоимости резко сократилось, что обуславливает снижение плодородия и ухудшение качества продукции растениеводства [11, 12]. Анализ использования торфяных почв Северного Зауралья показывает, что выращивание сельскохозяйственных культур без внесения удобрений не дает должного эффекта [13, 14]. Влияние мине-

of the primary nutrient reduced the efficiency of each kilogram of the primary nutrient by 20%, whereas the increase up to 330 kg reduced the efficiency by 34%. The need of grasses in nitrogen is satisfied by mineral fertilizers by less than a half (41.4%). Formation of an adequate second mowing is possible only with the application of fertilizers. Fertilization provides a dominant position (87–92%) of the awnless brome from the second year of using grasses. Annual fertilizer dressings applied to perennial grasses allow to obtain high-quality hay.

Keywords: peat soil, mineral fertilizers, perennial grasses, yield, nutrients

ральных удобрений на урожайность многолетних трав на торфяных почвах изучено недостаточно. В связи с этим нами проведены многолетние исследования по данному вопросу.

Цель исследований – установить эффективность минеральных удобрений на торфяных почвах при выращивании многолетних трав.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования по эффективности действия минеральных удобрений на урожайность и качество сена многолетних трав проводили в два этапа: с 1981 по 1995 г. и с 2011 по 2014 г. на опытном дренажном участке Решетниково, осушенном гончарным дренажем с междренним 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 площадь 125,8 тыс. га на второй озерно-аллювиальной террасе р. Туры.

Перед закладкой полевого опыта были отобраны исходные почвенные образцы, которые характеризуются следующими агрохимическими показателями (см. табл. 1).

¹Лукин С.М. Торфяные почвы и осушенные болота России: экологические функции, использование в сельскохозяйственном производстве и инновационные технологии биоконверсии // Научно-технологическое и инновационное обеспечение сельскохозяйственного производства и модернизации АПК Сибири. Новосибирск: ГНУ СибНСХБ СО РАН, 2012. С. 43–54.

Табл. 1. Агрохимические свойства торфяной почвы
Table 1. Agrochemical properties of peat soil

Глубина, м	pH _{сол}	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	V, %	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

Почвы опытного участка представлены низкосольным (4,7–6,5%) осоково-тростниковым среднетощим торфяником (150 см) со степенью разложения 20–45% и наименьшей влагоемкостью полуметрового слоя 288,5 мм. Реакция среды слабокислая, гидролитическая кислотность относительно небольшая, сравнительно низкая степень насыщенности основаниями. Содержание валовых форм азота высокое, фосфора и калия – низкое.

Первичную обработку торфяника на опытном участке проводили путем фрезерования машинами МТП-42 на глубину 25–27 см. Предпосевная обработка включала вспашку на глубину 20–22 см в сочетании с дискованием и прикатыванием тяжелым болотным катком. Семена травосмеси, состоящей из клевера красного – 12 кг, кострца безостого – 6 кг, овсяницы луговой – 4 кг и тимофеевки луговой – 3 кг/га, высевали беспокровно в оптимальные сроки. Удобрения вносили в дозах, обусловленных схемой опыта, которая приведена при описании ре-

зультатов исследований. Подкормку трав с 1981 по 1995 г. проводили ежегодно в два приема: первую весной в начале отрастания трав, вторую – после первого укоса. В период с 1996 по 2010 г. многолетние травы на опытных делянках не удобряли. В 2011 г. на варианте N₆₀P₉₀K₉₀ возобновили 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 117–154 см, влажность полуметрового слоя изменялась от 40,6 до 85% наименьшей влагоемкости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате многолетних исследований установлено, что недостаток в почве питательных веществ на контрольных делянках обеспечивает формирование низкой урожайности сена многолетних трав (см. табл. 2). В среднем за 14 лет пользова-

Табл. 2. Урожайность сена многолетних трав на среднетощей торфяной почве при длительном применении минеральных удобрений (среднее за 1982–1995 гг.), т/га

Table 2. Hay yield of perennial grasses on medium-textured peat soil with the long-term application of mineral fertilizers (average for 1982–1995), t/ha

Вариант	Первый укос		Второй укос	
	урожайность	% к контролю	урожайность	% к контролю
Без удобрений	1,24	100	0,71	100
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,13	252,4	1,92	270,4
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	3,99	321,8	2,59	364,8
N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,22	340,3	3,24	456,3
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	3,72	300,0	2,77	390,1
НСП ₀₅	0,54		0,45	

ния травами урожайность сена за два укоса без внесения удобрений составила 1,95 т/га. В процессе окультуривания почвы высвобождение фосфора из торфа идет в очень малых количествах из-за низких валовых его запасов. По этой причине главным образом урожайность трав на удобренных делянках не имеет тенденции к увеличению. Ее колебания по годам обусловлены прежде всего погодными условиями.

При систематическом внесении в подкормках полного минерального удобрения средняя урожайность многолетних трав за те же годы повысилась до 5,05–7,46 т/га, т.е. в 2,6–3,8 раза. За счет удобрений собрано столько продукции, сколько получают в настоящее время с 4–6 удобренных гектаров. Максимальная урожайность сена трав получена при внесении самой высокой нормы фосфорно-калийных удобрений (по 120 кг д.в./га).

Увеличение нормы азота от 60 до 120 кг д. в./га не дало положительного результата. Объясняется это, во-первых, наличием в почве доступного азота, во-вторых, полеганием травостоя, что приводило к большим потерям продукции.

Анализ действия минеральных удобрений показывает, что с повышением норм внесения их эффективность снижается. Например, при внесении $N_{30}P_{60}K_{60}$ на каждый килограмм действующего вещества удобрений получено в среднем за 14 лет по 32,2 кг сена, в то время как на фоне $N_{60}P_{90}K_{90}$ – по 27 кг, $N_{90}P_{120}K_{120}$ – по 22,7 кг. Увеличение нормы НРК удобрений со 150 до 240 кг снизило эффективность каждого килограмма действующего вещества на 20%, до 330 кг – на 34%. Существенное снижение получено и у азотных удобрений. Повышение нормы азота от 60 до 120 кг снизило прибавку урожайности сена от каждого килограмма на 19,2%.

Самые высокие прибавки сена трав от удобрений получены во втором укосе. В среднем за 14 лет урожайность трав на удобренных делянках во втором укосе возросла на 270,4–456,3%, в то время как в первом – только на 252,4–340,3%. Такое существенное

различие объясняется недостатком питательных веществ на контрольных делянках. Так, если без внесения удобрений урожайность трав во втором укосе снижалась в 1,8 раза, то на фоне $N_{30}P_{90}K_{90}$ – в 1,6 раза, $N_{60}P_{90}K_{90}$ – в 1,5 раза, $N_{90}P_{120}K_{120}$ – в 1,3 раза. Полученные данные позволяют утверждать, что формирование полноценного второго укоса многолетних трав возможно только при внесении минеральных удобрений.

Многолетними исследованиями установлено, что высокая эффективность минеральных удобрений на осушаемых торфяных почвах определяется условиями водного режима в корнеобитаемом слое. Определенный дефицит влаги в почве отмечается только в отдельные засушливые периоды и при глубоком залегании уровня грунтовых вод.

Минеральные удобрения оказали влияние на изменение видового состава травостоя. Ежегодное внесение минеральных удобрений способствовало активному развитию костреца безостого, который на удобренных делянках занимал господствующее положение (87–92%) начиная со 2-го года пользования. Самое высокое содержание (5%) клевера красного установлено на контрольных делянках в 1-й год пользования. На 2-й год пользования в составе травосмеси его уже не обнаружено. Максимальное содержание в травостое овсяницы луговой (10–36%) отмечено в первые 2 года пользования

при внесении 120 кг д.в. азота. По мере старения трав на контрольном варианте резко увеличивается количество сорной растительности. Так, на 8-й год пользования доля сорняков в травостое здесь составляла 75%. На удобренных вариантах культурные травы также изреживаются и появляется сорная растительность. На варианте $N_{60}P_{90}K_{90}$ она составляла на четырнадцатый год пользования 38%, на варианте $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 49%. Сорная растительность представлена в основном крапивой двудомной, лебедой обыкновенной и молоканом татарским.

По результатам химического анализа растений установлено существенное влияние минеральных удобрений не только на

величину урожайности многолетних трав, но и их качество (см. табл. 3).

Анализ 14-летних данных показывает, что качество сена многолетних трав изменяется по укосам и в зависимости от погодных условий вегетационного периода. Так, в среднем за 14 лет содержание азота в сене трав второго укоса на контрольных делянках было выше, чем в первом, на 30,4%, фосфора – на 50%. И это естественно, так как во вторую половину вегетационного периода более активно протекают процессы минерализации органического вещества торфа, в результате которых накапливаются подвижные соединения питательных веществ. Калий на контрольных делянках потребляется растениями относительно равномерно в течение вегетационного периода, поскольку он почти весь находится в доступной форме.

Ежегодные подкормки многолетних трав малыми дозами минеральных удобрений ($N_{30}P_{60}K_{60}$) обеспечивают максимальные прибавки питательных веществ в сене второго укоса по сравнению с первым. Например, на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$ содержание азота во втором укосе больше на 51,2%, $N_{60}P_{90}K_{90}$ – на 26,4%, $N_{90}P_{120}K_{120}$ – на 24,4%, калия соответственно на 42,5; 29,3; 13,7%. Содержание фосфора в сене многолетних трав первого и второго укосов различалось незначительно (9,3–17,6%). Столь существенные различия

объясняются, во-первых, дефицитом питательных веществ для формирования второго укоса на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$, во-вторых, снижение прибавки содержания азота и калия в сене второго укоса при внесении относительно высоких норм минеральных удобрений указывает на их сохранение в почве в период формирования первого укоса.

Содержание клетчатки в сене трав первого укоса по всем вариантам на 2,3–5,5% выше, чем во втором. Объясняется это тем, что травы второго укоса убираются в более молодом возрасте, как правило, до массового образования генеративных органов.

Травы на контрольных делянках имели низкое содержание фосфора и калия, достаточное количество кальция. Тем самым еще раз подтвердились результаты анализов почвенных образцов, что среднemocная торфяная почва слабо обеспечена подвижными формами фосфора и калия. Внесение минеральных удобрений повысило содержание фосфора в 3–3,7 раза, калия в 1,6–1,9 раза. Следует отметить, что при этом содержание калия и азота в сене на удобренных делянках не превышало допустимое количество.

Расчеты показывают, что в среднем ежегодный вынос азота урожаем составлял 44 кг/га на неудобренных делянках и 145 кг/га при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$, т.е. выше в 3,3 раза (см. табл. 4).

Табл. 3. Химический состав сена многолетних трав в зависимости от уровня минерального питания (в среднем за 1982–1995 гг.), % на абсолютно сухое вещество

Table. 3. Chemical composition of hay from perennial grasses depending on the level of mineral nutrition (on average for 1982–1995), % of the absolutely dry matter

Вариант	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Клетчатка	Зола
<i>Первый укос</i>						
Без удобрений	1,84	0,10	1,36	0,66	29,18	4,53
$N_{30}P_{60}K_{60}$	1,62	0,34	1,81	0,56	30,38	4,98
$N_{60}P_{90}K_{90}$	1,63	0,37	2,20	0,54	32,00	5,98
$N_{90}P_{120}K_{120}$	1,92	0,43	2,48	0,45	31,48	6,37
$N_{120}P_{90}K_{90}$	1,91	0,38	2,13	0,71	30,33	5,80
<i>Второй укос</i>						
Без удобрений	2,40	0,15	1,42	0,77	25,92	5,71
$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,45	0,40	2,58	0,68	29,65	6,58
$N_{60}P_{90}K_{90}$	2,06	0,42	2,84	0,66	30,72	6,66
$N_{90}P_{120}K_{120}$	2,39	0,47	2,82	0,70	29,29	7,24
$N_{120}P_{90}K_{90}$	2,65	0,47	2,98	0,69	30,37	6,93

Табл. 4. Вынос азота урожаем сена многолетних трав из среднетекстурной торфяной почвы (в среднем за 1982–1995 гг.), кг/га

Table 4. Removal of nitrogen by the hay of perennial grasses from medium-textured peat soil (average for 1982–1995), kg/ha

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Содержание азота, %	Вынос урожая	
			всего	из почвы
Без удобрений	1,95	2,40	44	44
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	7,46	1,94	145	85

Следует подчеркнуть, что более высокое содержание азота в сене многолетних трав на контрольных делянках объясняется дисбалансом в обеспечении растений элементами питания, прежде всего фосфором. Потребность многолетних трав в азоте на удобренных делянках удовлетворялась за счет минеральных удобрений только на 41,4%. Полученные данные подтверждают, что для среднетекстурной торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. К аналогичному выводу ранее пришли В.Н. Ефимов, 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.

В 2011 г. на варианте N₆₀P₉₀K₉₀ возобновили внесение удобрений. Учет урожайности сена многолетних трав проводили в течение четырех лет (см. табл. 5). На контрольных делянках в первом укосе в среднем за 4 года урожайность составила 1,58 т/га, во втором –

0,95 т/га. При этом на величину первого укоса существенное влияние оказывала среднесуточная температура воздуха ($r = 0,76$). Для формирования второго укоса решающее значение имели осадки в течение июля–августа ($r = 0,68$). Важно отметить, что без внесения удобрений произошло массовое внедрение сорных растений.

Их доля в сформированной фитомассе превышала 90%. Из культурных видов трав сохранился только кострец безостый (2–3%).

Интересные с практической точки зрения результаты получены при внесении минеральных удобрений. Во-первых, удобрения обеспечили в среднем за четыре года прибавку урожайности сена трав в первом укосе 1,25 т/га (79%), во втором – 1,39 т/га (246,3%). Полученные данные позволяют сделать вывод о сохраняющемся дефиците питательных веществ на контрольных делянках, особенно для формирования второго укоса трав. Внесение минеральных удобрений снижает долю разнотравья в 2,5–3,0 раза. Кострец безостый очень положительно реагирует на подкормку минеральными удобрениями. На основании 33-летних исследований необходимо отметить, что на торфяных почвах при интенсивном осушении (0,9–1,2 м) кострец безостый сохраняется в травостое в течение длительного времени. За этот период все другие компоненты травосмеси (овсяница луговая, тимopheевка луговая) исчезли полностью в первые 10 лет, клевер красный – через 5 лет.

Табл. 5. Урожайность сена многолетних трав на среднетекстурной торфяной почве, т/га

Table 5. Hay yield of perennial grasses on medium-textured peat soil, t/ha

Вариант	2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	первый укос	второй укос						
Без удобрений	1,58	0,95	1,26	0,69	2,07	1,38	1,41	0,78
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	2,83	2,34	1,56	1,08	3,15	3,06	3,78	2,88
НСР _{0,95}	0,32	0,21	0,29	0,34	0,25	0,19	0,26	0,23

ВЫВОДЫ

1. Многолетние травы, выращиваемые на торфяных почвах без внесения удобрений, страдают от недостатка питательных веществ в начале вегетации при холодной весне и постоянно во второй половине вегетационного периода. На контрольных делянках в среднем за 14 лет пользования травами урожайность сена за два укоса составила 1,95 т/га.

2. Внесение полного минерального удобрения повышает урожайность сена многолетних трав в 2,6–3,8 раза. Увеличение нормы внесения NPK удобрений от 150 до 240 кг снижает прибавку урожайности на 20%, до 330 кг – на 34%. Повышение нормы азотных удобрений от 60 до 120 кг сокращает их эффективность на 19,2%.

3. Максимальные прибавки (270,4–456,3%) урожайности сена трав от удобрений получены во втором укосе, что указывает на недостаток питательных веществ в почве. Формирование полноценного второго укоса многолетних трав возможно только при внесении минеральных удобрений.

4. Минеральные удобрения обеспечивают господствующее положение (87–92%) костреца безостого в травосмеси начиная со второго года пользования. Без внесения удобрений на 8-й год пользования сорняки занимают доминирующие позиции (75–87%). Сорная растительность представлена в основном крапивой двудомной, лебедой обыкновенной и молоканом татарским.

5. Качество сена многолетних трав напрямую зависит от обеспеченности почвы подвижными формами питательных веществ. В первую очередь это касается фосфора, содержание которого в сене на контрольных делянках 0,1–0,15%. Внесение удобрений повышает содержание фосфора в сене в 3–3,7 раза, калия – в 1,6–1,9 раза. Азотные удобрения не обеспечивают достоверной прибавки протеина в сене, что указывает на значительное содержание азота в почве. Потребность многолетних трав в азоте на удобренных делянках удовлетворяется за счет минеральных удобрений на 41,4%.

6. Возобновление удобрения старовозрастных трав (30 лет) нормой $N_{60}P_{90}K_{90}$ увеличивает урожайность сена в среднем за четыре года в первом укосе на 79,1%, во втором – на 246,3%. Содержание разнотравья при этом снижается в 2,5–3,0 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флейшер М. Деятельность общества поощрения культуры болот в Германской империи за первые 25 лет его существования // Развитие культуры болот за последние 25 лет. СПб.: типография В.Ф. Киршбаума, 1910. С. 1–12.
2. Головки Д.Г. Земледелие на торфяных почвах и осушаемых пойменных землях: монография. Л.: Колос, 1975. 232 с.
3. Скоропанов С.Г. Освоение и использование торфяно-болотных почв: монография. Минск: изд-во Академии сельскохозяйственных наук БССР, 1961. 162 с.
4. Рудой Н.Г. Продуктивность кормовых культур на осушаемых торфяных почвах в Восточной Сибири // Производство кормов на мелиорируемых природных угодьях Сибири. Новосибирск: РПО СО ВАСХНИЛ, 1991. С. 81–87.
5. Балакай Г.Т., Юрченко И.Ф., Лентяева Е.А., Ямалова Г.Х. Повышение ответственности сельхозтоваропроизводителей за воспроизводство почвенного плодородия мелиорируемых земель // Агрехимический вестник. 2015. № 2. С. 29–33.
6. Моторин А.С. Рекультивация выработанных торфяников и пирогенных образований Западной Сибири: монография. Тюмень: издательство ГАУ Северного Зауралья, 2013. 203 с.
7. Кирейчева Л.В. Инновационные технологии повышения продуктивности мелиорируемых земель Барабинской низменности // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 6. С. 45–50.
8. Пуртов Г.М., Туровинин Г.М. Эффективность минеральных удобрений на сеяном травостое осушенного низинного болота в лесостепи Тюменской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1983. № 5. С. 45–49.
9. Ефимов В.Н., Царенко В.П. Удобрение сельскохозяйственных культур на мелиорированных торфяных почвах: монография. М.: Росагропромиздат, 1988. 124 с.

10. Моторин А.С., Пашинская Л.А. Урожайность и качество сена многолетних трав в зависимости от уровня минерального питания // Интенсификация кормопроизводства в Северном Зауралье. Новосибирск: РПО СО ВАСХНИЛ, 1991. С. 89–98.
 11. Сысо А.И. Природно-агрохимические ресурсы как фактор сохранения плодородия Сибирских почв // Мелиорация и водное хозяйство. 2016. № 5. С. 24–27.
 12. Семененко Н.Н., Каранкевич Е.В, Авраменко Н.М. Влияние комплекса агроботанико-агрохимических приемов на продуктивность культур севооборота, эффективность удобрений и плодородие торфяно-минеральных почв Полесья // Почвоведение и агрохимия. 2017. № 1. С. 94–109.
 13. Телицын В.Л. Техногенная эволюция и оптимальное использование почв болотных систем: монография. Новосибирск: издательство СО РАН, 2004. 264 с.
 14. Синявский В.А. Особенности диагностики питания растений азотом, фосфором и калием на торфяно-болотных почвах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1991. № 5. С. 15–19.
- REFERENCES**
1. Fleisher M. Deyatel'nost' obshchestva pooshchreniya kul'tury bolot v Germanskoi imperii za pervye 25 let ego sushchestvovaniya [Activities of the society of bog cultivation in the German Empire during the first 25 years of its existence]. *Razvitie kul'tury bolot za poslednie 25 let* [Development of bog cultivation during the last 25 years]. St. Petersburg, Tipografiya V.F. Kirshbauma Publ., 1910, pp. 1–12. (In Russian).
 2. Golovko D.G. *Zemledelie na torfyanykh pochvakh i osushaemykh poimennykh zemlyakh* [Agriculture on peat soils and drained alluvial lands: monograph]. Leningrad: Kolos Publ., 1975. 232 p. (In Russian).
 3. Skoropanov S.G. *Osvoenie i ispol'zovanie torfyano – bolotnykh pochv* [Reclamation and use of peat-bog soils]. Minsk: Akademia sel'skokhozyaystvennykh nauk BSSR Publ., 1961. 162 p. (In Russian).
 4. Rudoi N.G. Produktivnost' kormovykh kul'tur na osushaemykh torfyanykh pochvakh v Vostochnoi Sibiri [Productivity of fodder crops on drained peat soils in Eastern Siberia] *Proizvodstvo kormov na melioriruemyykh prirodnyykh ugod'yakh Sibiri* [Fodder production on reclaimed lands of Siberia]. Novosibirsk: RPO SO VASKhNIL Publ., 1991. pp. 81–87. (In Russian).
 5. Balakai G.T., Yurchenko I.F., Lentyaeva E.A., Yamalova G.Kh. Povyshenie otvetstvennosti sel'khozovoproizvoitelei za vosproizvodstvo pochvennogo plodorodiya melioriruemyykh zemel' [Increase of agriculturists' responsibility for the reproduction of soil fertility reclaimed lands]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical Herald], 2015, no. 2, pp. 29–33. (In Russian).
 6. Motorin A.S. *Rekul'tivatsiya vyrabotannykh torfyanikov i pirogennykh obrazovaniy Zapadnoi Sibiri* [Reclamation of depleted peat bogs and pyrogenic formations of Western Siberia]. Tyumen, GAU Severnogo Zaural'ya Publ., 2013. 203 p. (In Russian).
 7. Kireicheva L.V. Innovatsionnye tekhnologii povysheniya produktivnosti melioriruemyykh zemel' Barabinskoj nizmennosti [Innovative technologies to increase the productivity of reclaimed land of Baraba lowlands]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and Water Management], 2015, no. 6, pp. 45–50. (In Russian).
 8. Purtov G.M., Turovinin G.M. Effektivnost' mineral'nykh udobrenii na seyanom travostoe osushennogo nizinnogo bolota v lesostepi Tyumenskoi oblasti [Efficiency of mineral fertilizers on artificial seeding of drained low bog of the forest-steppe of Tyumen region]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 1983, no. 5, pp. 45–49. (In Russian).
 9. Efimov V.N., Tsarenko V.P. *Udobrenie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na meliorirovannykh torfyanykh pochvakh* [Fertilization of agricultural crops on reclaimed peat soils]. Moscow, Rosagropromizdat Publ., 1988, 124 p. (In Russian).
 10. Motorin A.S., Pashinskaya L.A. Urozhainost' i kachestvo sena mnogoletnikh trav v zavisimosti ot urovnya mineral'nogo pitaniya [Yield and quality of hay of perennial grasses depending on the level of mineral nutrition]. *Intensifikatsiya kormoproizvodstva v Severnom Zaural'e* [Intensification of fodder production in Northern Trans-Ural Region]. Novosibirsk, RPO SO VASKhNIL Publ., 1991, pp. 89–98. (In Russian).

11. Syso A.I. Prirodno – agrokhimicheskie resursy kak faktor sokhraneniya plodorodiya Sibirskikh pochv [Natural agrochemical resources as a factor of preserving the fertility of Siberian soil]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo* [Melioration and Water Management], 2016, no. 5, pp. 24–27. (In Russian).
12. Semenenko N.N., Karankevich E.V, Avramenko N.M. Vliyanie kompleksa agrobiotekhnologicheskikh priemov na produktivnost' kul'tur sevooborota, effektivnost' udobrenii i plodorodie torfyano – mineral'nykh pochv Poles'ya [Effect of agro-biotechnological approaches on the productivity of crop rotation, efficiency of fertilizers and fertility of peat-mineral soils of Polesye]. Minsk, *Pochvovedenie i agrokhi-*
miya [Soil Science and Agricultural Chemistry], 2017, no. 1. pp. 94–109. (In Russian).
13. Telitsyn V.L. *Tekhnogennaya evolyutsiya i optimal'noe ispol'zovanie pochv bolotnykh system* [Technogenic evolution and optimal use of bog soils]. Novosibirsk, SO RAN Publ., 2004, 264 p. (In Russian).
14. Sinyavskii V.A. Osobennosti diagnostiki pitaniya rastenii azotom, fosforom i kaliem na torfyano-bolotnykh pochvakh [Diagnostics features of plant feeding with nitrogen, phosphorus and potassium on peat-bog soils]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 1991, no. 5, pp. 15–19. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Моторин А.С.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Государственного аграрного университета Северного Зауралья; Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья – филиала Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук; **адрес для переписки:** 625501, Россия, Тюменская область, Тюменский район, п. Московский, ул. Бурлаки, 2, e-mail: a.s.motorin@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Motorin A.S.**, Doctor of Science in Agriculture, Professor State Agrarian University of the Northern Trans-Ural Region; The Scientific Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Ural Region – Branch of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** 2, Burlaki st., Moskovsky village, Tyumen district, Tyumen region, 625501 Russia; e-mail: a.s.motorin@mail.ru

Финансовая поддержка:

Работа выполнена по госзаданию (Приоритетное направление X 10.3.145 Проект X 10.3.145).

Дата поступления статьи 10.04.2018

Received by the editors 10.04.2018