ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

УДК: 631.86.232.322.4

Эффективность комплексного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве в условиях среднетаежной зоны Евро-Северо-Востока

Чеботарев Николай Тихонович, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник
ФГБНУ НИИСХ Республики Коми, г. Сыктывкар, Республика Коми, Россия
E- mail: nipti@bk.ru

В полевом стационарном опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве изучена эффективность использования органических и минеральных удобрений, а также их сочетаний на плодородие почвы и продуктивность культур кормового шестипольного севооборота. Установлено, что наилучшие результаты получены при совместном применении торфонавозного компоста (ТНК 80 т/га) и минеральных удобрений (1 NPK). В среднем за 2 ротации севооборота урожайность картофеля составила 3,9, однолетних трав – 4,4 и многолетних трав – 6,6 т/га сухого вещества. Органоминеральная система удобрения способствовала повышению содержания крахмала в клубнях картофеля до 13,0-13,6% (в контроле – 11,6%), сырого протеина в многолетних и однолетних травах – до 14,4 и 15,2% (в контроле – 10,3 и 11,6% соответственно). Органическая и органоминеральная системы удобрения оказывали положительное влияние на содержание органического вещества почвы. За период 1978-2015 гг. содержание гумуса повысилось на 0,7-0,9% при использовании ТНК (40 и 80 т/га), на 0,3-0,9% при совместном применении органических и минеральных удобрений. При использовании различных доз минеральных удобрений содержание гумуса в почве снизилось на 0,1-0,2%.

Ключевые слова: *органические, минеральные удобрения, сельскохозяйственные культуры, почва, гумус, кислотность, урожайность, сухое вещество, качество продукции, кормовой севооборот, агрохимические показатели*

В почвенном покрове Республики Коми преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы, которые характеризуются очень низким естественным плодородием, поэтому для широкого воспроизводства плодородия и продуктивности необходимо применять известковые, органические и минеральные удобрения [1, 2].

Величина урожая сельскохозяйственных культур зависит от уровня плодородия почвы, то есть ее способности удовлетворять потребности растений в питательных веществах, воздухе, свете, биологической и физико-химической среде. Сохранение почвенного плодородия в агроэкосистемах на основе рационального природопользования, обеспечивающего наибольший выход продукции растениеводства с наименьшими материальными затратами, относится к числу приоритетных задач [1, 2, 3, 4, 5].

В современном земледелии удобрение – важнейшее средство возврата, активного целенаправленного регулирования питания растений, круговорота и баланса биогенных веществ, последовательного повышения плодородия и на этой основе увеличения продуктивности агроценозов и поддержания экологического равновесия в природе [5, 6, 7].

Научная новизна наших исследований состоит в изучении эффективности различных систем удобрения культур кормового севооборота на дерново-подзолистой почве среднетаежной зоны Республики Коми.

Цель исследований – изучить влияние систем удобрения на плодородие дерново-подзолистой почвы, продуктивность и качество культур кормового шестипольного севооборота.

Материал и методы. Исследования по использованию различных систем удобрения в кормовом севообороте проводили в 1978-2016 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднеокультуренной почве по методике Б.А. Доспехова [8].

Агрохимические показатели почвы и схема опыта представлены в таблице 1. Кормовой севооборот имел следующее чередование культур: картофель, викоовсяная смесь с подсевом многолетних трав, многолетние травы 1 г.п., многолетние травы 2 г.п., викоовсяная смесь, картофель.

Органические удобрения в виде торфонавозного компоста (ТНК) вносили два раза за ротацию севооборота – под картофель.

Средние агрохимические показатели ТНК были следующими: pH_{KCl} – 7,2-7,6, сухое вещество – 26-30%, зольность – 20-24%, содержание общего азота – 0,52-0,60%, общего фосфора – 0,5-0,56%, общего калия – 0,42-0,48%. Для восполнения выноса элементов питания

урожаями сельскохозяйственных культур ежегодные дозы минеральных удобрений составили: под картофель – N60P30K180, викоовсяную смесь – N40P32K116, многолетние травы (клевер луговой + тимофеевка луговая) – N40P32K108. В опыте также использовали их пониженные дозы (1/2 и 1/3 от полной дозы). Планируемая урожайность зеленой массы викоовсяной смеси – 20,0, многолетних трав – 15,0 и картофеля – 15,0 т/га.

Сорта исследуемых культур: картофель – Невский, овес – Горизонт, вика – Льговская 22, клевер луговой – Трио, тимофеевка луговая – Северодвинская.

Повторность опыта – четырехкратная, площадь опытной делянки – 50 м^2. Учет урожайности – сплошной, поделяночный.

В работе использовали следующие методы анализов:

- в почве: гумус – ГОСТ 26213-91, общий азот – ГОСТ 26107-84, гидролическая кислотность – ГОСТ 26212-91, сумма поглощенных оснований – ГОСТ 27821-88, pH в солевой вытяжке – ГОСТ 26483-85, подвижный фосфор и обменный калий – ГОСТ 26207-91, валовой анализ биофильных элементов в почве и удобрениях – абсорбционным и ренгено-флюоресцентным (VRA-33) методами.

- в растениях: азот общий – фотоколометрическим методом, сырая клетчатка – по Геннебергу и Штоману (1969), сырая зола – сухим озолением в муфельной печи, фосфор – по Курмису (1974) ванадомолибдатным методом, калий – на пламенном фотометре после сухого озоления, кальций – трилонометрически; кормовые единицы, БЭВ, сырой протеин – расчетным методом, нитратный азот – ионоселективным методом, азот и углерод – методом газовой хроматографии.

Результаты и их обсуждение. В результате длительных исследований установлено, что удобрения оказали существенное влияние на изменение основных агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы (табл. 1). Повышение содержания гумуса было наиболее значительным при использовании одного компоста (на 0,7-0,9%) и совместном его применении с минеральными туками (на 0,2-0,9%) по сравнению с исходным его количеством. При внесении одних минеральных удобрений (во всех дозах) содержание гумуса в почве снизилось до уровня 2,2-2,3%, что на 0,1-0,2% ниже, чем в начале опыта. Это указывает на то, что минерализация гумуса опережала его гумификацию из-за недостаточных объемов поступления в почву органического вещества в виде торфонавозного компоста и пожнивно-корневых остатков возделываемых культур.

Важным положительным результатом наших исследований является то, что в варианте без удобрений удалось сохранить исходное содержание гумуса (2,1%) и получать достаточно высокую среднюю урожайность (2,7 т/га сухого вещества) кормовых культур благодаря поступлению в почву значительных объемов растительных остатков, в первую очередь многолетних трав, их гумификации и минерализации под воздействием микроорганизмов.

Во всех вариантах опыта наблюдается повышение обменной и гидролитической кислотности почвы, что можно объяснить недостаточным поступлением в почву кальция и магния. В наибольшей степени повышение обменной кислотности отмечено в вариантах с минеральными удобрениями (на 1,0-1,2 ед. pH), незначительно она повысилась в вариантах с органическими удобрениями (на 0,7 ед. pH) и совместном использовании органических и минеральных удобрений, особенно в высоких дозах (ТНК 80 т/га + 1 NPK) (на 0,5 ед. pH). Подобная закономерность отмечена и по гидролитической кислотности. В варианте без удобрений обменная кислотность повысилась на 1,4 ед. pH, гидролитическая – 2,3 ммоль/100 г почвы.

В вариантах с ТНК и NPK, а также совместном их применении установлено значительное повышение содержания подвижных форм фосфора (на 10-30 мг/кг) за счет минерализации органического удобрения, пожнивно-корневых остатков культур, а также неполного использования растениями фосфора и калия из удобрений на холодных почвах Севера [9]. Минерализация органического вещества растительных остатков и торфонавозного компоста под действием микроорганизмов в этих вариантах происходила более интенсивно, так как внесенный минеральный азот служил питательной средой для различных групп микроорганизмов, что позволило ускорить переход элементов питания в доступную для растений форму.

Количество обменного калия снизилось во всех вариантах опыта, что указывает на его высокий вынос урожаями культур севооборота. Наиболее значительное снижение подвижного фосфора и калия отмечено в варианте без удобрений (58 и 60 мг/кг почвы соответственно).

Внесение торфонавозного компоста и минеральных удобрений в кормовом севообороте способствовало повышению урожайности сельскохозяйственных культур, особенно при совместном их применении (табл. 2).

Таблица 1

Влияние длительного применения удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы

Вариант	*Гумус, %*		*pHkcl*		*Гидролитическая кислотность (Hг)*		*Сумма поглощенных оснований (S)*		*P_2O_5*		*K_2O*	
					ммоль/100 г почвы				*мг/кг*			
	1978 г.	*2016 г.*	*1978 г.*	*2016 г.*	*1978 г.*	*2016 г.*	*1978 г.*	*2016 г.*	*1978 г.*	*2016 г.*	*1978 г.*	*2016 г.*
Без удобрений (контроль)	2,1	2,1	5,5	4,1	3,1	5,4	10,3	10,5	223	165	146	86
1/3 NPK	2,3	2,2	5,6	4,4	3,7	5,1	13,6	11,2	193	215	148	106
1/2 NPK	2,5	2,3	5,6	4,5	3,4	5,1	16,8	11,6	187	217	152	115
NPK	2,5	2,3	5,4	4,3	3,4	5,3	14,8	12,5	201	235	156	126
ТНК 40 т/га (фон 1)	2,5	3,2	5,2	4,8	3,7	4,8	15,3	12,8	211	217	148	111
Фон 1 + 1/3 NPK	2,4	2,6	5,3	4,4	3,7	5,0	13,9	12,3	212	234	162	118
Фон 1 + 1/2 NPK	2,4	2,8	5,2	4,5	3,4	5,1	14,6	12,7	246	262	178	126
Фон 1 + NPK	2,1	3,0	4,8	4,2	4,2	4,9	13,3	11,8	184	214	181	132
ТНК 80 т/га (фон 2)	2,4	3,3	5,3	5,0	3,8	4,6	15,5	11,9	201	212	170	128
Фон 2 + 1/3 NPK	2,0	2,4	5,1	4,6	3,9	4,8	11,7	12,4	180	206	173	144
Фон 2 + 1/2 NPK	2,6	2,9	5,2	4,7	4,4	5,3	13,0	13,6	240	274	185	165
Фон 2 + NPK	2,3	2,8	5,3	4,8	3,6	4,7	13,2	13,4	227	262	190	178
$НСР_{05}$	0,24	0,28	0,47	0,48	0,31	0,49	1,45	1,25	20,4	26,2	15,8	14,0

Таблица 2

Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте (среднее за 2 ротации севооборота)

Вариант	*Картофель*		*Многолетние травы*		*Однолетние травы*	
	урожайность, т/га с.в.	*прибавка к контролю, %*	*урожайность, т/га с.в.*	*прибавка к контролю, %*	*урожайность, т/га с.в.*	*прибавка к контролю, %*
Без удобрений (контроль)	2,1	-	3,0	-	3,1	-
1/3 NPK	2,4	14,2	4,5	50,0	3,5	12,9
1/2 NPK	2,6	23,8	4,9	63,3	3,8	22,5
NPK	2,8	33,3	5,6	86,7	4,1	32,2
ТНК 40 т/га (фон 1)	2,9	38,0	3,9	30,0	3,6	16,1
Фон 1+1/3 NPK	3,1	47,6	4,8	60,0	3,8	22,5
Фон 1+1/2 NPK	3,3	57,1	5,6	86,7	4,0	29,0
Фон 1+ NPK	3,6	71,4	6,3	110,0	4,3	38,7
ТНК 80 т/га (фон 2)	3,2	52,3	4,3	43,3	3,8	22,5
Фон 2+1/3 NPK	3,5	66,6	5,2	73,3	4,1	32,2
Фон 2+1/2 NPK	3,7	76,1	5,8	93,3	4,3	38,7
Фон 2+ NPK	3,9	85,7	6,7	123,3	4,5	45,1
$НСР_{05}$	0,36	-	0,56	-	0,39	-

Таблица 3

Влияние удобрений на химический состав культур кормового севооборота (ср. за 2 ротации), %

Вариант	*Однолетние травы*				*Многолетние травы*				*Картофель*			
	сухое в-во	*сырой протеин*	*сырой жир*	*сырая клетчатка*	*сухое в-во*	*сырой протеин*	*сырой жир*	*сырая клетчатка*	*сухое в-во*	*крахмал*	*сырой протеин*	*нитраты, мг/кг с.м.*
Без удобрений (контроль)	22,25	11,64	3,18	27,65	22,12	10,26	2,64	27,82	22,44	11,65	8,65	48
1/3 NPK	21,41	14,35	3,55	26,46	21,34	12,52	3,43	26,44	22,17	13,08	8,89	79
1/2 NPK	20,86	14,66	3,64	25,68	20,65	13,64	3,76	26,53	21,58	13,19	8,94	83
NPK	19,63	15,28	3,56	26,25	19,64	13,48	4,15	27,08	20,31	13,07	8,86	88
ТНК 40 т/га (фон 1)	21,92	14,93	3,86	27,06	22,83	12,17	4,32	26,84	21,84	12,96	8,73	91
Фон 1+1/3 NPK	20,62	14,15	3,68	26,88	21,65	13,55	3,95	26,47	21,45	13,27	8,92	94
Фон 1+1/2 NPK	19,88	15,23	3,91	27,34	19,35	13,72	4,08	26,85	20,35	13,16	9,14	101
Фон 1+ NPK	18,94	14,94	3,77	26,92	19,21	12,94	4,33	26,53	21,68	13,35	8,81	120
ТНК 80 т/га (фон 2)	20,74	15,74	4,18	26,46	21,84	13,66	4,24	25,66	18,89	13,34	9,25	84
Фон 2+1/3 NPK	20,71	15,66	4,11	26,58	19,22	14,18	4,17	25,47	18,74	13,25	9,31	98
Фон 2+1/2 NPK	20,35	15,38	4,29	26,27	18,92	14,46	4,26	24,82	18,25	12,96	9,18	112
Фон 2+ NPK	19,63	15,16	4,35	26,18	18,62	14,39	4,32	24,66	18,16	13,62	9,24	124
$НСР_{05}$	1,96	1,58	0,36	2,66	1,96	1,37	0,48	2,55	2,12	1,34	0,92	9,45

Так, в среднем за две ротации севооборота урожайность сухого вещества картофеля в вариантах опыта составила 2,1-3,9 т/га с.в., превысив контроль на 14,2-85,7%. При повышении доз минеральных удобрений с 1/3NPK до NPK урожайность увеличилась с 2,4 до 2,8 т/га. При повышении дозы ТНК с 40 до 80 т/га она возросла с 2,9 до 3,2 т/га с.в., а прибавка к контролю – с 38 до 52%. Наибольшая урожайность получена при совместном внесении органического и минеральных удобрений – 3,1-3,9 т/га, что на 47,6-85,7% выше контроля.

Урожайность однолетних трав при раздельном внесении различных доз NPK и ТНК составляла соответственно 3,5-4,1 и 3,6-3,8 т/га сухого вещества, что на 12,9-32,2 и 16,1-22,5% выше по сравнению с контролем. Совместное применение органического и минеральных удобрений существенно повышало урожайность однолетних трав, особенно при использовании полной дозы NPK (4,3-4,5 т/га, и на 38,7-45,1% выше контроля).

Применение минеральных удобрений для подкормки многолетних трав увеличило их урожайность до 4,5-5,6 т/га с.в., что выше продуктивности контрольного варианта на 50,0-86,7%. Так же, как и на предыдущих двух культурах, наиболее значительное повышение урожайности многолетних трав отмечено от совместного действия туков и органического удобрения, внесенного под картофель.

В результате длительных научных исследований установлено, что системы удобрения значительно воздействовали на химический состав кормовых культур (табл. 3). Содержание сухого вещества в картофеле с повышением доз органических и минеральных удобрений снижалось на 2-4%. Наиболее значительно в варинтах с применением высоких доз. Подобные явления наблюдали на многолетних и однолетних травах, но в меньшей степени.

По содержанию сырого протеина при использовании минеральных и органических удобрений его количество повышалось: в картофеле до 9,18-9,25% (в контроле 8,65%), многолетних травах – 14,18-14,46% (10,26%), однолетних травах – 15,16-15,66% (11,64%), в большей степени при применении органоминеральной системы удобрения в высоких дозах. Содержание нитратов в клубнях картофеля не превышало ПДК (250 мг/кг с.м.). Количество сырого жира в кормовых культурах повышалось при применении удобрений, особенно их высоких доз.

Содержание сырой клетчатки в сельскохозяйственной продукции с повышением доз органических и минеральных удобрений незначительно снижалось (на 1-2%).

Наши исследования по влиянию систем удобрения на плодородие, продуктивность и качество культур кормового севооборота согласуются со многими исследованиями [7, 10, 11, 12, 13].

Заключение. Таким образом, оптимальным приемом удобрения сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте на дерново-подзолистой среднеокультуренной почве является совместное применение торфонавозного компоста (80 т/га, два раза за 6 лет) и ежегодное внесение минеральных удобрений (в дозах, рассчитанных по выносу питательных веществ планируемым урожаем культур). При таком способе удобрения значительно повышается плодородие почвы, урожайность возделываемых культур, а также их кормовые достоинства.

Список литературы

1. Заболоцкая Т.Г., Юдинцева И.И., Кононенко А.В. Северный подзол и удобрения. Сыктывкар, 1978. 94 с.

2. Чеботарев Н.Т., Юдин А.А. Динамика плодородия и продуктивности дерново-подзолистой почвы под действием длительного применения удобрений в условиях Республики Коми // Достижения науки и техники АПК. 2015. №2. С. 11-14.

3. Войтович Н.В., Лобода Б.П. Оптимизация минерального питания в агроценозах Центрального Нечерноземья. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2005. 193 с.

4. Косолапов В.М. Роль кормопроизводства в обеспечении продовольственной безопасности России // Адаптивное кормопроизводство. 2010. №1. С. 16-19.

5. Митрофанова Е.М. Роль агрохимических приемов в снижении кислотности дерново-подзолистых почв Предуралья // Аграрный вестник Урала. 2012. №5. С.8-10.

6. Лапа В.В., Ивахненко Н.Н. Продуктивность севооборотов и изменение плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2012. №9. С. 41-48.

7. Босак В.Н. Плодородие и продуктивность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при длительном применении удобрений // Агрохимия. 2012. №9. С. 14-20.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

9. Журбицкий З.И. Влияние внешних условий на минеральное питание растений // Агрохимия. 1965. №3. С. 65-75.

10. Новоселов С.И., Горохов С.А., Иванов М.Н., Новоселова Е.С. Действие и последействие органических удобрений в севообороте // Агрохимия. 2013. №8. С. 30-37.

11. Чухина О.В., Жуков Ю.П. Плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений // Агрохимия. 2013. №11. С. 10-18.

12. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П., Козлова А.В., Макшакова О.В., Волошин С.П., Хромова О.М., Панкратенкова И.В. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Агрохимия. 2012. №2. С. 37-46.

13. Шпаков А.С. Многолетние травы в кормовых севооборотах // Кормопроизводство. 1997. №12. С. 9-11.

Efficiency of complex application of fertilizers in fodder crop rotation on sod-podzolic soil in the conditions of middle taiga zone of the Euro-North-East

Chebotarev N.T., DSc in agriculture, leading researcher
Research Institute of Agriculture of the Republic of Komi, Syktyvkar, Republic of Komi, Russia

In a field stationary experiment on sod-podzolic light-loamy soil the efficiency of organic and mineral fertilizers and their combinations on the fertility and productivity of soil were examined. The best results were obtained by joint application of (TNC 80 t/ha) and mineral fertilizer (1 NPK). The average yield of potato for 2 crop rotation was 3.9, of annual grasses – 4.4, and of perennial grasses 6.6 t/ha of dry matter respectively. It is revealed that organic-mineral system of fertilizing promoted the increase in the starch content in potatoes to 13…13.6% (in control – 10.3 and 11.6%). Organic and organic-mineral systems of fertilizing had positive influence on content of soil organic matter. For 1978…2015 humus content is increased by 0.7…0.9% at using TNK (40 and 80 t/ha) and by 0.3…0.5% at complex use of organic and mineral fertilizers. At using of different doses of mineral fertilizers the humus content in the soil decreased by 0.1…0.2%

Key words: *organic, mineral fertilizer, agricultural crops, soil, humus, acidity, productivity, dry matter, quality of products, fodder crop rotation, agrochemical indicators*

References

1. Zabolotskaya T.G., Yudintseva I.I., Kononenko A.V. *Severnyy podzol i udobreniya*. [The northern podzol and fertilizer]. Syktyvkar, 1978. 94 p.

2. Chebotarev N.T., Yudin A.A. *Dinamika plodorodiya i produktivnosti dernovo-podzolistoy pochvy pod deystviem dlitel'nogo primeneniya udobreniy v usloviyakh Respubliki Komi*. [Dynamics of fertility and productivity of sod-podzolic soil under long-term fertilizer application in the Republic of Komi]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2015. no. 2. pp. 11-14.

3. Voytovich N.V., Loboda B.P. *Optimizatsiya mineral'nogo pita-niya v agrotsenozakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya*. [Optimization of mineral nutrition in agrocenoses of Central-Chernozem zone]. Moscow: *NIISKh TsRNZ*, 2005. 193 p.

4. Kosolapov V.M. *Rol' kormoproizvodstva v obespechenii prodo-vol'stvennoy bezopasnosti Rossii*. [The role of fodder production in ensuring food security of Russia]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2010. no. 1. pp. 16-19.

5. Mitrofanova E.M. *Rol' agrokhimicheskikh priemov v snizhenii kislotnosti dernovo-podzolistykh pochv Predural'ya*. [The Role of agro-techniques in reducing acidity of sod-podzolic soils of the Pred-Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2012. no. 5. pp. 8-10.

6. Lapa V.V., Ivakhnenko N.N. *Produktivnost' sevooborotov i izmenenie plodorodiya dernovo-podzolistoy supeschanoy pochvy pri dlitel'nom primenenii udobreniy*. [Productivity of crop rotations and change of fertility of sod-podzolic sandy loam soil with long-term use of fertilizers]. *Agrokhimiya*. 2012. no. 9. pp. 41-48.

7. Bosak V.N. *Plodorodie i produktivnost' dernovo-podzolistoy legkosuglinistoy pochvy pri dlitel'nom primenenii udobreniy*. [The fertility and productivity of sod-podzolic light loamy soil with prolonged use of fertilizers]. *Agrokhimiya*. 2012. no. 9. pp. 14-20.

8. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experiment]. Moscow: *Kolos*, 1985. 351 p.

9. Zhurbitskiy Z.I. *Vliyanie vneshnikh usloviy na mineral'noe pitanie rasteniy*. [The Influence of external conditions on the mineral nutrition of plants]. *Agrokhimiya*. 1965. no. 3. pp. 65-75.

10. Novoselov S.I., Gorokhov S.A., Ivanov M.N., Novoselova E.S. *Deystvie i posledstvie organicheskikh udobreniy v sevooborote*. [The action and aftereffect of organic fertilizers in crop rotation]. *Agrokhimiya*. 2013. no. 8. pp. 30-37.

11. Chukhina O.V., Zhukov Yu.P. *Plodorodie dernovo-podzolistoy pochvy i produktivnost' kul'tur v sevooborote pri primenenii razlichnykh doz udobreniy*. [Fertility of sod-podzolic soil and productivity of crops in crop rotation at applying of different doses of fertilizers]. *Agrokhimiya*. 2013. no. 11. pp. 10-18.

12. Merzlaya G.E., Zyabkina G.A., Fomkina T.P., Kozlova A.V., Makshakova O.V., Voloshin S.P., Khromova O.M., Pankratenkova I.V. *Effektivnost' dlitel'nogo primeneniya organicheskikh i mineral'nykh udobreniy na dernovo-podzolistoy legkosuglinistoy pochve*. [Efficiency of continuous application of organic and mineral fertilizers on sod-podzolic light loamy soil]. *Agrokhimiya*. 2012. no. 2. pp. 37-46.

13. Shpakov A.S. *Mnogoletnie travy v kormovykh sevooborotakh*. [Perennial grasses in the fodder crop rotation]. *Kormoproizvodstvo*. 1997. no. 12. pp. 9-11.