

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ЕВРО-СЕВЕРО-ВОСТОКА

*Н.Т. Чеботарев, д.с.-х.н., Н.Н. Шергина, к.б.н., Институт агробиотехнологий им. А.В. Журавского
Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук –
обособленное подразделение ФГБУН Федеральный исследовательский
центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
г. Сыктывкар, Республика Коми, 167023, Россия, e-mail: nipti@bk.ru*

*Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0333-2019-0008-С-01
по Программе ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 г.,
Рег. № НИОКТР АААА-А19-119031390055-1*

В многолетнем стационарном опыте на дерново-подзолистой среднеоккультуренной почве проводили исследования по изучению влияния органических (40 и 80 т/га ТНК) и минеральных (1/3, 1/2, 1 NPK) удобрений, рассчитанных по выносу NPK планируемым урожаем культур, в кормовом шестипольном севообороте. Установлено, что наиболее эффективными оказались органоминеральная система удобрения, особенно 80 т/га, и полная доза NPK. При этом содержание гумуса повысилось на 0,9%, обменная кислотность снизилась на 1,1 ед. рН, подобная закономерность была и по гидрологической кислотности, она снизилась на 4,4 ммоль/100 г почвы. Содержание фосфора незначительно повысилось, отмечено снижение калия в почве в связи с высоким его выносом растениями и вымыванием из почвы. Наибольшие урожаи культур высокого качества (в среднем за 3 ротации) получены также при применении 80 т/га и 1 NPK: однолетних трав – 4,4 т/га; многолетних трав – 6,2 и картофеля – 7,0 т/га сухого вещества. В других вариантах опыта наблюдались подобные явления, но в меньшей степени.

Ключевые слова: удобрение, почва, кормовой севооборот, урожайность, гумус, сельскохозяйственные культуры, плодородие.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.05

Повышение продуктивности агробиocenозов Европейского Северо-Востока требует неотложного решения задачи сохранения и повышения плодородия почв, сокращения материальных и энергетических затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Для Республики Коми (РК) характерны прохладное и короткое лето, поздние весенние и ранние осенние заморозки, что ослабляет рост растений и снижает потребление питательных веществ [1]. Пахотные угодья РК представлены в основном дерново-подзолистыми почвами с очень низким естественным плодородием [1, 2]. При резком сокращении объемов применения удобрений и химических мелиорантов они быстро подвергаются деградации, что сопровождается снижением содержания почвенного органического вещества (ПОВ), питательных веществ и ухудшением физико-химических свойств. Для широкого воспроизводства продуктивности агроценозов РК требуются: совершенствование технологий сохранения и воспроизводства плодородия почв; возделывание сельскохозяйственных культур, адаптированных к региональным почвенно-климатическим условиям [3, 4], переход от зональной системы земледелия к адаптивно-ландшафтному земледелию и биологизированному кормопроизводству [5-8].

В связи с недостаточными ресурсами органических удобрений и высокой стоимостью минеральных, в повышении плодородия почв возрастает роль севооборотов с высокой насыщенностью однолетними и многолетними травами, позволяющими без значительных затрат повышать продуктивность сельскохозяйственных культур [9-12] при высоком качестве продукции. Наиболее полно изучить возможность применения та-

ких севооборотов и оценить влияние вносимых доз удобрений на продуктивность и качество продукции, рациональное использование минеральных ресурсов и возмещение в почву элементов питания и органического вещества позволяют длительные полевые опыты [10, 13-15]. Один из них был заложен на землях Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН и послужил основой для проведения данных исследований. Изучение применения органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте проводится более 40 лет [11, 16]. Такой подход является важным резервом обеспечения воспроизводства плодородия и продуктивности дерново-подзолистых почв в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Республики Коми.

Цель проводимых исследований – изучить влияние комплексного применения удобрения на плодородие почвы, продуктивность и качество культур в шестипольном кормовом севообороте в условиях Севера.

Методика. Исследования по использованию различных систем удобрения в кормовом севообороте проводили в 1978-2019 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднеоккультуренной почве по методике Б.А. Доспехова [17].

Агрономические показатели почвы и схема опыта представлена в таблице 1.

Кормовой севооборот имел следующее чередование культур: 1 – картофель; 2 – вико-овсяная смесь с подсевом многолетних трав; 3 – многолетние травы 1-го г.п.; 4 – многолетние травы 2-го г.п., 5 – вико-овсяная смесь; 6 – картофель.

Органические удобрения в виде торфяно-навозного компоста (ТНК) вносили под картофель 2 раза за ротацию севооборота.

1 Агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы (0-20 см) под влиянием длительного внесения удобрений

Вариант опыта	Общий гумус по Тюрину, %		pH _{KCl}		Нг		S		P ₂ O ₅		K ₂ O	
					ммоль/100 г почвы				мг/кг почвы			
	1978 г.	2019 г.	1978 г.	2019 г.	1978 г.	2019 г.	1978 г.	2019 г.	1978 г.	2019 г.	1978 г.	2019 г.
Без удобрений (контроль)	2,1	2,6	5,5	5,2	3,1	2,0	9,2	12,2	223	266	146	119
1/3 NPK	2,3	2,8	5,6	5,3	3,7	2,7	9,8	10,2	193	285	148	130
1/2 NPK	2,5	2,9	5,6	5,4	3,4	2,6	10,2	11,1	187	260	152	132
NPK	2,5	2,7	5,4	5,7	3,4	1,9	11,1	13,2	201	234	156	153
ТНК, 40 т/га – Фон 1	2,5	2,8	5,2	5,5	3,7	2,2	11,6	12,1	211	309	148	108
Фон 1 + 1/3 NPK	2,4	2,6	5,3	5,8	3,7	1,7	10,8	12,1	211	332	162	111
Фон 1 + 1/2 NPK	2,4	2,8	5,2	5,9	3,4	2,1	11,5	13,0	246	443	178	125
Фон 1 + NPK	2,1	3,0	4,8	5,7	3,2	2,1	10,6	12,1	184	314	181	106
ТНК, 80 т/га – Фон 2	2,4	3,5	5,3	5,7	3,8	2,0	9,8	12,4	201	342	170	129
Фон 2 + 1/3 NPK	2,0	3,6	5,1	5,8	3,9	1,9	10,3	12,9	180	371	173	105
Фон 2 + 1/2 NPK	2,6	3,1	5,2	6,7	4,4	0,7	1,4	13,3	240	313	185	116
Фон 2 + NPK	2,3	3,2	5,3	6,8	3,6	0,6	10,6	14,6	227	318	190	136
НСР _{0,5}	0,22	0,27	0,51	0,56	0,32	0,21	1,15	1,26	20,4	28,4	15,8	12,7

Средние агрохимические показатели ТНК были следующие: pH_{KCl} 7,2-7,6, сухое вещество – 26-30%, зольность – 20-24, содержание общего азота – 0,52-0,60, общего фосфора – 0,50-0,56, общего калия – 0,42-0,48%. Для восполнения выноса элементов питания урожаями сельскохозяйственных культур ежегодные дозы минеральных удобрений составили: под картофель – N₆₀P₃₀K₁₈₀, вико-овсяную смесь – N₄₀P₃₂K₁₁₆, многолетние травы (клевер луговой + тимофеевка луговая) – N₄₀P₃₂K₁₀₈. В опыте также использовали пониженные дозы (1/2 и 1/3 от полной дозы) удобрений. Планируемая урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси – 20,0 т/га, 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 – 100 м². Учет урожайности – сплошной, поделачный.

В работе использовали следующие методы анализов.

В почве: гумус – ГОСТ 26213-91, общий азот – ГОСТ 26107-84, гидролитическая кислотность – ГОСТ 27821-88, pH_{сол.} – ГОСТ 26207-91, валовой анализ биогенных элементов в почве и удобрениях – адсорбционным и рентгенофлуоресцентным (VRA-33) методами.

В растениях: азот общий – фотоколориметрическим методом, сырая клетчатка – по Геннебергу и Штоману (1969), сырая зола – сухим озолением в муфельной печи, фосфор – по ГОСТ 26657-97 фотометрическим 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. Длительное применение (42 года) органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте оказало существенное влияние на изменение основных агрохимических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (табл. 1). Наиболее значительным было увеличение содержания гумуса при совместном внесении органических и минеральных удобрений (на 0,4–1,6%) по сравнению с исходным его количеством.

При внесении одних минеральных удобрений содержание гумуса в почве за период исследований изменилось незначительно (прирост 0,2–0,5%), так как источ-

ником накопления углерода в почве при внесении NPK являются только корневые и пожнивные остатки возделываемых культур, что явно недостаточно для расширенного воспроизводства органического вещества почвы.

В вариантах с минеральными удобрениями и без удобрений отмечено значительное подкисление почвы (на 0,2-0,3 ед. pH) за счет использования физиологически кислых минеральных удобрений, выноса и вымывания кальция и магния из почвы и замещения их ионами водорода. Подобная закономерность отмечена и по гидролитической кислотности.

При совместном применении высоких доз ТНК и NPK содержание подвижных форм фосфора повысилось на 20-70 мг/кг за счет минерализации органического удобрения, корнепоживных остатков культур, а также неполного использования растениями фосфора из удобрений на холодных почвах Севера [19]. Минерализация органического вещества проходила под действием микроорганизмов, так как минеральный азот служил питательной средой для различных их групп, что позволило ускорить переход элементов питания в доступную для растений форму.

Особенностью почвообразовательного процесса в дерново-подзолистых почвах является промывной тип водного режима в условиях превышения количества осадков над испарением. В результате почвы обедняются основаниями. Этому способствуют также кислые продукты разложения растительных остатков и дожди. Кроме того, ежегодно с урожаями из почвы отчуждается значительное количество кальция и магния.

Процесс подкисления дерново-подзолистых почв усиливается при интенсивном использовании физиологически кислых минеральных удобрений, особенно аммиачной селитры и хлористого калия, которые применяли в нашем длительном опыте. Так, если при закладке опыта (1978 г.) pH_{KCl} составлял 5,2-5,6, то к 2017 г. обменная кислотность повысилась до pH 4,2-4,7. Содержание азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве увеличилось, что показывают расчеты баланса указанных элементов в ППК (табл. 2).

Для снижения кислотности почвы опытного участка в 2018 г. проведено известкование по полной гидролитической кислотности (Нг – 5,0-5,5 ммоль/100 г почвы). В результате этого агроприема в 2019 г. снизилась кислотность обменная – до 5,5-6,8 ед pH и гидролитическая – до 0,6-2,7 ммоль/100 г почвы. Содержание гумуса увеличилось до 2,6-3,6%, подвижного фосфора составило 266-318 мг/кг почвы.

2. Баланс элементов минерального питания растений в почве кормового севооборота (среднее за год), кг/га

Вариант опыта	N				P ₂ O ₅				K ₂ O			
	Приход	Расход	Баланс, ±	Интенсивность, %	Приход	Расход	Баланс, ±	Интенсивность, %	Приход	Расход	Баланс, ±	Интенсивность, %
Без удобрений (контроль)	65,3	76,1	-10,8	85,8	19,3	22,5	-3,2	85,8	47,7	64,6	-16,9	73,8
1/3 NPK	78,8	56,6	22,0	138,9	24,6	21,8	2,8	112,8	88,4	72,4	16,0	122,1
1/2 NPK	89,3	66,8	22,5	133,6	33,3	23,7	9,6	140,5	106,7	96,5	10,2	110,5
NPK	112,3	94,6	17,7	118,7	47,3	39,4	7,9	120,0	165,7	144,8	20,9	114,4
ТНК, 40 т/га – Фон 1	224,3	183,5	40,8	122,2	94,3	88,2	6,1	106,9	227,5	213,0	14,5	106,8
Фон 1 + 1/3 NPK	235,2	209,7	25,5	112,2	98,5	91,8	6,7	107,3	242,3	228,3	14,0	106,1
Фон 1 + 1/2 NPK	248,3	216,4	31,9	114,7	108,3	93,7	14,6	115,5	286,4	254,4	32,0	112,5
Фон 1 + NPK	271,4	249,3	22,1	108,8	122,3	106,5	15,8	114,8	345,3	326,0	19,3	105,9
ТНК, 80 т/га – Фон 2	383,5	358,8	24,5	106,8	169,3	146,8	22,5	115,3	407,6	392,8	14,8	103,7
Фон 2 + 1/3 NPK	397,2	377,5	19,7	105,2	174,6	152,5	22,1	114,5	428,3	412,2	16,1	103,9
Фон 2 + 1/2 NPK	407,3	384,2	23,1	106,0	183,3	165,4	17,9	110,8	466,0	427,5	38,5	109,0
Фон 2 + NPK	430,5	396,4	33,9	108,5	197,3	177,6	19,7	111,0	525,8	493,4	32,4	106,5

Известно, что калий и кальций в почве являются антагонистами, поэтому внесение достаточно высокого количества кальция с известняковой мукой способствовало вытеснению калия из почвенного поглощающего комплекса (снижение на 20-75 мг/кг почвы) (см. табл. 1).

Длительные исследования показали, что оптимальным приемом удобрения культур в кормовом севообороте является периодическое (2 раза в 6 лет) применение 80 т/га ТНК и NPK. В среднем за три ротации севооборота получены значительные урожаи культур: картофеля – 6,7-7,0 т/га, однолетних трав – 4,2-4,6, многолетних трав – 5,2-6,2 т/га сухого вещества, что превышало контроль на 52-59, 73-100, 93-106 % соответственно (табл. 3).

3. Влияние удобрений на сбор сухого вещества культурами кормового севооборота (за ротацию), т/га

Вариант опыта	Ротация севооборота			В среднем за 3 ротации	Прибавка к контролю, %
	V 2002-2007 гг.	VI 2008-2013 гг.	VII 2014-2019 гг.		
Картофель					
Без удобрений (контроль)	3,2	5,2	4,3	4,4	-
1/3 NPK	3,5	5,3	5,2	4,7	6,8
1/2 NPK	4,5	5,5	5,6	5,2	18,1
NPK	4,7	5,8	6,0	5,5	25,0
ТНК, 40 т/га – Фон 1	4,1	5,1	5,6	4,9	11,3
Фон 1 + 1/3 NPK	4,2	6,2	6,2	5,5	25,0
Фон 1 + 1/2 NPK	4,3	6,5	6,8	5,9	34,0
Фон 1 + NPK	4,9	6,7	7,4	6,3	43,1
ТНК, 80 т/га – Фон 2	3,8	7,3	6,8	6,0	36,3
Фон 2 + 1/3 NPK	4,2	7,2	7,3	6,2	40,9
Фон 2 + 1/2 NPK	4,8	7,6	7,8	6,7	52,2
Фон 2 + NPK	5,2	7,8	8,1	7,0	59,0
НСР _{0,5}	0,39	0,58	0,56		
Однолетние травы					
Без удобрений (контроль)	2,1	2,2	2,4	2,2	-
1/3 NPK	2,4	2,6	2,9	2,6	18,1
1/2 NPK	2,6	2,8	3,4	2,9	31,8
NPK	3,0	3,2	4,0	3,4	54,5
ТНК, 40 т/га – Фон 1	2,7	2,9	3,2	2,9	31,8
Фон 1 + 1/3 NPK	3,1	3,0	3,9	3,3	50,0
Фон 1 + 1/2 NPK	3,3	3,2	4,1	3,5	59,0

Продолжение таблицы 3

Фон 1 + NPK	3,6	3,4	4,5	3,8	72,7
ТНК, 80 т/га – Фон 2	3,2	3,3	3,6	3,4	54,5
Фон 2 + 1/3 NPK	3,6	3,5	4,2	3,8	72,7
Фон 2 + 1/2 NPK	3,9	3,8	4,4	4,0	81,8
Фон 2 + NPK	4,5	4,2	4,6	4,4	100,0
HCP _{0,5}	0,32	0,35	0,41	0,37	
<i>Многолетние травы</i>					
Без удобрений (контроль)	2,8	2,6	3,5	3,0	-
1/3 NPK	3,6	3,4	5,0	4,0	33,3
1/2 NPK	3,9	3,7	5,7	4,4	46,6
NPK	4,2	3,9	6,8	5,0	66,6
ТНК, 40 т/га – Фон 1	3,8	3,5	5,6	4,4	46,6
Фон 1 + 1/3 NPK	4,0	3,8	5,8	4,5	50,0
Фон 1 + 1/2 NPK	4,2	4,3	7,4	5,3	76,6
Фон 1 + NPK	4,3	4,6	8,3	5,7	90,0
ТНК, 80 т/га – Фон 2	4,1	3,9	6,2	4,7	56,6
Фон 2 + 1/3 NPK	4,2	4,6	6,9	5,2	73,3
Фон 2 + 1/2 NPK	4,3	5,0	7,9	5,4	93,3
Фон 2 + NPK	4,5	5,4	8,6	6,2	106,6
HCP _{0,5}	0,38	0,42	0,64		

Исследования показали, что урожайность культур повышалась в зависимости от увеличения доз удобрений, а также плодородия почвы. Химический состав растений в меньшей степени зависел от указанных факторов.

Системы удобрения в разной степени влияли на химический состав возделываемых культур. Содержание сухого вещества в клубнях картофеля на минеральном фоне составило 18,0-18,8%, органическом – 18,4-18,9 и органоминеральном – 17,1-17,7%; на контроле 19,6%. Содержание сырого протеина с увеличением доз NPK повышалось до 9,4-10,0%, на контроле – 8,1%. Количество фосфора, калия и кальция в продукции повышалось незначительно. Содержание крахмала в клубнях картофеля было 12,6-13,0%, на контроле – 13,2%. Содержание нитратов в продукции варьировало от 74 до 134 мг/кг сырой массы и не превышало ПДК (250 мг/кг сырой массы) (табл. 4).

Количество сухого вещества в однолетних травах изменялось незначительно (19-19,6%), на контроле – 20,5%. Содержание сырого протеина на минеральном фоне составило 14,4-15,0%, органическом – 13,1-14,4, без удобрений – 12,6-13,0%.

ний -11,2%. Содержание фосфора и кальция по вариантам опыта также изменялось незначительно. С увеличением

доз NPK содержание калия в продукции однолетних трав повышалось до 2,8-3,3%, на контроле – 2,4% (табл. 5).

4. Влияние удобрений на химический состав клубней картофеля (в среднем за 3 ротации севооборота), % на сухое вещество

Вариант опыта	Сухое вещество	Азот	Сырой протеин	Фосфор	Калий	Кальций	Крахмал	Нитраты, мг/кг сырой массы
Без удобрений (контроль)	19,6	1,3	8,1	0,32	3,1	0,07	13,2	41
1/3 NPK	18,8	1,4	8,8	0,33	3,4	0,10	12,9	74
1/2 NPK	18,3	1,4	8,8	0,34	3,5	0,12	13,0	82
NPK	18,0	1,5	9,4	0,35	3,7	0,11	12,8	94
ТНК, 40 т/га – Фон 1	18,9	1,4	8,8	0,32	3,4	0,11	12,9	81
Фон 1 + 1/3 NPK	17,7	1,5	9,4	0,34	3,5	0,12	12,6	96
Фон 1 + 1/2 NPK	17,4	1,5	9,4	0,34	3,6	0,11	12,8	101
Фон 1 + NPK	17,1	1,4	8,8	0,35	3,6	0,11	12,6	114
ТНК, 80 т/га – Фон 2	18,4	1,4	8,8	0,33	3,5	0,11	13,1	94
Фон 2 + 1/3 NPK	17,5	1,5	9,4	0,34	3,7	0,12	12,7	115
Фон 2 + 1/2 NPK	17,3	1,6	10,0	0,35	3,6	0,12	12,8	126
Фон 2 + NPK	17,1	1,6	10,0	0,35	3,7	0,13	12,7	134

5. Действие удобрений на химический состав однолетних и многолетних трав (в среднем за 3 ротации севооборота)

Вариант	Сухое вещество	Азот	Сырой протеин	Фосфор	Калий	Кальций
Без удобрений (контроль)	20,5/20,6	1,8/1,3	11,2/8,1	0,32/0,27	2,4/2,3	0,51/0,61
1/3 NPK	19,5/25,6	2,4/1,5	15,0/9,4	0,33/0,30	2,9/2,4	0,58/0,64
1/2 NPK	19,6/26,0	2,3/1,6	14,4/10,0	0,34/0,32	3,1/2,5	0,54/0,65
NPK	19,1/25,7	2,4/1,6	15,0/10,0	0,34/0,30	3,0/2,4	0,58/0,64
ТНК, 40 т/га – Фон 1	19,6/26,4	2,3/1,4	14,4/8,8	0,32/0,28	2,8/2,3	0,57/0,68
Фон 1 + 1/3 NPK	19,5/25,6	2,3/1,5	14,4/9,4	0,33/0,29	3,2/2,4	0,56/0,67
Фон 1 + 1/2 NPK	19,6/25,5	2,4/1,6	15,0/10,0	0,34/0,30	3,0/2,5	0,57/0,66
Фон 1 + NPK	19,2/25,2	2,3/1,6	14,4/10,0	0,33/0,31	3,1/2,4	0,55/0,65
ТНК, 80 т/га – Фон 2	19,8/26,8	2,1/1,4	13,1/8,8	0,34/0,30	3,2/2,3	0,58/0,66
Фон 2 + 1/3 NPK	19,4/25,7	2,2/1,6	13,7/10,0	0,33/0,28	3,3/2,4	0,57/0,68
Фон 2 + 1/2 NPK	19,2/25,3	2,3/1,7	14,4/10,6	0,35/0,29	3,2/2,5	0,58/0,69
Фон 2 + NPK	19,0/25,0	2,4/1,7	15,0/10,6	0,34/0,31	3,1/2,5	0,57/0,67

Примечание. В числителе – % сухого вещества и элементов питания в однолетних травах, в знаменателе – в многолетних травах.

Количество сухого вещества в многолетних травах изменялось незначительно (25,2-26,8%), на контроле – 26,0%. Содержание сырого протеина в продукции составило 8,8-10,6%. Количество фосфора, калия и кальция по вариантам опыта так же изменялось незначительно и составило (в среднем за 3 ротации): фосфора – 0,28-0,31%, калия – 2,3-2,5 и кальция – 0,64-0,68%.

Выводы. В связи со снижением плодородия почвы опытного участка в 2018 г. проведено известкование по полной гидролитической кислотности. Результатом данного агроприема явилось повышение плодородия почвы: увеличилось содержание гумуса и подвижного фосфора, снизилась обменная и гидролитическая кислотность. Вместе с тем, в почве уменьшилось количество обменного калия из-за внесения достаточно значительных объемов кальция в ППК, так как эти два элемента являются антагонистами.

В результате длительных научных исследований установлено следующее. Оптимальной системой удобрения в среднетаежной зоне Евро-Северо-Востока на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве является совместное применение ТНК в дозе 80 т/га и NPK. Приведенная система удобрения способствовала повышению плодородия почвы. Содержание гумуса в почве увеличилось на 0,4-1,6% и составило 3,1-3,6%. Повысилось количество подвижного фосфора на 20-70 мг/кг почвы. Вместе с тем, наблюдалось подкисление почвы из-за высокого выноса и вымывания кальция и магния. Снизилось содержание обменного калия, что указывает на его высокий вынос урожаями культур.

Органоминеральная система удобрения способствовала получению значительных урожаев культур в шестипольном кормовом севообороте: картофеля – 6,7-7,0 т/га; однолетних трав – 4,2-4,6 и многолетних трав – 5,2-6,2 т/га сухого вещества с высоким качеством.

Литература

1. Заболоцкая Т.Г., Юдинцева И.И., Кононенко А.В. Северный подзол и удобрения. – Сыктывкар, 1978. – 94 с.
2. Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР / Под ред. И.П. Герасимова. – Сыктывкар: Коми книжное изд-во, 1975. – 344 с.
3. Заболоцкая Т.Г. Биологический круговорот элементов в агроценозах и их продуктивность. – Л.: Наука, 1985. – 179 с.
4. Войтович Н.В., Лобода Б.П. Оптимизация минерального питания в агроценозах Центрального Нечерноземья. – М.: НИИСХ ЦРНЗ, 2005. – 194 с.
5. Нурлыгаянов Р.Б., Данилов В.П., Бекасова М.В. Адаптивное кормопроизводство как экологический аспект формирования сельскохозяйственных угодий // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2010. – № 4 (5). – С. 45–47.
6. Сысуев В.А. Приоритеты и проблемы аграрной науки на Евро-Северо-Востоке России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 3 (46). – С. 4–9.
7. Исаичева У.А., Труфанов А.М. Эффективность биологизации систем удобрения в оптимизации гумусового состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (135). – С. 43–47.
8. Пегова Н.А., Холзаков В.М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 1 (44). – С. 35–40.
9. Дмитриев В.И. Однолетние кормовые культуры в полевом кормопроизводстве Омской области // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2. – С. 12–14.
10. Мерзлая Г.Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П. и др. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Агрохимия. – 2012. – № 2. – С. 37–46.
11. Чеботарев Н.Т. Об эффективности использования удобрений при возделывании кормовых культур в условиях Республики Коми // Кормопроизводство. – 2012. – № 8. – С. 32–33.
12. Ekschmitt K., Liu M., Fox O. Strategies used by soil biota to overcome soil organic matter stability – why is dead organic matter left over in the soil. *Zeoderma*. 2005. Vol. 128. No 1–2. Pp. 167–176.
13. Минеев В.Г., Гомонова Н.Ф., Овчинникова М.Ф. Плодородие и биологическая активность дерново-подзолистой почвы при дли-

тельном применении удобрений и их последствии // Агрохимия. – 2004. – № 7. – С. 5–10.

14. Лапа В.В., Босак В.Н., Пироговская Г.В. Влияние органо-минеральной системы удобрения на продуктивность севооборота и баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах // Агрохимия. – 2009. – № 2. – С. 40–44.

15. Измистьев В.М., Свечников А.К. Влияние длительного применения минеральных удобрений на продуктивность кормовых

севооборотов // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 1 (44). – С. 29–34.

16. 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. – Т. 29. – № 2. – С. 11.

17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INFLUENCE OF LONG-TERM COMPLEX APPLICATION OF FERTILIZERS ON THE FERTILITY AND PRODUCTIVITY OF SOD-PODZOLIC SOIL IN THE EURO-NORTH-EAST

N.T. Chebotarev, chief researcher; N.N. Shergina, candidate of biological sciences

*Institute of Agrobiotechnology named A.V. Zhuravsky of Komi science center of the Ural branch of the Russian academy of sciences
– separate division of the Federal research center “Komi science center of the Ural branch of the Russian academy of sciences”.*

Sykt'yvkar, Komi Republic, 167023 Russia, E-mail: npti@bk.ru mailto:audin@rambler.ru

In long-term field trial with a six-field fodder crop rotation on sod-podzolic medium- cultivated soil were studied the effects of organic (40 and 80 t / ha TNCs) and mineral (1/3, 1/2, 1 NPK) fertilizers. Fertilizer levels were calculated by NPK crop consumption by planned yield. It was found that the most effective was the organo-mineral fertilizer system, especially 80 t / ha and a full dose of NPK. At the same time, the humus content increased by 0.9%, the exchange acidity and the hydrological acidity decreased by 1.1 units. pH and 4.4 mmol / 100g of soil respectively. The phosphorus content increased slightly, the potassium content decreased due to its consumption by plants and leaching from the soil. The largest crop yields (on average for 3 rotations) were obtained using 80 t / ha and 1 NPK: annual grasses – 4.4; perennial herbs – 6.2 and potatoes – 7.0 t / ha of high quality dry matter. Similar phenomena in other variants of field trial are less marked.

Keywords: fertilizer, soil, fodder crop rotation, productivity, humus, crops, fertility.

УДК 633.521.: 631.582

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В СЕВООБОРОТАХ С КОРОТКОЙ РОТАЦИЕЙ

*Т.П. Сухопалова, к.с.-х.н., ФГБНУ Федеральный научный центр лубяных культур
г. Торжок, ул. Луначарского, 35, Российская Федерация, 172002, E: vniil.sekretar@mail.ru*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России
(Госзадание № 075-00859-19-00)*

Приведены результаты научных исследований по возделыванию льна-долгунца с учетом различных элементов агротехнологии в севооборотах с короткой ротацией в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ. Рассматривается дополнительное использование агротехнологических элементов для повышения плодородия почвы при возвращении льна-долгунца на одно и то же поле через более короткий промежуток времени. Для определения эффективности агротехнологических элементов сравнивали продуктивность трех севооборотов. В первом севообороте лен-долгунец высевали после предшественника ячменя три года подряд на одном и том же поле. Во втором – возделывали вико-овсяную смесь с поукосным выращиванием горчицы белой на зеленое удобрение, лен-долгунец, ячмень с внесением биофунгицида Стернифаг и лен-долгунец. В третьем – после предшественника горчицы белой на зеленый корм поукосно высевали горчицу белую на зеленое удобрение, лен-долгунец, ячмень и лен-долгунец. После предшественников вико-овсяной смеси и горчицы белой, убираемых на зеленый корм (севообороты 1 и 2) использование зеленой массы с промежуточного поукосного посева горчицы белой на удобрение увеличивало урожайность льнотресты и льносемян на 21-28 % относительно севооборота, где сидерат не применяли. Внесение зеленой массы горчицы белой на удобрение в севообороте 2 и биофунгицида после уборки ячменя оказало влияние на повышение урожайности льнотресты на 1,2 ц/га при сохранении ее качества по сравнению с вариантом, где биофунгицид не вносили. Продуктивность второго севооборота при комплексном использовании промежуточного посева горчицы белой и биофунгицида Стернифаг была выше в среднем на 13 ц з.е./га по сравнению с севооборотом, где повторно высевали лен-долгунец и на 5 ц з.е./га по сравнению с возделыванием его без биофунгицида.

На третий год посева льна-долгунца на одном и том же поле отмечалось снижение урожайности льноволокна на 0,3 – 0,8 ц/га, в том числе трепаного – на 1,6 – 1,7 ц/га по сравнению с выращиванием его во втором и третьем севооборотах.

Ключевые слова: лен-долгунец, севооборот с короткой ротацией, горчица белая, биофунгицид, урожайность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.06

Из-за повышения цен на удобрения, гербициды, снижения площади посева зерновых культур, измене-

ния специализации сельскохозяйственных предприятий встал вопрос о размещении льна-долгунца после новых