

УДК 631.416.4 + 631.82

DOI 10.18286/1816-4501-2019-1-45-51

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА ФОНЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

Кодчилова Наталья Александровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Комиссарова Вера Сергеевна, младший научный сотрудник

Нижегородский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, 607686, Нижегородская область, Кстовский район, с.п. Селекционной станции, 38. тел. (83145)65-376, e-mail: korchenkina.natalia@yandex.ru

Ключевые слова: светло-серая лесная почва, минеральные удобрения, известкование, калий, формы калия, баланс калия.

В длительном стационарном опыте на светло-серой лесной почве изучено влияние систематического применения минеральных удобрений и последствия различных доз известки на калийный режим и баланс этого элемента. Исследования проведены по схеме, включающей шесть градаций по фактору «известкование» с шагом 0,5 г.к. и четыре градации по фактору «NPK». Установлено, что за 40 лет пользования неудобряемая почва сохранила содержание подвижных форм калия на исходном уровне, внесение удобрений обеспечило увеличение его количества на 18-108 мг/кг. Учет последствий известкования не выявил четких закономерностей между дозой доломитовой муки и концентрацией K_2O в почве. Степень изменчивости содержания калия в почве, выражаемая коэффициентом вариации, составила 9,8-52,2% и, как правило, имела прямую зависимость с содержанием элемента (вариабельность в большинстве случаев увеличивалась по мере повышения обеспеченности почвы калием). Долевое участие легкоподвижного, обменного и необменного калия в формировании валовых запасов элемента составило 0,4, 1,2 и 7,5% соответственно. Длительное применение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания потенциально доступных для растений форм калия, количество которых значительно возросло с увеличением дозы удобрений. В вариантах с использованием максимальной опытной дозы минеральных удобрений сформировался положительный баланс калия.

Введение

Рациональное использование земельных ресурсов и расширенное воспроизводство плодородия почв является одной из основных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом Нижегородской области. В целом, агроклиматический потенциал Нижегородской области позволяет получать урожаи уровня 80-100 ц зерновых единиц с каждого гектара посевных площадей [1-3]. Однако, использование земель, которое сопровождается в последние десятилетия невысокими объемами применения минеральных и органических удобрений, химиче-

ских мелиорантов, низкой культурой земледелия, привело к истощению запасов некоторых элементов питания, росту кислотности почвы, развитию процессов дегумификации, наблюдающиеся в разных земледельческих зонах России.

Серьезное положение сложилось и в отношении калийного режима. Несмотря на то, что в настоящее время средневзвешенное значение данного показателя в пахотных почвах практически достигло пика, наблюдавшегося в 1985-1990 гг. (140 мг/кг почвы), данный факт не является следствием внесения удобрений: баланс калия в пахотных почвах Нижегородской

области в большинстве случаев отрицательный [4-7].

Применение удобрений способствует стабилизации калийного режима почвы. Многочисленные исследования, проведенные в различных почвенно-климатических зонах нашей страны, свидетельствуют, что при внесении калийных удобрений в дозах 90-130 кг действующего вещества на каждый гектар севооборотной площади количество водорастворимого калия увеличивается в среднем в 2-5 раз, обменного – на 30-50%, необменного – на 1-7% [8-12]. Вместе с тем, трансформация различных форм калия в почве во многом определяется генетическими их особенностями, дозами и продолжительностью применения калийных удобрений, уровнем азотно-фосфорного фона, биологическими особенностями возделываемых культур [13-14], вследствие чего обширная информация, полученная в разных частях огромной территории России, не может быть механически перенесённой на серые лесные почвы Волго-Вятского региона.

В связи с этим изучение влияния систематического применения минеральных удобрений и длительное последствие от разового известкования (непосредственно перед закладкой опыта) на калийное состояние светло-серой лесной легкосуглинистой почвы в условиях стационара Нижегородского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока – является весьма актуальным.

Цель исследований – выявить закономерности изменения калийного состояния светло-серых лесных легкосуглинистых почв в многолетнем стационарном опыте по изучению влияния систематического применения возрастающих доз минеральных удобрений на фоне учета последствие известкования для разработки приемов управления калийным режимом почв.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в длительном стационарном полевом опыте по схеме, включающей шесть градаций по фактору «известкование» с шагом 0,5 г.к. (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5) и четыре градации по фактору «NPK» (0, (NPK)₁, (NPK)₂, (NPK)₃). Средняя насыщенность минеральными удобрениями за ротацию составляет на фоне (NPK)₁ – N₃₅ P₄₁ K₅₈, на фоне (NPK)₂ – N₇₁ P₈₂ K₁₁₆, на фоне (NPK)₃ – N₁₀₆ P₁₂₃ K₁₇₄. Минеральные удобрения в опыте вносили ежегодно под предпосевную культивацию в виде аммиачной селитры, двойного суперфосфата, хлористого калия. Доломитовая мука внесена единожды (1978 г.) в начале ротации под вспашку.

Опыт заложен на светло-серой лесной легкосуглинистой почве в трехкратной повторности. Расположение вариантов опыта рендомизированное. Размер делянок в опыте составил 108 м², учетная площадь – 64 м².

На момент закладки опыта почва характеризовалась среднекислой реакцией (4,7 ед. рН_{KCl}), высокой для данного подтипа гидролитической кислотностью (Нг – 3,7 ммоль/100 г), низким содержанием гумуса (1,60 %), очень высокой обеспеченностью доступными растениям формами фосфора (252 мг/кг) и средней – калия (117 мг/кг). Почвенные образцы отбирали ежегодно после уборки выращиваемых культур.

Чередование культур в севообороте: ячмень, однолетние травы + лядвенец рогатый, лядвенец рогатый I г.п., лядвенец рогатый II г.п., лядвенец рогатый III г.п., озимая пшеница, картофель, кукуруза.

В опыте были сопряженно определены различные по доступности растениям формы калия: необменный (по методу Пчёлкина); подвижный (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91); обменный (по методу Масловой); легкоподвижный (ОСТ 10-271-2000). Отбор почвенных образцов для определения различных форм калия проведен в наиболее характерных вариантах опыта из слоев 0-20 и 20-40 см осенью 2015-2017 гг. сразу после уборки опытных культур.

Расчет баланса калия в почве подсчитан разностным методом – сопоставлением количества калия (П), внесенного с удобрениями и пожнивно-корневыми остатками, и его выноса культурами севооборота (В). В качестве интегрального показателя, характеризующего функционирование агроэкосистемы, использован коэффициент возмещения выноса или интенсивность баланса (И.Б.), которая определялась по формуле:

$$\text{И.Б. (\%)} = \text{П/Р} * 100$$

Статистическая обработка результатов проведена методом дисперсионного анализа с использованием статпакета STATIST.

Результаты исследований

Применение удобрений – это важнейший источник сохранения (увеличения) запасов в почве всех питательных элементов, в том числе калия. Исходя из отмеченного, важно отслеживать динамику содержания данного элемента в почве в зависимости от количества и соотношения вносимых удобрений. Результаты многолетних опытов для этих целей представляют очень большой научный интерес, поскольку позволя-

Таблица 1

Динамика содержания подвижного калия, мг/кг почвы, за ротацию севооборота (2010-2017 гг.)

Вариант	lim	M±m	V, %	lim	M±m	V, %
	слой 0-20 см			слой 20-40 см		
Контроль	99-134	114±10	9,8	80-169	106±29	27,6
Ca 0,5 г.к.	92-224	127±42	35,5	71-116	91±15	17,0
Ca 1,0 г.к.	87-186	125±29	24,6	75-187	99±37	37,1
Ca 1,5 г.к.	70-163	105±28	28,1	58-118	82±20	24,0
Ca 2,0 г.к.	80-135	123±31	26,4	50-140	84±30	35,9
Ca 2,5 г.к.	75-118	99±19	20,1	55-111	87±22	25,1
(NPK) ₁	98-226	147±38	27,6	69-211	115±46	40,5
Ca 0,5 г.к.	88-156	123±22	19,3	83-156	110±25	22,7
Ca 1,0 г.к.	102-190	136±25	19,2	69-208	136±55	40,6
Ca 1,5 г.к.	88-245	132±48	39,1	62-234	122±56	46,0
Ca 2,0 г.к.	116-192	147±32	23,1	78-214	122±49	40,5
Ca 2,5 г.к.	100-160	124±19	16,4	69-231	129±57	44,1
(NPK) ₂	129-243	174±36	22,4	92-223	141±45	31,9
Ca 0,5 г.к.	134-440	241±118	52,4	71-242	138±61	43,9
Ca 1,0 г.к.	154-246	184±38	22,1	79-226	145±59	41,0
Ca 1,5 г.к.	154-317	201±89	47,6	82-273	148±60	40,7
Ca 2,0 г.к.	131-270	170±43	27,3	87-208	139±42	30,3
Ca 2,5 г.к.	116-277	179±53	31,3	87-274	147±64	43,6
(NPK) ₃	137-360	230±62	29,0	137-245	191±36	18,6
Ca 0,5 г.к.	152-344	225±61	29,1	99-259	183±50	27,3
Ca 1,0 г.к.	180-406	249±75	32,2	120-236	168±39	23,0
Ca 1,5 г.к.	135-320	221±61	29,5	123-333	183±72	39,7
Ca 2,0 г.к.	128-253	190±42	23,7	83-240	153±56	36,7
Ca 2,5 г.к.	155-345	236±65	29,4	112-267	176±55	31,3

ют дать оценку не только действию удобрительных материалов, но и способности самой почвы поддерживать определенный уровень калия в доступной для растений форме.

Анализируя данные по динамике содержания подвижных соединений калия в почве, отмечаем следующее (табл. 1). Несмотря на длительную «эксплуатацию» почвы без внесения удобрений (контрольный вариант), существенного изменения обеспеченности почвы этим элементом в подвижной форме по сравнению с началом закладки опыта (1978 г.) выявлено не было. Вероятно, благодаря высокому общему запасу элемента, почва на данный момент сохранила способность поддерживать содержание подвижного калия на исходном уровне благодаря «перераспределению» между разными формами K_2O в почве. При этом, более высокой концентрация элемента была на фоне последствия $CaCO_3$ в дозах 0,5; 1,0; и 2,0 г.к. (123-127 мг/кг), а минимальной – на фоне максимальной дозы извести (99 мг/кг). Соответственно четкой зависимости между содержанием подвижных форм калия и последствием доломитовой муки не наблюдается.

Для калия характерна выраженная вариабельность его содержания в почве. Минимальная изменчивость характерна для контроля (9,8%), на известкованных фонах коэффициент вариации изменялся от 20,1 до 35,5%, что может свидетельствовать о выраженной динамике содержания элемента в почве в период 2010-2017 гг.

Среднее содержание калия в почве при использовании первой опытной дозы (насыщенность по севообороту 58 кг д.в./га) составило 135 мг/кг (повышенная обеспеченность), что на 20 мг/кг больше, чем в вариантах без внесения удобрений, и на 15% -превышает исходное содержание его в почве (1978 г.). Положительного эффекта от последствия известкования в целом выявлено не было. Достаточно выражена изменчивость концентрации доступного растениям калия по годам исследования, коэффициент вариации в зависимости от дозы доломитовой муки составил 16,4% ($CaCO_3$ 2,5 г.к.) – 39,1% ($CaCO_3$ 1,5 г.к.).

При повышенной дозе внесения калийных удобрений (насыщенность по севообороту 116 кг д.в./га) содержание элемента в почве достигло в среднем 191 мг/кг (высокая обеспеченность) с максимальным значением в варианте $CaCO_3$ 0,5 г.к. (241 мг/кг) и минимальным, практически равноценным (170-179 мг/кг) в вариан-

тах без известкования, а также на фоне доз 2,0 и 2,5 г.к. При высоких дозах калия (насыщенность по севообороту 174 кг д.в./га) содержание подвижных его форм в почве в среднем достигло 225 мг/кг, варьируя от 190 мг/кг ($CaCO_3$ 2,0 г.к.) до 249 мг/кг ($CaCO_3$ 1,0 г.к.). Изменения содержания K_2O в почве по годам было выраженным, коэффициент вариации составил 23,7-32,2%.

Обеспеченность почвы калием в слое почвы 20-40 см варьирует от средней до высокой, а в отдельные годы – от низкой до очень высокой и практически не зависит от последствия различных доз извести. Количество доступного растениям калия в этом слое в среднем на 37% ниже, чем в слое 0-20 см.

Систематическое внесение удобрений может оказывать существенное влияние на соотношение форм соединений калия в почве. При этом вектор направленности трансформационных процессов будет в значительной степени определяться дозами удобрений и продол-

Таблица 2

Влияние длительного применения минеральных удобрений и последствий различных доз извести на содержание форм калия, среднее за 2015-2017 гг.

Вариант опыта		Содержание форм калия, мг K ₂ O в 1 кг почвы					
		легкоподвижный		обменный		необменный	
Фон минеральных удобрений (фактор А)	Дозы СаСО ₃ , (фактор В)	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
Без удобрений	0	59	44	180	107	1170	1099
	0,5 г.к.	72	44	178	149	1393	1128
	1,0 г.к.	53	54	176	176	1081	1270
	2,0 г.к.	71	44	188	145	1565	1279
(NPK) ₂	0	131	87	300	255	1331	1511
	0,5 г.к.	112	79	289	210	1135	1315
	1,0 г.к.	120	70	315	222	1491	1216
	2,0 г.к.	154	95	333	242	1417	1167
(NPK) ₃	0	207	108	420	285	1574	1522
	0,5 г.к.	147	181	299	322	1627	1547
	1,0 г.к.	190	140	340	333	1751	1555
	2,0 г.к.	131	96	278	238	1320	1369
НСР ₀₅ по факторам	А	8	6	18	22	77	76
	В	10	9	23	20	85	84

жительностью их использования. Изменение содержания калия во времени при систематическом внесении различных доз минеральных удобрений и длительного последствия известкования в 2015-2017 гг. в наиболее характерных вариантах опыта отражено в таблице 2.

Представленные данные свидетельствуют, что изучаемые средства химизации оказали значительное влияние на содержание в почве подвижных, обменных и необменных форм калия. По мнению ученых, удобрения повышают содержание различных форм калия не только потому, что являются источником доступных растениям элементов питания, но и благодаря их влиянию на состав почвенно-поглощающего комплекса, структурно-агрегатный состав и азотный фонд почвы [15].

В вариантах без внесения удобрений на фоне последствия различных доз извести содержание легкоподвижного и обменного калия, представляющих ближайший его резерв для потребления растениями, сохранилось практически на исходном уровне. Систематическое применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания данных групп элемента, при этом размеры накопления зави-

сели от дозы K₂O в составе NPK. Так, количество легкоподвижных и обменных соединений калия за годы исследований увеличилось соответственно на 72 и 120 мг/кг на фоне (NPK)₂ и на 148 и 240 мг/кг на фоне (NPK)₃. При оценке последствия различных доз извести при систематическом применении удобрений существенного влияния на изменение рассматриваемых групп калия в почве не выявлено.

В результате проведенных исследований установлено, что доля обменных соединений калия в верхнем горизонте почвы существенно возрастала при увеличении дозы минеральных удобрений.

Как видно из таблицы 2, содержание необменного калия в светло-серой лесной почве изучаемых вариантов высокое. Оно колеблется от 1081 до 1751 мг/кг почвы в верхнем горизонте (0-20 см) и от 1099 до 1555 мг/кг – в слое почвы 20-40 см. Максимальным содержанием данной группы соединений калия в исследуемых горизонтах почвы характеризовался вариант (NPK)₃ на фоне последствия извести в дозе 1,0 г.к.

Существенное значение для обоснования наиболее эффективных уровней применения калийных удобрений и целенаправленного регулирования почвенного плодородия имеют балансовые расчеты. Изменение баланса калия в светло-серой лесной легкосуглинистой почве на фоне длительного применения минеральных удобрений и последствия различных доз извести представлено в таблице 3.

Проведенные расчеты подтвердили, что длительная эксплуатация естественного плодородия почвы без использования удобрений привела к формированию в агроценозе резко отрицательного баланса калия. Последствие различных доз извести без внесения минеральных удобрений не обеспечило пополнения почвенных запасов калия – дефицит баланса калия за первую ротацию севооборота составил -140,5...-266,4 кг/га.

Поступление элемента в составе первой опытной дозы минерального удобрения не компенсировало вынос калия с растущим урожаем, в результате чего потери элемента за первую ротацию составили -114,7...-154,2 кг/га (различия от последствия извести отсутствовали). Превышение поступления калия со второй опытной дозой удобрений над его расходом на формирование урожая позволило обеспечить положительный баланс подвижных форм калия на фоне СаСО₃ 1,5, 2,0 и 2,5 г.к. в среднем на 63,9 кг/га.

Профицит баланса калия за первую ро-

Таблица 3

Влияние удобрений и последствий известкования на изменение баланса калия в светло-серой лесной почве по ротациям севооборота

Вариант опыта		Поступило K_2O , кг/га	Вынос за севооборот, кг/га	Дефицит (профицит) баланса	
Фон минеральных удобрений (фактор А)	Дозы $CaCO_3$, (фактор В)			кг/га	И.Б., %
Контроль	0	119,3*/155,0**	286,8/358,6	167,5/203,6	41,6/43,2
	0,5 г.к.	167,0/130,7	307,5/367,3	140,5/236,6	54,3/35,6
	1,0 г.к.	136,6/159,1	323,4/392,2	186,8/233,1	42,2/40,6
	1,5 г.к.	226,9/168,7	459,5/364,9	232,6/196,2	49,4/46,2
	2,0 г.к.	215,9/200,8	414,6/412,4	198,7/211,6	52,1/48,7
	2,5 г.к.	233,3/158,9	499,7/366,0	266,4/207,1	46,7/43,4
(NPK) ₁	0	410,3/450,7	518,5/564,9	108,2/114,2	79,1/79,8
	0,5 г.к.	448,9/408,3	567,3/575,5	118,4/167,2	79,1/70,9
	1,0 г.к.	489,7/467,0	604,4/596,2	114,7/129,2	81,0/78,3
	1,5 г.к.	477,7/438,7	596,6/585,9	118,9/147,2	80,1/74,9
	2,0 г.к.	434,7/400,8	588,9/514,5	154,2/113,7	73,8/77,9
	2,5 г.к.	406,5/428,7	554,1/578,9	147,6/150,2	73,4/74,1
(NPK) ₂	0	778,9/744,7	769,3/801,1	+9,6/56,4	101,2/93,0
	0,5 г.к.	800,5/789,9	812,6/826,7	12,1/36,8	98,5/95,5
	1,0 г.к.	750,6/765,3	789,3/830,3	38,7/65,0	95,1/92,2
	1,5 г.к.	824,7/800,9	750,5/844,4	+74,2/43,5	109,9/94,8
	2,0 г.к.	867,0/800,0	773,1/812,0	+93,9/12,0	112,1/98,5
	2,5 г.к.	835,4/876,9	811,8/849,6	+23,6/+27,3	102,9/103,2
(NPK) ₃	0	1200,8/1178,9	780,5/734,9	+420,3/+444,0	153,9/160,4
	0,5 г.к.	1176,5/1206,8	855,3/844,5	+321,2/+362,3	137,6/142,9
	1,0 г.к.	1225,7/1102,7	891,8/811,4	+333,9/+291,3	137,4/135,9
	1,5 г.к.	1215,7/1198,3	877,0/845,8	+338,7/+352,5	138,6/141,7
	2,0 г.к.	1303,8/1267,5	805,9/820,3	+497,9/+447,2	161,8/154,5
	2,5 г.к.	1266,5/1395,0	814,4/897,8	+452,1/+497,2	155,5/155,4

* - за I ротацию севооборота (1978-1985 гг.); ** - за V ротацию севооборота (2010-2017 гг.)

тацию севооборота сложился при поступлении K_2O в почву в составе максимальной опытной дозы минерального удобрения с превышением опытных вариантов над контролем в среднем в 4-5 раза. При этом интенсивность баланса не зависела от последствий различных доз известки и составила в среднем по вариантам 147,5%.

После завершения пятой ротации полевого севооборота (40 лет) в контрольном варианте, а также на фоне последствий известкования без использования удобрений зафиксировано снижение баланса калия относительно первой ротации на 5 кг/га. При внесении NPK со среднегодовой дозой K_2O 58 кг д.в./га (первая опытная доза) баланс калия не зависел от последствий различных доз известки и оставался дефицитным. Однако интенсивность баланса в вариантах «NPK + известка» в пятой ротации севооборота оказалась выше как по отношению

к контролю, так и в сравнении с аналогичными вариантами в первой ротации.

Увеличение дозы калия в составе NPK до 116 кг д.в./га (вторая опытная доза) не позволило покрыть его вынос с основной и побочной продукцией, в результате чего баланс K_2O в данных вариантах оказался отрицательным. Исключением явился вариант (NPK)₂ на фоне $CaCO_3$ 2,5 г.к., на котором зафиксирован слабopоложительный баланс калия (+27,3 кг/га). Таким образом, при возделывании культур, отличающихся повышенным выносом калия (например, картофель и кукуруза согласно севообороту в опыте), он может лимитировать урожайность даже на фоне средней опытной дозы минерального удобрения.

Положительный баланс калия со средней интенсивностью 148,5% сформировался в вариантах с использованием третьей опытной дозы

минеральных удобрений. Различия от последнего действия известны во всех вариантах опыта отсутствовали.

Выводы

Обобщая результаты исследований, можно отметить, что использование пашни для возделывания сельскохозяйственных культур восьмипольного севооборота с тремя полями многолетних трав (лядвенец рогатый) в варианте без внесения удобрений не привело к значительным изменениям содержания подвижных форм калия в слое 0-20 см. Внесение минеральных удобрений при насыщенности K_2O 58; 116 и 174 кг/га обеспечивало увеличение содержания в почве данного элемента в среднем на 18-108 мг/кг. Коэффициент вариации данной формы калия в почве в зависимости от изучаемых факторов в период 2010-2017 гг. составлял 9,8-56,9%. Последствие доломитовой муки имело неустойчивый характер. Концентрация анализируемого элемента в слое почвы 20-40 см была незначительно ниже, чем в слое 0-20 см, и имела те же тенденции зависимости от изучаемых факторов (последствие известкования и систематическое внесение возрастающих доз минеральных удобрений), что и в пахотном слое.

Внесение минеральных удобрений способствовало повышению количества легкоподвижного калия более чем в 2 раза на фоне двойной дозы минеральных удобрений и более чем в 3 раза при использовании максимальной дозы NPK. Длительное применение минеральных удобрений привело к значительному увеличению их количества как в слое почвы 0-20 см, так и в слое 20-40 см.

Стабильно положительный баланс калия за 5 ротаций севооборота, насыщенного культурами с повышенным отчуждением данного элемента (картофель, кукуруза, лядвенец рогатый), сформировался лишь при максимальной дозе применения K_2O – 178 кг д.в./га. Известкование, как в прямом действии (1-я ротация севооборота), так и в последствии (5-я ротация) значимого действия на интенсивность баланса калия в почве не оказало.

Библиографический список

1. Титова, В.И. Фосфор в земледелии Нижегородской области / В.И. Титова, О.Д. Шафранов, Л.Д. Варламова. - Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 219 с.
2. Борисова, Е.Е. Влияние сельскохозяйственных культур и сидерации на урожайность яровой пшеницы на светло-серых лесных почвах Нижегородской области / Е.Е. Борисова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. - № 8. - С. 61-64.
3. Ашаева, О.В. Влияние сорта на урожайность зерна яровой твердой пшеницы в условиях Большеболдинского ГСУ Нижегородской области / О.В. Ашаева, В.Н. Шахалова, О.Н. Баландина // Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – 2013. – Том 3. – С. 224-229.
4. Абрамов, А.И. Состояние плодородия пахотных земель в Нижегородской области / А.И. Абрамов, Е.А. Крымова // Актуальные проблемы земледелия Евро-Северо-Востока РФ. – Н. Новгород: Изд-во Дятловы горы, 2013. – С. 15-23.
5. Минеев, В.Г. Проблема калия в современном земледелии / В.Г. Минеев // Плодородие. – 2002. -№ 1. – С.15-18.
6. Сизова, Ю.В. Анализ химического состава почвы Нижегородской области / Ю.В. Сизова, Е.Е. Борисова, Д.А. Тараканова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. - № 2. – С. 46-68.
7. Корченкина, Н.А. Влияние длительного последствия известкования и систематического применения удобрений на агрохимические свойства светло-серой лесной почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур / Н.А. Корченкина, В.С. Комиссарова // Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг.: сборник трудов конференции 16-17 апреля 2018г. – М.: ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2018. – С. 139-152.
8. Корченкина, Н.А. Влияние минеральных удобрений и последствия известкования на динамику содержания подвижных форм калия в светло-серой лесной почве / Н.А. Корченкина, Р.М. Махалов // Плодородие. – 2015. – № 6. – С. 8-10.
9. Афанасьев, Р.А. Содержание подвижного калия в почвах при длительном применении удобрений / Р.А. Афанасьев, Г.Е. Мерзлая // Агрохимия. - 2013. - № 6. -С. 5-11.
10. Влияние калийных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и калийное состояние почв Нижегородской области / Е.Г. Тюрникова [и др.] // Агрохимический вестник. – 2011. – № 2. - С. 10-12.
11. Володина, Т.И. Влияние систем удобрения на содержание подвижного фосфора и обменного калия в дерново-слабоподзоленной почве / Т.И. Володина, А.И. Макарова // Агрохи-

мия. - 2010. - № 9. - С. 31-35.

12. Влияние длительного применения удобрений на динамику калия в зерносвекловичном севообороте / В.В. Никитин [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. - № 8. – С.45-47.

13. Давлятшин, И.Д. Калий в пахотных почвах лесостепи / Л.Д. Давлятшин, А.А. Лукманов, А.Н. Бадиков // Плодородие. - 2013. - № 2. – С. 27-28.

14. Карабутов, А.П. Влияние элементов агротехнологии на калийный режим почвы в длительных опытах / А.П. Карабутов, Г.И. Уваров // Научные ведомости. – 2015. - № 3. – С. 125-132.

15. Якименко, В.Н. Оценка и регулирование калийного состояния пахотных почв / В.Н. Якименко // Теория и практика современной аграрной науки: сборник национальной всероссийской научной конференции. – Новосибирск: НГАУ, 2018. - С. 97-101.

PRINCIPLES OF POTASSIUM STATE CHANGE OF LIGHT GRAY FOREST SOIL IN CASE OF LONG TERM APPLICATION OF CHEMICALS

Kodochilova N.A., Komissarova V.S.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Agricultural Research Center of the Northeast, 607686, Nizhny Novgorod region, Kostovsky district, Selektionnaya Station, 38; tel.: (83145) 65-376, e-mail: korchenkina.natalia@yandex.ru

Key words: light gray forest soil, mineral fertilizers, liming, potassium, potassium forms, potassium balance.

The influence of systematic application of mineral fertilizers and the aftereffects of various doses of lime on potassium regime and the balance of this element has been studied in a long-term stationary experiment on light gray forest soil. The studies were conducted according to a scheme including six gradations according to the "liming" factor with a step of 0.5 g. and four gradations according to the "NPK" factor. It was established that non-fertilized soil retained the content of mobile forms of potassium at initial level over 40 years of use, fertilizer application provided an increase in its amount by 18-108 mg / kg. Studies of liming consequences did not reveal any clear patterns between the dose of dolomite flour and the concentration of K₂O in the soil. The degree of variability in the potassium content in the soil, expressed by the coefficient of variation, was 9.8–52.2% and, as a rule, was directly related to the element content (variability in most cases increased as the availability of potassium soil increased). The share of lightly mobile, exchangeable and non-exchangeable potassium in formation of gross reserves of the element was 0.4, 1.2 and 7.5%, respectively. Long-term use of mineral fertilizers contributed to an increase in the content of potassium forms potentially available to plants, the amount of which increased significantly with an increase in the dose of fertilizers. A positive potassium balance was formed in the variants with application of the maximum experimental dose of mineral fertilizers.

Bibliography

1. Titova, V.I. Phosphorus in agriculture of Nizhny Novgorod region / V.I. Titova, O.D. Shafronov, L.D. Varlamova. - N. Novgorod: Volgo-Vyatka Academy of Public Administration Publishing House, 2005. - 219 p.
2. Borisova, E.E. The impact of crops and green manure on spring wheat yield on light gray forest soils of Nizhny Novgorod region / E.E. Borisova // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. - 2014. - № 8. - P. 61-64.
3. Ashaeva, O.V. The influence of the variety on grain yield of spring hard wheat in the conditions of Bolsheboldinsky State Variety Test Plot of Nizhny Novgorod region / O.V. Ashaeva, V.N. Shakhlova, O.N. Balandina // Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. - 2013. - Volume 3. - P. 224-229.
4. Abramov, A.I. State of fertility of arable land in Nizhny Novgorod region / A.I. Abramov, E.A. Krymova // Current problems of agriculture of the Euro-North-East of the Russian Federation. - N. Novgorod: Dyatlov Mountains Publishing House, 2013. - P. 15-23.
5. Mineev, V.G. The problem of potassium in modern agriculture / V.G. Mineev // Fertility. - 2002. - № 1. - P.15-18.
6. Sizova, Yu.V. Analysis of the chemical soil composition of Nizhny Novgorod region / Yu.V. Sizova, E.E. Borisova, D.A. Tarakanova // Vestnik of Michurinsky State Agrarian University. - 2018. - № 2. - P. 46-68.
7. Korchenkina, N.A. The effect of long-term liming consequences and the systematic application of fertilizers on the agrochemical properties of light-gray forest soil and crop productivity / N.A. Korchenkina, V.S. Komissarova // Results of the implementation of the program of basic scientific research of state academies for 2013–2020: collection of conference proceedings April 16–17, 2018. - M.: URSRI of agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, 2018. - P. 139-152.
8. Korchenkina, N.A. The effect of mineral fertilizers and liming aftereffect on the dynamics of content of mobile forms of potassium in light gray forest soil / N.A. Korchenkina, R.M. Makhalov // Fertility. - 2015. - № 6. - P. 8-10.
9. Afanasyev, R.A. Content of mobile potassium in soils in case of long-term use of fertilizers / R.A. Afanasyev, G.E. Merzlaya // Agrochemistry. - 2013. - № 6. - P. 5-11.
10. The effect of potassium fertilizers on crop yields and soil potassium state of Nizhny Novgorod region / Ye.G. Tyurnikova [et al.] // Agrochemical vestnik. - 2011. - № 2. - P. 10-12.
11. Volodina, T.I. The influence of fertilizer systems on the content of mobile phosphorus and exchange potassium in sod-weakly podzolized soil / T.I. Volodina, A.I. Makarova // Agrochemistry. - 2010. - № 9. - P. 31-35.
12. The effect of long-term use of fertilizers on dynamics of potassium in the grain-beetroot crop rotation / V.V. Nikitin [et al.] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. - 2012. - № 8. - P.45-47.
13. Davlyatshin, I.D. Potassium in arable soil of the forest-steppe / L.D. Davlyatshin, A.A. Lukmanov, A.N. Badikov // Fertility. - 2013. - № 2. - P. 27-28.
14. Karabutov, A.P. The influence of elements of agrotechnology on potassium soil regime in long-term experiments / A.P. Karabutov, G.I. Uvarov // Scientific statements. - 2015. - № 3. - P. 125-132.
15. Yakimenko, V.N. Evaluation and regulation of potassium state of arable soil / V.N. Yakimenko // Theory and practice of modern agrarian science: a collection of national All-Russian scientific conference. - Novosibirsk: NSAU, 2018. - P. 97-101.