

AGROCHEMICAL EVALUATION OF THE APPLICATION OF MICRO- AND MACRONUTRIENT FERTILIZERS IN CULTIVATION OF SUGAR BEET ON LEACHED CHERNOZEM SOIL OF WESTERN CISCAUCASIA

V.V. Drozdova, I.A. Buldykova, A.H. Sheudzhen
Kuban state agrarian university named after I. A. Trubilin, Kalinina ul. 13, 350043 Krasnodar, Russia,
e-mail: drozdova2012.d@yandex.ru

Here are shown the results of three year long research on leached chernozem of the Western Ciscaucasia of effect of macro- and micro-nutrient fertilizers on yield and quality of sugar beet root crops hybrid Nero in the 11-field grain-grass-tilled crop rotation. As the result of research, we have detected the positive influence on content of nitrogen, phosphorous and potassium in plants of sugar beet, yield and sugar level of root crop. The greatest agrochemical effect has been obtained with application of N80P80K80 norms. The yield of beet root crops and amounts of sugar exceeded control by 171.4 and 53.2 c/ha. Microelements, which were included in the fertilizing system of sugar beet, have increased the productivity by 5.4–28.6 c/ha or by 0.9–4.6% compared to background variant N80P80K80. Out of all researched microelements, the most significant effect has shown the variant with foliar fertilizing of plants with boron. Productivity in the variant has been increased by 28.6 c/ha compared to background variant. Foliar fertilizing with molybdenum, copper, manganese and microfertilizers has increased sugar content in roots by 0.1–0.2%, and with boron – by 0.4% and was the maximum.

Keywords: sugar beet, leached chernozem, macroelements, microelements, mineral fertilizers, fertilizing norm, foliar plant fertilizing, productivity, sugar content, sugar yield.

УДК 631.82:631.95:631.445.4 / 452(470.62/.67)

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ 30-ЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Н.Н. Шаповалова, Е.И. Годунова, д.с.-х.н., Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр
Россия, 356241, Ставропольский край, Шпаковский район, г. Михайловск, ул. Никонова, 49
e-mail: schapovalova.nadejda@yandex.ru

Обсуждаются результаты исследований по влиянию последействия длительного внесения минеральных удобрений на основные агрохимические свойства и продуктивность чернозема, вынос фосфора и калия культурами севооборота. Проведено сравнение показателей плодородия почвы после 30 лет применения и через 11 лет после прекращения использования удобрений. Показано, что минеральные удобрения не только улучшают пищевой режим и снижают потери гумуса, но и повышают актуальную кислотность почвенного раствора и доступность почвенных резервов элементов питания. Установлено, что в период последействия удобрений по сравнению с прямым действием доля остаточного фосфора в формировании продуктивности культур севооборота возрастает в 1,2-1,6 раза, азота удобрений – в 3,9-14,5 раз. Это свидетельствует о важной роли плодородия почвы в увеличении урожайности культур.

Ключевые слова: минеральные удобрения, последействие, гумус, реакция среды, подвижный фосфор, доступный калий, продуктивность севооборота, чернозем обыкновенный.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.106.03

Среди основополагающих факторов высокопродуктивного сельскохозяйственного производства большое значение имеет агрохимическое состояние земельных ресурсов. Для обыкновенных чернозёмов Центрального Предкавказья характерны слабощелочная (ближе к нейтральной) реакция почвенного раствора и достаточно благоприятные агрофизические свойства. Однако, как и значительная часть почв на территории страны, они испытывают острый недостаток в подвижных формах питательных элементов, прежде всего фосфора [1]. Интенсивный рост производства и потребления минеральных удобрений в 80-е годы прошлого столетия способствовал существенному повышению обеспеченности почв элементами питания, что вывело растениеводческую отрасль на новый, более высокий уровень производства. В этот период исследования ученых-агрохимиков были направлены на изучение агрономической и экономической эффективности использования разных видов и доз удобрительных средств, а также на их влияние на параметры плодородия в соответствии с почвенно-климатическими особенностями отдельных регионов [2-4]. С конца прошлого столетия чрезвычайно актуальной стала другая альтернативная проблема – утрата почвой пло-

дородия, что связано с сокращением объемов применения удобрений в новых экономических условиях. Формирование урожая культур в таком случае может происходить за счет расходования почвенных резервов элементов питания и привести к деградации почвы, снижению продуктивности и устойчивости земледелия.

Наиболее полную информацию о влиянии удобрений на агрохимическое состояние почвы и продуктивность севооборота дают исследования, проводимые в стационарных опытах, заложенных ещё в период интенсивной химизации сельского хозяйства. Длительное внесение питательных элементов в разных дозах и соотношениях приводит к разделению вариантов по агрохимическим свойствам почвы. Это даёт возможность объективно оценить изменения свойств почвы с разным уровнем эффективного плодородия после прекращения использования удобрительных средств.

Цель исследований – изучить влияние длительного применения и последействия минеральных удобрений на агрохимические свойства чернозема обыкновенного и продуктивность полевого севооборота в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Методика. Исследования выполнены в трёхфакторном опыте, заложенном в 1975 г. в лаборатории агрохимии Ставропольского НИИСХ. Изучали влияние систематического внесения высоких доз минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, плодородие почвы и качество продукции. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный мощный малогумусный тяжелосуглинистый на карбонатных лессовидных суглинках. Перед закладкой опыта основные агрохимические свойства почвы характеризовались следующими показателями: рН_{вод.} 7,3; гумус – 4,3%, подвижный фосфор и калий, соответственно, 12,9 и 184 мг/кг.

Схемой опыта предусматривалось внесение разных видов простых удобрений в возрастающих дозах отдельно и на фоне двух других элементов питания по 120 кг д.в/га каждого. В качестве удобрений использовали аммиачную селитру, суперфосфат и 40 %-ную калийную соль, которые в течение первых трех ротаций севооборота вносили ежегодно перед посевом культуры, исключая поле чистого пара. С 1993 по 1995 г. удобрения не применяли, а с осени 1996-1998 г. по весну 2005-2007 г. вносили только фосфорное и азотное удобрения по прежней схеме. За 30 лет прямого действия удобрений проведено 21-кратное наложение азотного и фосфорного и 15-кратное калийного удобрения. По вариантам опыта суммарно было внесено 630-3780 кг/га азота, 630-3780 фосфора и 450-2700 кг/га калия. Прямое действие удобрений изучали в шестипольном полевом севообороте, который в первых трёх ротациях был развернут по схеме: 1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – озимая пшеница; 4 – кукуруза на силос; 5 – озимая пшеница; 6 – овёс (яровой ячмень). В IV и V ротациях кукуруза была заменена занятым паром. С 2006 г. проводятся наблюдения за последствием удобрений. В этот период культуры чередовались следующим образом: 1 – чистый пар; 2 – ози-

мая пшеница; 3 – озимый ячмень; 4 – соя; 5 – яровой ячмень; 6 – лен; 7 – озимая пшеница; 8 – чистый пар; 9 – озимая пшеница; 10 – горох; 11 – озимая пшеница. Площадь опытной делянки 75 м², уборочная площадь 22 м². Повторность вариантов на каждом поле четырехкратная. Для лабораторного анализа проб почвы использовали потенциометрический метод (рН), метод мокрого сжигания по И.В. Тюрину (гумус), вытяжку 1%-ного раствора карбоната аммония по Мачигину (подвижные фосфор и калий).

Результаты и их обсуждение. Длительное применение минеральных удобрений привело к существенному изменению основных агрохимических свойств пахотного слоя чернозема, что оказало заметное влияние на его продуктивность. В зависимости от вида и дозы удобрения активная кислотность почвенного раствора увеличилась на 0,19-0,50 ед. относительно контроля и на 0,27-0,77 ед. рН относительно исходного уровня (табл. 1). Почва во всех вариантах опыта, в том числе и при внесении одного суперфосфата, из слабощелочной (рН 7,3) перешла в категорию с нейтральной реакцией среды (рН 6,53-7,00). Наибольшие изменения отмечены при внесении повышенных доз азота, как отдельно, так и совместно с фосфорным и калийным удобрениями – N₉₀₋₁₅₀, N₁₂₀P₃₀₋₁₅₀K₁₂₀. За 11 лет последствия удобрений на контроле реакция почвенного раствора сохранилась на прежнем уровне. Вместе с тем, в вариантах отдельного внесения азота и фосфора наметилась тенденция к дальнейшему увеличению актуальной кислотности почвы. Это может быть связано как со снижением буферной способности почвы в целом, так и с повышенной влагообеспеченностью последних лет проведения опыта и с вымыванием карбонатов кальция в нижние слои почвы. Значения рН в этих вариантах опыта оказались ниже контроля на 0,39-0,73 ед.

1. Реакция почвенного раствора и содержание гумуса в слое 0-20 см после 30 лет действия и 11 лет последствия удобрений (в среднем за 2007-2018 гг.)

Вариант опыта	Реакция среды					Гумус				
	после 30 лет действия		через 11 лет последствия		разность*	после 30 лет действия		через 11 лет последствия		разность*
	рН	± к контролю	рН	± к контролю		%	± к контролю	%	± к контролю	
Контроль	7,03		7,06		0,03	3,38		3,27		-0,11
N ₃₀	6,92	-0,11	6,78	-0,28	-0,14	3,63	0,25	3,56	0,29	-0,07
N ₆₀	6,87	-0,16	6,33	-0,73	-0,54	3,89	0,51	3,56	0,29	-0,33
N ₉₀	6,61	-0,42	6,37	-0,69	-0,24	3,61	0,23	3,47	0,20	-0,14
N ₁₅₀	6,64	-0,39	6,65	-0,41	0,01	3,48	0,10	3,50	0,23	0,02
P ₃₀	7,00	-0,03	6,66	-0,40	-0,34	3,53	0,15	3,84	0,57	0,31
P ₆₀	6,84	-0,19	6,47	-0,59	-0,37	3,68	0,30	3,88	0,61	0,20
P ₉₀	6,82	-0,21	6,67	-0,39	-0,15	3,73	0,35	3,87	0,60	0,14
P ₁₅₀	6,78	-0,25	6,39	-0,67	-0,39	3,84	0,46	3,87	0,60	0,03
P ₃₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	6,61	-0,42	6,81	-0,25	0,20	3,84	0,46	3,71	0,44	-0,13
P ₆₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	6,67	-0,36	6,99	-0,07	0,32	3,73	0,35	3,68	0,41	-0,05
P ₉₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	6,64	-0,39	6,63	-0,43	-0,01	3,76	0,38	3,64	0,37	-0,12
P ₁₅₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	6,53	-0,50	6,65	-0,41	0,12	3,82	0,44	3,76	0,49	-0,06
НСП ₀₅		0,19		0,39			0,19		0,19	

*Изменение за 11 лет последствия (разность значений рН пункты 2 и 4, гумус – 7 и 9).

За время проведения исследований положительное влияние удобрений на количество гумуса в слое 0-20 см выразилось в меньших его потерях в сравнении с неудобрённой почвой. За 30-летний период использования чернозема без удобрений (контроль) содержание гумуса снизилось, была утрачена пятая часть его исходного количества – 0,92% (табл. 1).

Минимальные потери гумуса отмечены при внесении полного минерального удобрения. Это связано с форми-

рованием самого высокого урожая возделываемых культур и накоплением большего количества корневых и пожнивных остатков. Положительное влияние на сохранение гумуса почвы оказало также отдельное применение фосфорного удобрения (P₆₀₋₁₅₀) и азота в невысокой дозе (N₃₀₋₆₀). Анализ почвы, отобранной через 11 лет последствия удобрений, показал, что в удобренных вариантах содержание гумуса практически не изменилось и, по-прежнему, соответствовало уровню на 0,20-0,61%

превышающему контрольный. Максимальному сохранению гумуса в период последствия удобрений способствовало длительное внесение фосфорного удобрения. В этом случае гумуса было больше на 0,57-0,61%. Результаты более ранних исследований показали, что внесение суперфосфата способствовало увеличению запасов поглощенного кальция в слое 0-60 см и образованию наиболее устойчивых к минерализации гумусовых веществ – гуматов кальция [5, 6].

Применение фосфорного удобрения (21 раз) привело к значительному накоплению остаточных фосфатов в пахотном слое чернозема. В сравнении с контролем количество подвижных форм увеличилось как при внесении одного фосфора так и на фоне N₁₂₀K₁₂₀ (табл. 2). Улучшение фосфатного режима отмечено также и при использовании азотного удобрения, что связано с повышением подвижности слаборастворимых соединений фосфора почвы в результате их кислотного гидролиза. За 11 лет последствия применения одного фосфорного

удобрения убыль количества остаточных фосфатов в слое 0-20 см в среднем в год составила 0,9-2,8 мг/кг (табл. 3). При этом среднегодовой прирост выноса P₂O₅ относительно контроля находился в пределах 7,5-12,4 кг/га. Это свидетельствует о том, что при формировании прибавки урожая доля запасов остаточного фосфора пахотного слоя составила 27,0-52,9%. В оставшейся части прибавки урожая участвовал как подвижный фосфор нижних слоёв почвы, так и других менее доступных форм. В вариантах последствия внесения фосфорного удобрения на фоне N₁₂₀K₁₂₀ доля остаточных фосфатов слоя в получении дополнительного урожая была более высокой – в пределах 42,3-63,1%.

Длительное отдельное внесение фосфорного удобрения в высокой дозе (P₆₀₋₁₅₀) привело к накоплению такого значительного количества остаточных фосфатов в пахотном слое почвы, что даже через 11 лет со времени прекращения внесения фосфора оно превысило контроль на 30,7-42,7 мг/кг, или 168-233%.

2. Содержание подвижных форм калия и фосфора в слое 0-20 см после 30 лет действия и 11 лет последствия удобрений (в среднем за 2007-2018 гг.)

Вариант опыта	P ₂ O ₅					K ₂ O				
	после 30 лет действия		через 11 лет последствия		разность*	после 30 лет действия		через 11 лет последствия		разность*
	мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю		мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю	
Контроль	18,0		18,3		0,3	237		227		-10
N ₃₀	21,4	3,4	17,9	-0,4	-3,5	218	-19	225	-2	7
N ₆₀	22,9	4,9	20,5	2,2	-2,4	208	-29	222	-5	14
N ₉₀	23,4	5,4	21,6	3,3	-1,8	218	-19	225	-2	7
N ₁₅₀	23,9	5,9	23,4	5,1	-0,5	215	-22	198	-29	-17
P ₃₀	42,3	24,3	26,6	8,3	-15,7	195	-42	218	-9	23
P ₆₀	58,5	40,5	49,0	30,7	-9,5	207	-30	210	-17	3
P ₉₀	66,8	48,8	54,3	36,0	-12,5	197	-40	202	-25	5
P ₁₅₀	90,8	72,8	61,0	42,7	-29,8	186	-51	221	-6	35
P ₃₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	37,2	19,2	22,7	4,4	-14,5	217	-20	226	-1	9
P ₆₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	52,2	34,2	24,0	5,7	-28,2	217	-20	206	-21	-11
P ₉₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	65,5	47,5	36,0	17,7	-29,5	208	-29	206	-21	-2
P ₁₅₀ +N ₁₂₀ K ₁₂₀	79,2	61,2	48,4	30,1	-30,8	205	-32	214	-13	9
НСП ₀₅		9,8		11,6			20		29	

*Изменение за 11 лет последствия (разность значений P₂O₅ пункты 2 и 4, K₂O – 7 и 9).

3. Вынос фосфора и изменение содержания подвижного фосфора в слое почвы 0-20 см за 11 лет последствия минеральных удобрений, кг P₂O₅/га

Вариант опыта	Вынос фосфора			Изменение подвижного фосфора			Использовано из других слоёв и форм	
	всего	в среднем в год	± к контролю	всего	в среднем в год	± к контролю	всего	в среднем в год
Контроль	226,2	20,6		+0,7	0,06		226,9	20,6
N ₃₀	242,5	22,1	+1,5	-8,4	-0,8	-0,86	234,1	21,3
N ₆₀	270,0	24,5	+3,9	-5,8	-0,5	-0,56	264,2	24,0
N ₉₀	277,3	25,2	+4,6	-4,3	-0,4	-0,46	273,0	24,8
N ₁₅₀	333,1	30,3	+9,7	-1,2	-0,1	-0,16	331,9	30,2
P ₃₀	308,8	28,1	+7,5	-37,8	-3,4	-3,46	271,0	24,6
P ₆₀	314,1	28,6	+8,0	-22,9	-2,1	-2,16	291,2	26,5
P ₉₀	326,0	29,6	+9,0	-30,1	-2,7	-2,76	295,9	26,9
P ₁₅₀	363,3	33,0	+12,4	-71,8	-6,5	-6,56	291,5	26,5
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₂₀	311,8	28,3	+7,7	-34,9	-3,2	-3,26	276,9	25,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	346,3	31,5	+10,9	-68,0	-6,2	-6,26	278,3	25,3
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	340,9	31,0	+10,4	-71,1	-6,5	-6,56	269,8	24,5
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	362,4	32,9	+12,3	-74,2	-6,8	-6,86	288,2	26,2

По окончании 30-летнего периода изучения действия удобрений практически во всех вариантах опыта отмечалось снижение количества подвижного калия относительно контроля на 8,4-21,5%. К наиболее заметным

изменениям в содержании калия привело длительное внесение одного фосфорного удобрения. Отклонение составило 12,7-21,5%. Через 11 лет последствия удобрений достоверных различий в содержании калия на контроле и в удобренных вариантах не наблюдалось. Разность значений показателя была равной или, чаще всего, ниже наименьшей существенной разницы и варьировала в пределах 2-29 мг/кг (см. табл. 2).

За 11-летний период последствия удобрений в большинстве удобренных вариантов отмечено увеличение количества подвижного калия в слое 0-20 см (табл. 4). При этом среднегодовой вынос K₂O в последствии азотного удобрения был ниже, чем вынос фосфорного и фосфорного на фоне N₁₂₀K₁₂₀. Это свидетельствует о том, что удобрения, повышая урожайность культур, способствуют увеличению количества подвижного калия в верхнем слое, за счёт как перемещения его из нижних слоёв с корневой системой растений, так и оставления в поле растительных остатков – побочной продукции, не востребованной из-за существенного сокращения животноводческой отрасли. Это также свидетельствует о сохранении способности почвы поддерживать необходимое количество доступного калия в

почвенном растворе, обусловленное природой входящих в её состав слюдистых глинистых минералов [7].

4. Вынос калия и изменение содержания подвижного калия в слое почвы 0-20 см за 11 лет последействия минеральных удобрений, кг K₂O/га

Вариант опыта	Вынос калия		Изменение подвижного калия в 0-20 см почвы		Использовано из других слоёв и форм	
	всего	в среднем в год	всего	в среднем в год	всего	в среднем в год
Контроль	203,4	18,5	-24,1	-2,2	179,3	16,3
N ₃₀	219,3	19,9	+16,9	+1,5	236,2	21,5
N ₆₀	238,4	21,7	+33,7	+3,1	272,1	24,7
N ₉₀	246,1	22,4	+16,9	+1,5	263,0	23,9
N ₁₅₀	250,4	22,8	-41,0	-3,7	209,4	19,0
P ₃₀	249,4	22,7	+55,4	+5,0	304,8	27,7
P ₆₀	259,8	23,6	+7,2	+0,7	267,0	24,3
P ₉₀	261,1	23,7	+12,1	+1,1	273,2	24,8
P ₁₅₀	270,3	24,6	+84,4	+7,7	354,7	32,2
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₂₀	253,2	23,0	+21,7	+2,0	274,9	25,0
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	263,6	24,0	-26,5	-2,4	237,1	21,6
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	268,1	24,4	-4,8	-0,4	263,3	23,9
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	285,1	25,9	+21,7	+2,0	306,8	27,9

5. Среднегодовая продуктивность севооборота за 30 лет действия и 11 лет последействия удобрений, тыс. з.е/га (2007-2018 гг.)

Вариант опыта	Продуктивность		Прирост продуктивности		Доля удобрений в урожае, %	
	действие	последействие	действие	последействие	действие	последействие
Контроль	2,37	2,83				
N ₃₀	2,39	3,20	0,02	0,37	0,8	11,6
N ₆₀	2,43	3,32	0,06	0,49	2,5	14,8
N ₉₀	2,48	3,42	0,11	0,59	4,4	17,3
N ₁₅₀	2,50	3,55	0,13	0,72	5,2	20,3
P ₃₀	2,60	3,31	0,23	0,48	8,8	14,5
P ₆₀	2,68	3,35	0,31	0,52	11,6	15,5
P ₉₀	2,73	3,39	0,36	0,56	13,2	16,5
P ₁₅₀	2,82	3,50	0,45	0,67	16,0	19,1
N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₂₀	2,92	3,59	0,55	0,76	18,8	21,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,03	3,59	0,66	0,76	21,8	21,2
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,06	3,60	0,69	0,77	22,5	21,4
N ₁₂₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	3,03	3,70	0,66	0,87	21,8	23,5

За 11 лет изучения последействия среднегодовая продуктивность севооборота на контроле была на 0,46 тыс. з.е/га выше, чем в период прямого действия удобрений (табл. 5). Это связано с более благоприятными условиями влагообеспеченности посевов, совершенствованием агротехники культур и использованием новых перспективных сортов. Наибольший среднегодовой прирост продуктивности севооборота относительно контроля, как в прямом действии, так и в последействии удобрений,

отмечен в вариантах внесения NPK. В первом случае он составил 23,2-29,1 %, во втором – 26,9-30,7%. Установлен высокий эффект последействия азотного удобрения. Среднегодовой прирост продуктивности в сравнении с прямым действием увеличился здесь в 5,5-18,5 раз и составил 13,1-25,4% к контролю. Последействие фосфора находилось в близких пределах – 17,0-23,7%. Доля остаточного фосфора в урожае культур возросла в 1,2-1,6 раза, а иммобилизованного азота удобрений – в 3,9-14,5 раз. Эффективность последействия напрямую зависела от количества внесённых удобрений.

Выводы. Длительное систематическое внесение минеральных удобрений способствовало накоплению остаточных форм азота и фосфора в доступном состоянии, что создало оптимальные условия для питания растений в течение 11 лет последействия и обеспечило среднегодовой прирост к контролю 0,37-0,87 тыс. з.е/га, или 13,1-30,7%. Отзывчивость культур севооборота на созданные уровни плодородия была равной или более высокой, чем на удобрения при их непосредственном внесении. За 30 лет использования чернозема без применения удобрений была утрачена пятая часть от исходного содержания гумуса – 0,92%. После завершения 11-летнего периода последействия удобрений содержание гумуса практически не изменилось благодаря высокому уровню эффективного плодородия и продуктивности изучаемого севооборота.

Литература

1. Шустикова Е.П., Шаповалова Н.Н. Особенности формирования запасов остаточных фосфатов в черноземе обыкновенном при длительном применении удобрений // Плодородие. – 2011. – № 1 (58). – С.21-23.
2. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 520 с.
3. Шустикова Е.П., Шаповалова Н.Н., Богатырева Е.В. Агротехнические приемы повышения производительной способности почв Ставропольского края / Сб. Ставропольский НИИ сельского хозяйства – 100 лет на службе аграрной науке и производству – Ставрополь: Издательский дом «Сияние», 2011. – С. 63-76.
4. Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья / Под ред. Н.З. Милащенко. – М.: РАСХН, 1993. – 864 с.
5. Шаповалова Н.Н., Годунова Е.И., Шустикова Е.П. Кислотностно-основные свойства чернозема обыкновенного после длительного внесения минеральных удобрений // Плодородие. – 2016. – №4 (91). – С.15-18.
6. Курпиченков М.Т., Шаповалова Н.Н., Шустикова Е.П. Химизация и экологическое равновесие почвы // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №7. – С.18-20.
7. Чижикина Н.П., Годунова Е.И., Кубашев С.К. Изменение глинистых минералов в черноземах слитых глинистых под влиянием веществ различной природы в условиях модельного эксперимента // Почвоведение. – 2008. – № 10. – С. 1268-1278.

THE AFTEREFFECT OF 30 YEARS APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF ORDINARY CHERNOZEM OF THE CENTRAL CISCAUCASUS

N.N. Shapovalova, E.I. Godunova

The North Caucasus Federal agricultural research centre, Nikonova ul. 49, 356241 Mikhailovsk, Russia, e-mail: schapovalova.nadejda@yandex.ru

The results of researches on influence of an aftereffect of long application of mineral fertilizers on the main agrochemical properties, productivity of the chernozem soil, phosphorus and potassium removal by crop rotation are discussed. A comparison of soil fertility after 30 years of use and 11 years after the cessation of fertilizer use. It is shown that mineral fertilizers not only improve the food regime and reduce the loss of humus, but also increase the actual acidity of the soil solution and the availability of soil reserves of nutrients. It was found that during the aftereffect of fertilizers compared with the direct action of the proportion of residual phosphorus in the formation of crop productivity increases 1.2-1.6 times, nitrogen fertilizer – 3.9-14.5 times. This indicates the important role of soil fertility in increasing crop yields.

Keywords: fertilizer; aftereffect; humus; pH of soil solution; plant-available phosphorus; available potassium; productivity; crop rotation; ordinary chernozem