

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. Шаповалова, Е.И. Годунова, д.с.-х.н., Е.П. Шустикова, к.с.-х.н., Ставропольский НИИСХ

Изучено в длительном стационарном опыте последействие минеральных удобрений на плодородие чернозема обыкновенного. Показано, что влияние удобрений на реакцию среды зависело от вида, дозы и фона внесения. Установлено, что в течение пятилетнего периода последействия подкисляющий эффект аммиачной селитры носил устойчивый характер, в то время как в последействии суперфосфата наблюдался существенный сдвиг реакции среды в щелочную сторону из-за значительного накопления кальция в ППК.

Ключевые слова: реакция среды, сумма поглощенных оснований, запасы карбонатов, последействие минеральных удобрений.

Важный показатель генезиса и плодородия почв – их кислотно-основные свойства, от которых зависят рост, развитие и продуктивность растений, микробиологическая активность, разложение растительных остатков, уровень и направление гумусообразования, доступность многих элементов питания, водно-физические и физико-механические свойства [4,11].

Длительное сельскохозяйственное использование почв, особенно с применением различных систем удобрения, может привести к заметному изменению состояния почвенного раствора [1, 3, 9]. Характер действия удобрительных средств на реакцию среды и содержание поглощенных оснований зависит от почвенно-климатических условий, соотношения вносимых видов удобрений на фоне навоза и без него, доз удобрений, продолжительности взаимодействия с почвой и других факторов [6]. В лесостепных подтипах черноземов нередко происходят подкисление почвенной среды и снижение насыщенности основаниями, а в степных – подщелачивание и внедрение обменного магния в почвенный поглощающий комплекс [1-3, 5, 10].

В почвах аридных областей величину pH, состав почвенного поглощающего комплекса, концентрацию кальция в почвенном растворе определяют карбонаты щелочно-земельных металлов, которые составляют значительную долю твердой фазы почвы и препятствуют подкислению среды и выщелачиванию из почвы ряда соединений, в том числе элементов питания [5, 12]. Вместе с тем, длительное применение кислых форм минеральных удобрений даже на карбонатных почвах может привести к заметным потерям кальция [8]. Из результатов ряда исследований следует, что влияние удобрений на кислотно-основные свойства почвы существенно и неоднозначно [1-3, 5, 6, 8, 9]. Наиболее полную и достоверную информацию о действии минеральных удобрений на реакцию почвенной среды и состав ППК дают проведение исследований в многолетних полевых опытах и определение параметров плодородия не только верхнего пахотного, но и более глубоких слоев почвы.

Цель исследований – изучить кислотно-основное состояние обыкновенного чернозема в первый год после

прекращения многолетнего внесения минеральных удобрений и оценить обратимость произошедших изменений через пять лет последействия.

Методика. Исследования выполняли в условиях Центрального Предкавказья (Ставропольская возвышенность) в 2006-2014 гг. на базе длительного полевого опыта, заложенного в 1975 г. под руководством академика РАСХН (ныне РАН) Л.Н. Петровой. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный мощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках. Перед закладкой опыта пахотный слой почвы имел следующую агрохимическую характеристику: pH водной суспензии 7,2-7,3; содержание гумуса (по Тюрину) – 4,31%; подвижного фосфора и обменного калия (по Мачигину) – 10,4-15,7 и 196-212 мг/кг почвы.

Схема опыта предусматривала ежегодное внесение возрастающих доз азотного, фосфорного и калийного удобрений (от 30 до 180 кг д.в/га) отдельно и совместно с двумя другими элементами, используемыми в виде фона по 120 кг д.в/га каждого. Удобрения в виде аммиачной селитры, простого суперфосфата и 40%-ной калийной соли вносили под предпосевную культивацию. Первоначальная схема опыта, состоящая из 42 вариантов, была выдержана в течение первых трех ротаций севооборота. В 90-е годы в четвертой ротации удобрения не применяли, а в пятой (с 1997 по 2005 гг.) – было возобновлено внесение только азотных и фосфорных удобрений. С 2006 г. в опыте изучали последействие внесенных ранее удобрительных средств. Таким образом, по указанной схеме было проведено 21-кратное наложение доз азотных и фосфорных и 15-кратное – калийных удобрений. В зависимости от дозы суммарное внесение азота и фосфора за пять ротаций севооборота составило 630-3780 кг/га, калия – 450-2700 кг/га. В результате был сформирован полигон, характеризующийся высоким разнообразием агрохимических свойств [13]. В статье проанализированы данные 24 вариантов опыта.

В период последействия (6-ая ротация) исследования проводили в семипольном севообороте со следующим чередованием культур: 1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – озимый ячмень; 4 – соя; 5 – яровой ячмень; 6 – лен; 7 – озимая пшеница. В пространстве севооборот развёрнут тремя полями, повторность вариантов четырёхкратная. Образцы почвы отбирали тростевым буром до глубины 1 м с интервалом 20 см на первой и шестой культурах севооборота во время возобновления весенней вегетации озимой пшеницы (конец марта – начало апреля).

Образцы анализировали общепринятыми методами: pH водной суспензии потенциометрически, общие карбонаты по Павлову, поглощенные основания по И.В. Тюрину в модификации Иванова. Оценка экспериментальных данных проведена с помощью методов математической статистики.

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что продолжительное использование разных видов минеральных удобрений привело к увеличению активной кислотности в пахотном слое чернозема обыкновенного. Почвы стационарного опыта в соответствии с группировками по величине pH водной суспензии имели слабощелочную реакцию, которая после 21-кратного наложения удобрений в большинстве вариантов стала нейтральной [7].

В первый год после прекращения внесения азотного удобрения отмечалось снижение значений pH относительно контроля на 0,11-0,42 единицы (табл. 1). Подкисляющий эффект аммиачной селитры обусловлен преимущественным поглощением растениями иона аммония в щелочной среде и созданием повышенной концентрации нитратного иона в растворе, а также усилением минерализации органического вещества с высвобождением органических и минеральных кислот [11].

1. Реакция почвенной среды в слое 0-20 см чернозема обыкновенного после многолетнего внесения азотного удобрения, ед. pH

ного посея многолетнее внесения азотного удобрения, сд. рп						
Фон	Доза азота в прямом действии, кг д.в./ га	Год последствия				Изменение - рН за 5 лет
		Первый		Шестой		
		рН	± к фону	рН	± к фону	
Есте- ственный	0	7,03	-	7,24	-	0,21
	30	6,92	-0,11	7,09	-0,15	0,17
	60	6,87	-0,16	6,80	-0,44	-0,07
	90	6,61	-0,42	6,76	-0,48	0,15
	120	6,64	-0,39	6,69	-0,55	0,05
	150	6,64	-0,39	6,65	-0,59	0,01
P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	6,96	-	6,84	-	-0,12
	30	7,09	0,13	6,83	-0,01	-0,26
	60	7,06	0,10	6,89	0,05	-0,17
	90	6,97	0,01	6,92	0,08	-0,05
	120	6,70	-0,26	6,96	0,12	0,26
	150	6,50	-0,46	6,68	-0,16	0,18
НСР ₀₅ : факторов частных средних			0,09		0,09	Fф<Fт
		0,20				

Между изменением реакции почвенной среды и дозой азота, внесенного в прямом действии, наблюдалась прямая зависимость. Минимальное отклонение величины pH от естественного уровня (на 0,11-0,16 ед.) отмечалось после применения 30-60 кг д.в./га азотного удобрения, максимальное (на 0,39-0,42 ед.) – после 90-150 кг д.в./га.

На фосфорно-калийном фоне (P₁₂₀K₁₂₀) существенное снижение величины pH выявлено лишь после внесения 120-150 кг/га азота. Это соответствует выводам [6] о том, что доминирование фосфора в полном минеральном удобрении сглаживает подкисляющее действие азотных и калийных удобрений за счет активного кальция, содержащегося в суперфосфате.

Через пять лет после прекращения внесения азотного удобрения, как отдельно, так и на фоне РК, существенных изменений в реакции почвенного раствора не выявлено, что свидетельствует о необратимости процессов, произошедших в обыкновенном черноземе в результате многолетнего применения физиологически кислого удобрения.

Длительное использование суперфосфата в качестве фосфорного удобрения также способствовало подкислению почвенного раствора в результате присутствия в его составе серной кислоты из-за неполной её нейтрализации в процессе производства. После 21-кратного наложения 60-150 кг/га фосфора на естественном фоне значение pH уменьшилось на 0,19-0,29 ед. (табл. 2).

Подкисляющее действие фосфорного удобрения было не таким сильным, как чисто азотного или азотно-калийного фона. Вместе с тем, с увеличением дозы фосфора на фоне N₁₂₀K₁₂₀ актуальная кислотность почвы также возросла с 6,67 до 6,53 ед. pH.

2. Реакция среды в слое 0-20 см чернозема обыкновенного после многолетнего внесения фосфорного удобрения, ед. pH

Фон	Доза фосфора в период действия, кг д.в/га	Год последдействия				Изменение рН за 5 лет
		Первый		Шестой		
		рН	± к фону	рН	± к фону	
Естественный	0	7,03	-	7,24	-	0,21
	30	7,00	-0,03	7,72	0,48	0,72
	60	6,84	-0,19	7,77	0,53	0,93
	90	6,82	-0,21	7,46	0,22	0,64
	120	6,74	-0,29	7,46	0,22	0,72
	150	6,78	-0,25	7,42	0,18	0,64
N ₁₂₀ K ₁₂₀	0	6,67	-	6,66	-	-0,01
	30	6,61	-0,06	6,91	0,25	0,30
	60	6,67	0,00	6,79	0,13	0,12
	90	6,64	-0,03	6,72	0,06	0,08
	120	6,58	-0,09	6,67	0,01	0,09
	150	6,53	-0,14	6,68	0,02	0,15
НСР ₀₅ : факторов частных средних			0,15		0,15	0,08
		0,30				

За пять лет после многолетнего применения фосфорных удобрений произошло существенное изменение реакции среды в сторону подщелачивания.

Величина pH после использования фосфорного удобрения на естественном фоне возросла относительно контроля на 0,18-0,53 ед. При этом после внесения высоких доз фосфора увеличение значений pH было менее существенным, чем после низких – в пределах 0,18-0,22 ед. На азотно-калийном фоне достоверный рост pH (с 6,61 до 6,91) наблюдался лишь после применения малой дозы фосфора – 30 кг/га. Таким образом, с повышением дозы фосфорного удобрения в прямом действии интенсивность процесса подщелачивания в последствии уменьшается, что может свидетельствовать о снижении буферной способности почвы. Подщелачивание почв может в 3-4 раза уменьшать доступность элементов минерального питания растениям и препятствовать нормальной жизнедеятельности почвенной микробиоты [5].

В исследованиях установлено, что многолетнее в течение 21 года внесение минеральных удобрений привело к изменению реакции среды не только в пахотном, но и в нижележащих слоях почвы до глубины 60 см. Вариабельность значений pH по каждому из видов удобрений в пределах этих почвенных слоев составила 2,22-6,04%, в то время как глубже 60 см – лишь 0,39-1,36%. Дисперсионный анализ данных также показал наличие существенной разницы в значениях pH по разным видам и дозам удобрений только в слое 0-60 см.

Поскольку между почвенным раствором и почвенным поглощающим комплексом всегда имеется взаимодействие, то состав почвенного раствора и его реакция находятся в зависимости от состава поглощенных катионов [11].

Содержание карбонатов и поглощенных оснований в профиле чернозема обыкновенного (0-60 см) было определено на шестой год после многолетнего внесения разных видов удобрений. Изменения, произошедшие в содержании карбонатов в слое 0-20 см, оказались статистически недостоверными (табл. 3). Это, по-

видимому, связано с первоначально невысокой концентрацией этих соединений в пахотном слое (менее 1%) и сильной зависимостью их содержания от ряда внешних факторов – температуры, влажности, количества CO₂, механических обработок и т.д.

Вместе с тем, запасы карбонатов в слое 0-60 см после использования только азотного удобрения заметно сократились в сравнении с контролем на 31,5-72,2 т/га (табл. 3). С увеличением дозы азота с 30 до 150 кг/га процесс разложения карбонатов проходил более интенсивно. Использование фосфорно-калийного фона противодействовало сокращению запасов карбонатов и даже способствовало их накоплению при внесении с высокими дозами азотного удобрения. Можно предположить, что в данном случае произошла активизация процесса новообразования карбонатов за счет кальция суперфосфата и увеличения парциального давления диоксида углерода в почве в результате повышения продуктивности культур и усиления микробиологической деятельности почвы в условиях сбалансированного пищевого режима.

3. Содержание и запасы карбонатов в черноземе обыкновенном на шестой год после многолетнего внесения минеральных удобрений (среднее за 2012, 2014 гг.)

Удобрение	Фон внесения	Доза удобрения в прямом действии, кг д.в./га	Содержание СаСО ₃ в слое 0-20 см		Запасы СаСО ₃ в слое 0-60 см	
			%	отклонение от контроля	т/га	отклонение от контроля
Азотное	Естественный	0	0,83	-	111,4	-
		30	0,94	0,11	79,9	-31,5
		90	0,65	-0,18	60,8	-50,6
		150	0,40	-0,43	39,2	-72,2
	Р ₁₂₀ К ₁₂₀	0	0,84	-	83,4	-
		30	0,62	-0,22	78,4	-5,0
		90	0,55	-0,29	102,1	18,7
		150	0,96	0,12	119,2	35,8
Фосфорное	Естественный	0	0,77	-	109,0	-
		30	0,46	-0,31	66,6	-42,4
		90	0,42	-0,35	64,8	-44,2
		150	0,61	-0,16	74,5	-34,5
	N ₁₂₀ К ₁₂₀	0	0,92	-	78,8	-
		30	0,88	-0,04	73,1	-5,7
		90	0,88	-0,04	74,9	-3,9
		150	0,72	-0,20	71,6	-7,2
НСР ₀₅ : дозы удобрения частных средних			F _ф <F _т 0,49(F _ф <F _т)		14,9 29,2	

После 21-кратного наложения фосфорного удобрения на естественном фоне отмечено уменьшение запасов CaCO₃ на 34,5-44,2 т/га. При этом какой-либо зависимости между дозой фосфора и количеством утраченных почвой карбонатов не установлено. В целом на черноземе обыкновенном азотные удобрения в сравнении с фосфорными оказали более существенное отрицательное влияние на запасы карбонатов в слое 0-60 см.

Реакция почвенной среды, как правило, тесно связана с составом почвенного поглощающего комплекса. В пахотном слое почвы после применения азотных удобрений сумма поглощенных кальция и магния уменьшилась на 2,4-4,3 мг-экв/100 г почвы, или на 7,4-13,2% (табл. 4). Изменение суммы Са и Mg обуславливалось снижением содержания обоих катионов, однако потеря почвенным поглощающим комплексом магния, особенно при высоких дозах азота (N₁₅₀), происходила более интенсивно. Доля магния в сумме поглощенных оснований сократилась с 17,2 до 5,6%, или в 3 раза.

Фосфорные удобрения за счет содержащегося в них кальция, напротив, способствовали повышению суммы поглощенных оснований в слое 0-20 см на 5,0-6,4 мг-экв/100 г почвы, или на 15,6-20,0%. При этом содержание кальция возросло на 3,7-5,1 мг-экв/100 г почвы, или на 14,0-19,3%, а количество магния существенно не изменилось. Увеличение насыщенности ППК кальцием, по-видимому, стало основной причиной повышения щелочности почвенного раствора в последствии.

Применение азотного и фосфорного удобрения в составе полного минерального нивелировало как отрицательное влияние азота, так и положительное действие фосфора на состояние почвенного поглощающего комплекса.

4. Содержание поглощенных оснований в слое 0-20 см чернозема обыкновенного на шестой год после многолетнего внесения минеральных удобрений (среднее за 2012, 2014 г.)

Удобрение	Фон внесения	Доза удобрения в прямом действии, кг д.в/га	Сумма Ca ²⁺ и Mg ²⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		% от суммы	
			мг-экв/ 100 г	отклонение от контроля	мг-экв/ 100 г	отклонение от контроля	мг-экв/ 100 г	отклонение от контроля	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Азотное	Естественный	0	32,5	-	26,9	-	5,6	-	82,8	17,2
		30	30,1	-2,4	25,3	-1,6	4,8	-0,8	84,1	15,9
		90	28,2	-4,3	24,6	-2,3	3,6	-2,0	87,2	12,8
		150	28,4	-4,1	26,8	-0,1	1,6	-4,0	94,4	5,6
	P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	28,8	-	24,4	-	4,4	-	84,7	15,3
		30	31,3	2,5	27,3	2,9	4	-0,4	87,2	12,8
		90	28,6	-0,2	25,1	0,7	3,5	-0,9	87,8	12,2
		150	32,7	3,9	27,1	2,7	5,6	1,2	82,9	17,1
Фосфорное	Естественный	0	32,0	-	26,4	-	5,6	-	82,5	17,5
		30	38,4	6,4	30,1	3,7	8,3	2,7	78,4	21,6
		90	38,0	6,0	31,5	5,1	6,5	0,9	82,9	17,1
		150	37,0	5,0	30,9	4,5	6,1	0,5	83,5	16,5
	N ₁₂₀ K ₁₂₀	0	34,6	-	30,9	-	3,7	-	89,3	10,7
		30	33,9	-0,7	28,3	-2,6	5,6	1,9	83,5	16,5
		90	34,6	0,0	30,1	-0,8	4,5	0,8	87,0	13,0
		150	32,3	-2,3	28,8	-2,1	3,5	-0,2	89,2	10,8
НСР ₀₅ : дозы удобрения частных средних			1,43		1,29		F _ф <F _т 3,76			
S _х ,%			4,05		3,65		27,7			
			4,40		4,65					

Изменения кислотно-основных свойств чернозема, как отмечалось, затронули не только пахотный, но и более глубокие слои почвы, что обусловило необходимость оценки запасов поглощенных форм кальция и магния в слое 0-60 см. Для этого результаты определения Са (Mg) по почвенным слоям, выраженные в мг-экв/100 г почвы, перевели в запасы СаО (MgO) в т/га и просуммировали.

Основные закономерности действия азотных и фосфорных удобрений, установленные для слоя 0-20 см, отмечены и в слое 0-60 см. Вместе с тем, изменения в запасах СаО и MgO по отношению к контролю были ниже (табл. 5).

После многолетнего внесения азотных удобрений запасы СаО в почвенном поглощающем комплексе сократились на 3,5-5,3%, а MgO – на 21,2-33,6%. Более высокие темпы снижения запасов магния в сравнении с кальцием обусловлены более легким его вытеснением из-за меньшей энергии поглощения.

Под влиянием фосфорных удобрений запасы СаО в слое 0-60 см возросли на 14,7-15,9%, MgO – на 13,4-17,7%. Суммарный запас СаО и MgO увеличился на 9,3-10,0 т/га.

5. Запасы CaO и MgO в слое 0-60 см чернозема обыкновенного на шестой год после многолетнего внесения минеральных удобрений (среднее за 2012, 2014 г.)

Вид удобрения	Фон внесения	Доза удобрения в прямом действии, кг д.в./га	CaO		MgO		Сумма, т/га
			т/га	отклонение от контроля	т/га	отклонение от контроля	
Азотное	Естественный	0	60,4	-	7,46	-	67,9
		30	57,8	-2,6	5,88	-1,58	63,7
		90	57,2	-3,2	5,47	-1,99	62,7
		150	58,3	-2,1	4,95	-2,51	63,3
	P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	57,4	-	4,50	-	61,9
		30	61,3	3,9	5,40	0,90	66,7
		90	60,3	2,9	5,57	1,07	65,9
		150	60,4	3,0	5,74	1,24	66,1
Фосфорное	Естественный	0	59,2	-	7,46	-	66,7
		30	68,1	8,9	7,91	0,45	76,0
		90	67,9	8,7	8,78	1,32	76,7
		150	68,6	9,4	7,79	0,33	76,4
	N ₁₂₀ K ₁₂₀	0	59,8	-	7,98	-	67,8
		30	61,7	1,9	8,92	0,94	70,6
		90	61,8	2,0	8,75	0,77	70,6
		150	62,6	2,8	8,57	0,59	71,2
НСР ₀₅ : дозы удобрения частных средних			2,54 4,99		F _Ф <F _т 3,19		F _Ф <F _т 5,56
S _{кз} , %			2,88		16,3		2,88

С одной стороны, обогащение почвы кальцием положительно влияет на интенсивность и направленность процессов разложения органического вещества, сокращает потери гумуса от выщелачивания за счет образования более устойчивых соединений – гуматов кальция. С другой стороны, увеличение количества кальция в почвенном поглощающем комплексе происходит в результате замещения им других катионов (аммония, калия), что приводит к сокращению их непосредственных резервов. Поэтому после продолжительного внесения одних только фосфорных удобрений в обыкновенном черноземе может наблюдаться ухудшение азотного и калийного режимов.

Заключение. Таким образом, в первый год после многолетнего внесения азотных и фосфорных удобрений отдельно и в составе NPK отмечены подкисление почвенного раствора чернозема обыкновенного и сокращение в слое 0-60 см запаса карбонатов на 28,3-64,8%. В течение пяти лет последствия азотных удобрений существенных изменений в реакции почвенного раствора не выявлено, что свидетельствует о необратимости произошедших изменений. Процесс подкисления под действием аммиачной селитры сопровождался декальцинированием почвы и снижением содержания суммы поглощенных оснований в слое 0-20 см на 7,4-13,2% и запасов CaO и MgO в слое 0-60 см на

6,2-7,7%. Через пять лет после прекращения внесения фосфорных удобрений реакция почвенного раствора изменилась в щелочную сторону в результате накопления значительных запасов поглощенных оснований в прямом действии.

Литература

1. Байбеков Р.Ф. Агрономическое состояние почв при длительном применении удобрений. – М.: ЦИНАО, 2003. – 192 с.
2. Балюк С.А., Носко Б.С., Гладких Е.Ю. Влияние удобрений на основные показатели эффективного плодородия типичных черноземов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 1. – С.11-12.
3. Девятова Т.А., Щербаков А.П. Изменение физико-химических и агрохимических свойств черноземов центра Русской равнины при их сельскохозяйственном использовании // Агрохимия. – 2006. – № 4. – С.5-8.
4. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса. Кн. 1. – М.: Наука, 1973. – 448 с.
5. Куприченко М.Т., Симбирев Н.Ф., Цыганков А.С., Петрова А.С. Мониторинг плодородия земельных ресурсов Ставропольского края / Под ред. М.Т. Куприченко. – Ставрополь: Ставропольская краевая типография, 2002. – 248 с.
6. Медведев В.В., Адерихин П.Г., Гаврилюк Ф.Я., Чесняк Г.Я. Физико-химические свойства черноземов // Русский чернозем – 100 лет после Докучаева. – М.: Наука, 1983. – С.199-214.
7. Методические указания по проведению комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий. – М.: Центр НТИПР, 1994, МСХ РФ.
8. Минеев В.Г., Шевцова Л.К. Влияние длительного применения удобрений на гумус почвы и урожай культур // Агрохимия. – 1978. – № 7. – С.134-141.
9. Патюта М.Б., Годунова Е.И., Шаповалова Н.Н. Состав и численность почвенной мезофауны при длительном систематическом применении различных видов и доз минеральных удобрений на обыкновенных черноземах плакоров Ставропольской возвышенности // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 8. – С. 27-33.
10. Подколзин А.И., Шкабарда С.Н. Состояние и динамика изменения поглощающего комплекса почв Центрального Предкавказья // Агрохимия. – 2008. – № 1. – С.16-25.
11. Прянишников Д.Н. Избранные соч. Т. 1. Агрохимия. – М.: Колос, 1965. – 767 с.
12. Соколова Т.А., Кулагина Е.К., Павлов В.А., Царевский В.В. Опыт комплексного изучения почвенных карбонатов // Современные физические и химические методы исследования почв: сб. науч. тр./ Под ред. А.Д. Воронина и Д.С. Орлова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – С.171-194.
13. Шаповалова Н.Н., Шустикова Е.П. Мониторинг плодородия чернозема обыкновенного, сформированного под воздействием длительного применения минеральных удобрений // Состояние и перспективы агрохимических исследований в Географической сети опытов с удобрениями: материалы Международ. научн.-метод. конф. (10-11 июня 2010 г.). – М.: ВНИИА, 2010. – С. 131–134.

ACID-BASE PROPERTIES OF ORDINARY CHERNOZEM AFTER THE LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

*N. N. Shapovalova, E. I. Godunova, E. P. Shustikova, Stavropol Research Institute of Agriculture
ul. Nikonova 49, Mikhailovsk, Stavropol krai, 356241 Russia, E-mail: schapovalova.nadejda@yandex.ru*

The aftereffect of mineral fertilizers on the fertility of ordinary chernozem was studied in a long-term stationary experiment, established in 1975 and entering in the all-Russian geographical network of experiments with fertilizers. It was shown that the effect of fertilizers on soil acidity depended on the type and rate of fertilizer and the previous fertilization. During the five-year-long period of the aftereffect, the acidifying effect of ammonium nitrate was of steady character, while the aftereffect of superphosphate essentially shifted the soil reaction toward alkalinity because of the considerable accumulation of calcium in the soil exchange complex.

Keywords: soil reaction, total exchangeable bases, carbonate reserve, aftereffect of mineral fertilizers.