

# Калий в земледелии ЦЧО

П.А. Чекмарев, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич, Н.П. Юмашев, В.И. Корчагин, А.Н. Хижняков

**К**алий является одним из основных зольных макроэлементов. Его роль в питании растений более отчетливо проявляется на фоне высокого использования фосфора и азота. Вынос калия с урожаем всегда больше, чем фосфора, а часто и азота. Оптимальное калийное питание повышает крахмалистость и вкусовые качества картофеля, сахаристость корнеплодов сахарной свёклы, накопление жира в семенах масличных культур, улучшает выполненность зерна злаковых культур. При недостатке калия задерживается синтез белка и накапливается небелковый азот. Использование калийных удобрений на почвах (особенно легкого механического состава), загрязненных радионуклидами, снижает транслокацию радиоцезия в растения (Панников, Минеев, 1977).

Значительное истощение почвенного калийного фонда может привести не только к снижению продуктивности выращиваемых культур, но и к утрате экологических и хозяйственных функций почвы.

Основная часть почвенного калия представлена малорастворимыми алюмосиликатными минералами и лишь в процессе их выветривания становится доступной для растений. Целинные чернозёмы ЦЧО содержат 1.6-1.7% валового калия в верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта и 1.2-1.4% – в материнской породе (табл. 1). Содержание подвижных форм калия в слое 0-20 см заповедных чернозёмов составляет: 140-160 мг/кг («Казацкая степь») и 101-105 мг/кг («Ямская степь») (Лукин, Соловиченко, 2008; Каштанов, Явтушенко, 1997).

Как правило, чем более тяжёлый механический состав имеют почвы, тем больше в них валового и подвижного калия. Кроме того, почвы тяжёлого механического состава отличаются повышенной фиксацией калия. В чернозёмах, в связи с высокой насыщенностью двухвалентными катионами, обменный калий почти не накапливается. Преобладает необменное поглощение этого элемента (Панников, Минеев, 1977).

На основе обобщения исследований, проведенных в ЦЧР, предложены оптимальные уровни содержания

подвижного калия в пахотных почвах: для оподзоленного чернозёма – 100-140, для выщелоченного – 120-150, для типичного – 140-160, для обыкновенного – 170-180 мг/кг (Акулов, 1992). Для чернозёмов Украины оптимальное содержание подвижного калия для зерновых культур соответствует уровню 120-180 мг/кг, а для пропашных культур – более 180 мг/кг (Медведев, 2002).

Цель данной работы – проанализировать динамику содержания подвижных форм калия в пахотных почвах ЦЧО и объёмы поступления калия с удобрениями.

В работе использованы материалы сплошного агрохимического обследования пахотных почв, проводимого агрохимической службой в Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской областях. В пробах почвы содержание подвижных форм калия определялось по Чирикову (ГОСТ 26204-91).

В ЦЧО наибольшие площади занимают зональные почвы – чернозёмы. Чернозёмы оподзоленные и выщелоченные в основном находятся в северной и северо-западных частях ЦЧО (Липецкой, Тамбовской и Курской областях). Чернозёмы обыкновенные, южные и остаточнок-карбонатные – в центральной и юго-восточной частях региона (Воронежской и Белгородской областях). Чернозёмы типичные преобладают на остальной территории ЦЧО. Наиболее распространёнными почвами в ЦЧО являются чернозёмы выщелоченные (29.9%) и типичные (26.1%). Серые лесные почвы сформировались в северной части региона и в большей мере распространены в Курской и Тамбовской областях (Соловиченко, 2005).

В Белгородской области средневзвешенное содержание подвижных форм калия за период 1964-1989 гг. увеличилось на 23% (24 мг/кг), что связано с увеличением использования калийных и органических удобрений. В 1984-1989 гг. в области впервые был достигнут положительный хозяйственный баланс калия (интенсивность 116%). По мнению Д.Н. Прянишникова, приемлемая интенсивность баланса калия должна составлять не менее 80% (Прянишников, 1952). В 1990-2009 гг. баланс калия стал резко дефицитным

Таблица 1. Содержание калия в целинных почвах участка «Ямская степь» заповедника «Белогорье»

Почва	Горизонт	Мощность горизонта, см	Глубина отбора проб, см	Валовое содержание $K_2O$ , %	Подвижные формы $K_2O$ , мг/кг
Чернозем выщелоченный мощный тучный	A <sub>1</sub>	7-45	10-20	1.64	105
	AB	46-68	50-60	1.77	77
	B	69-90	70-80	1.86	76
	BC	91-120	100-110	1.47	82
	C	121-165	140-150	1.22	не опр.
Чернозем типичный мощный тучный	A <sub>1</sub>	7-47	10-20	1.72	101
			30-40	1.89	78
	AB <sub>ca</sub>	48-75	55-65	1.88	не опр.
	B <sub>ca</sub>	76-98	80-90	1.63	не опр.
	BC <sub>ca</sub>	99-120	105-115	1.79	не опр.
C <sub>ca</sub>	121-165	150-160	1.40	не опр.	

**Таблица 2.** Распределение пахотных почв ЦЧР по содержанию подвижных форм калия (K<sub>2</sub>O), % от обследованной площади

Циклы	Годы	Содержание подвижного K <sub>2</sub> O, мг/кг						Средневзвешенное значение, мг/кг	Запасы в пахотном слое, кг/га
		очень низкое, <20	низкое, 21-40	среднее, 41-80	повышенное, 81-120	высокое, 121-180	очень высокое, >180		
Белгородская область									
I	1964-1970	1.5	6.5	21.1	35.3	32.8	3.0	105	315
II	1971-1975	0.1	2.1	32.9	44.1	18.4	2.4	97	291
III	1976-1983	0.1	0.4	15.0	43.0	32.5	9.0	120	360
IV	1984-1989	0.1	2.0	12.1	33.2	36.7	15.9	130	390
V	1990-1994	0.3	2.1	16.7	37.5	30.5	12.9	120	360
VI	1995-1999	0.1	1.9	13.5	38.4	34.0	12.1	128	384
VII	2000-2004	0.1	2.0	14.6	42.4	31.9	9.0	121	363
VIII	2005-2009	-	1.4	12.5	39.0	36.1	11.0	127	381
Воронежская область									
I	1964-1970	0.3	2.9	10.0	21.1	37.9	27.8	115	345
II	1972-1979	-	0.9	11.9	42.4	36.1	8.7	120	360
III	1979-1985	0,1	0.3	8.5	40.6	40.6	9.9	119	357
IV	1986-1990	-	0.6	9.4	37.8	44.4	7.8	122	366
V	1991-1995	-	0.6	9.5	30.7	50.8	9.5	133	399
VI	1996-2000	0.1	0.6	8.3	30.7	50.8	9.5	127	381
VII	2001-2005	0.1	0.7	10.7	32.4	46.6	9.5	127	381
VIII	2006-2010	0.1	0.9	11.3	37.0	43.9	6.8	123	369
Курская область									
I	1964-1970	0.6	13.8	48.1	28.6	8.1	0.8	82	246
II	1971-1975	0.2	9.9	53.7	29.5	5.0	1.7	82	246
III	1976-1983	-	9.2	44.8	32.2	10.2	3.6	91	273
IV	1984-1989	-	2.9	30.1	41.1	19.8	6.1	104	312
V	1990-1994	-	0.3	24.3	42.3	24.9	8.2	111	333
VI	1995-1999	0.1	0.9	33.4	37.8	19.7	8.1	104	312
VII	2000-2004	0.1	0.9	40.2	38.4	15.2	5.2	96	288
Липецкая область									
I	1964-1969	0.5	5.5	24	43	22	5	101	303
II	1970-1975	-	1.5	25	51	19	3.5	102	306
III	1976-1981	-	0.3	17	52	25	5.7	110	330
IV	1982-1986	-	1	33	46	15	5	98	294
V	1987-1989	-	3	45	32	13	7	92	276
VI	1990-1993	-	2	38	34	17	9	99	297
VII	1994-1997	-	1	37	37	17	8	99	297
VIII	1998-2002	-	1	34	40	17	8	101	303
XIX	2003-2007	-	1	33	44	17	5	101	303
Тамбовская область									
II	1971-1977	-	1.8	24.4	40.8	23.5	9.5	109	326
III	1978-1984	-	0.6	16.3	49.2	28.4	5.5	112	336
IV	1985-1990	-	0.2	17.5	51.1	27.1	4.1	110	331
V	1991-1995	-	0.5	24.8	49	24	1.7	104	311
VI	1996-2002	-	0.5	27.1	50.5	21.1	0.8	101	302
VII	2003-2009	-	0.6	23.8	52.7	22.8	0.1	102	305

(интенсивность 32-74%), однако средневзвешенное содержание подвижного калия в почвах изменилось не сильно, находясь в пределах 120-128 мг/кг.

В Липецкой области по данным первого цикла агрохимического обследования (1964-1969 гг.) средневзвешенное содержание подвижного калия составляло 101 мг/кг при отрицательном балансе этого элемента (-12 кг/га). Минимальное содержание подвижного калия

(92 мг/кг) зафиксировано в пятом цикле обследования (1987-1989 гг.) при положительном балансе 6 кг/га. В восьмом цикле (1998-2002 гг.) содержание подвижных форм калия увеличилось до 101 мг/кг, несмотря на отрицательный баланс этого элемента (-25 кг/га) (Сискевич, Никонова, 2006).

В почвах Тамбовской области за годы наблюдений содержание подвижных форм калия было достаточ-

но стабильно (101-112 мг/кг), несмотря на различный уровень использования удобрений.

В почвах Курской и Воронежской областей за период 1964-1994 гг. средневзвешенное содержание подвижных форм калия увеличилось соответственно на 35 и 16%, а затем наметилась устойчивая тенденция к уменьшению величины данного показателя (табл. 2).

Динамика поступления калия в почву с органическими и минеральными удобрениями была достаточно сходной во всех областях ЦЧР. С середины шестидесятых до конца восьмидесятых годов прошлого века поступление калия увеличивалось, затем стало снижаться, и в начале текущего столетия достигло минимальных значений. По результатам последних циклов агрохимического обследования зафиксировано увеличение поступления этого элемента в пахотные почвы. Основное количество калия вносилось с минеральными удобрениями, однако в конце девяностых годов прошлого века главным источником поступления калия в агроландшафты стали органические удобрения. Наиболее высокий уровень поступления калия с удобрениями отмечался в Белгородской области, а наиболее низкий – в Тамбовской (табл. 3).

Многими исследованиями установлено, что в процессе сельскохозяйственного использования содержание подвижного калия в почве изменяется незначительно. При низкой обеспеченности почвы усвояемым азотом, что характерно для типичных чернозёмов и тёмно-серых лесных почв, потребность растений в калии удовлетворяется за счет мобилизации его почвенных запасов. Установлено, что при взаимодействии калийных удобрений с почвой в необменной форме фиксируется 70-90% внесенного калия, большая часть которого за 3-4 года выращивания сельскохозяйственных растений используется ими на формирование урожая (Минеев, 1999).

Большое количество органического вещества в условиях недостаточного увлажнения и сравнительно высокой температуры способствует необменному поглощению калия в пахотном горизонте чернозёмов. Поэтому, в большинстве полевых опытов, проведенных в ЦЧО, прямого положительного эффекта от внесения калийных удобрений не отмечалось (Плодородие черноземов России, 1998).

В тоже время в стационарном опыте БелНИИСХ по истечении двух ротаций пятипольного севооборота содержание подвижного калия на вариантах без внесения удобрений уменьшилось на 21-25 мг/кг, по сравнению с исходным уровнем, а на вариантах с внесением удобрений существенно (на 40 мг/кг и более) повысилось, причем на увеличение содержания подвижного калия на 10 мг/кг затрачивалось сравнительно мало калия – 47-70 кг д.в./га (Соловиченко, 2002).

Возможно, что причиной «благополучия» в состоянии калийного фонда чернозёмов является некорректное применение методов анализа. При значениях рН = 3, которые устанавливаются после взаимодействия раствора 0.5 М уксусной кислоты с почвой (по Чирикову), вероятно вовлечение механизмов растворения калийсодержащих минералов почвы, а также процессов гидролиза органического вещества, что искажает картину о реальном количестве доступного калия в почве (Прокошев, Носов, 2002). В модельных опытах установлено, что содержание подвижного калия в по-

**Таблица 3.** Динамика поступления калия в агроландшафты с минеральными и органическими удобрениями, кг  $K_2O$  д.в./га

Циклы	Годы	Минеральные удобрения	Органические удобрения	Всего
Белгородская область				
I	1964-1970	10.0	11.4	21.4
II	1971-1975	16.0	13.8	29.8
III	1976-1983	32.0	21.6	53.6
IV	1984-1989	46.0	34.8	80.8
V	1990-1994	25.0	31.2	56.2
VI	1995-1999	5.3	14.4	19.7
VII	2000-2004	8.9	5.9	14.8
VIII	2005-2009	19.3	5.4	24.7
Воронежская область				
I	1964-1970	11.2	10.9	22.1
II	1972-1979	19.0	12.3	31.3
III	1979-1985	22.6	20.3	42.9
IV	1986-1990	29.6	21.2	50.8
V	1991-1995	10.7	17.8	28.5
VI	1996-2000	1.7	10.5	12.2
VII	2001-2005	6.2	9.2	15.4
VIII	2006-2010	10.2	8.3	18.5
Курская область				
III	1976-1983	29.1	15.9	45.0
IV	1984-1989	45.2	23.7	68.9
V	1990-1994	37.0	18.4	55.4
VI	1995-1999	2.6	5.8	8.4
VII	2000-2004	6.4	3.5	9.9
VIII	2005-2009	18.4	2.2	20.6
Липецкая область				
I	1964-1969	8.4	5.1	13.5
II	1970-1975	15.3	8.6	23.9
III	1976-1981	22.4	13.1	35.5
IV	1982-1986	25.5	20.6	46.1
V	1987-1989	36.4	23.7	60.1
VI	1990-1993	37.3	25.9	63.2
VII	1994-1997	6.1	9.5	15.6
VIII	1998-2002	3.6	4.7	8.3
XIX	2003-2007	11.3	6.4	17.7
Тамбовская область				
II	1971-1977	8.9	6.6	15.5
III	1978-1984	19.6	16.3	35.9
IV	1985-1990	26.3	17.5	43.8
V	1991-1995	2.7	9.5	12.2
VI	1996-2002	0.4	4.9	5.3
VII	2003-2009	6.6	2.6	9.2

чве, определенное по методу Чирикова, слабо коррелирует с дозами (даже высокими) внесения калийных удобрений (Козлова и др., 2003).

Однако достаточно стабильное содержание подвижного калия в почвах при низком уровне химизации не является основанием для отказа от использования калийных удобрений на чернозёмах. Калийные удобрения необходимо, в первую очередь, вносить под культуры, выносящие много калия с урожаем, для

**Таблица 4.** Влияние удобрений на урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свёклы.

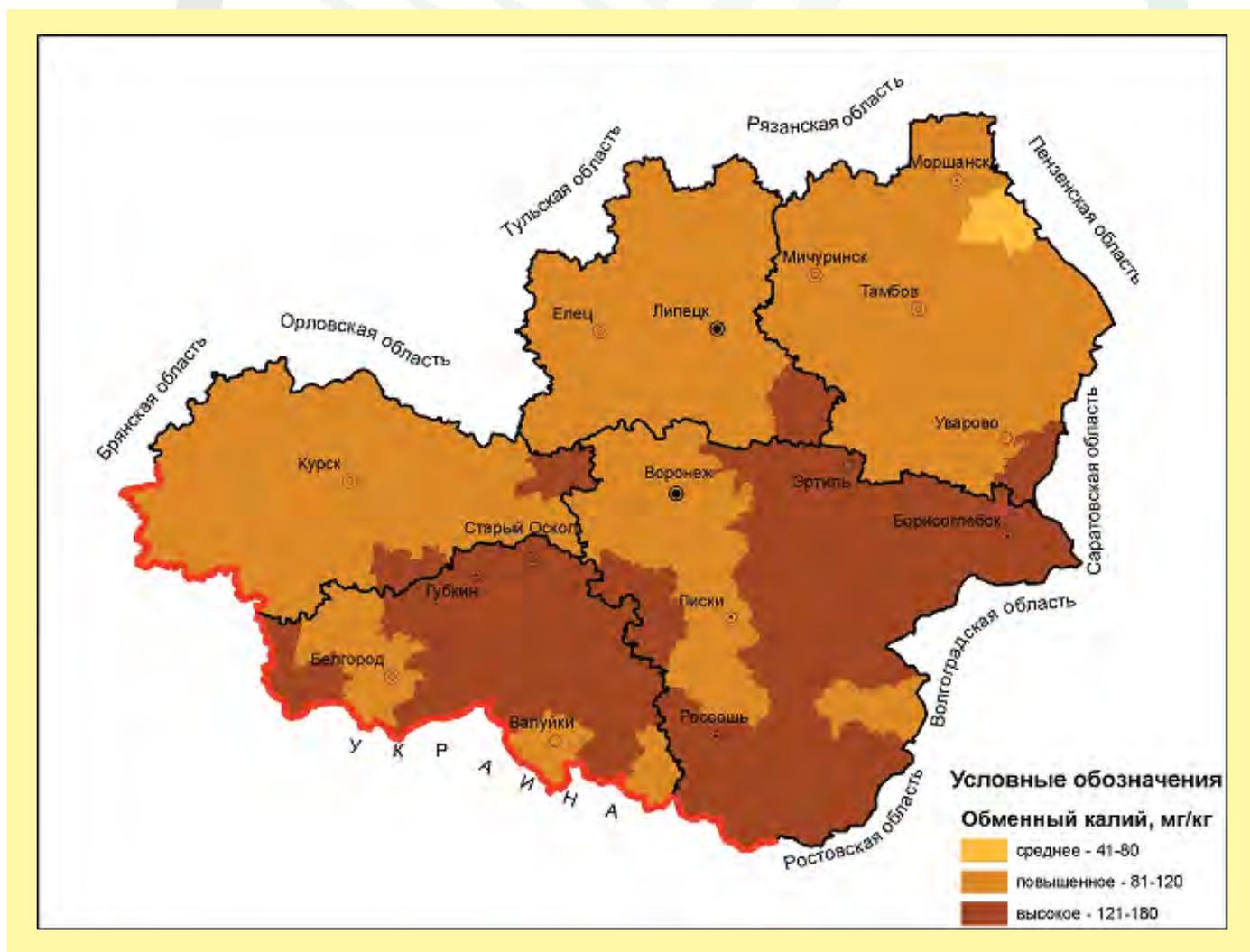
Вариант	Урожайность, т/га	Содержание сахара, %	Потери сахара в мелассе, %	Выход сахара, т/га	Прибавка выхода сахара, %	Окупаемость удобрений прибавкой выхода сахара, кг сахара/кг д.в. удобрений
Контроль	28.2	19.3	2.28	4.53	-	-
N <sub>180</sub>	32.5	17.6	2.29	4.60	1.5	0.39
P <sub>180</sub>	33.7	19.4	2.24	5.14	13.5	3.39
K <sub>180</sub>	30.5	19.4	2.36	4.84	6.8	1.72
N <sub>180</sub> P <sub>180</sub>	39.4	17.9	2.26	5.78	27.6	3.47
N <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	35.2	18.2	2.69	5.07	11.9	1.50
P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	37.1	19.6	2.42	6.06	33.8	4.25
N <sub>180</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	44.0	18.3	2.33	6.59	45.5	3.81

обеспечения сбалансированного минерального питания. Например, только при совместном внесении калийных, фосфорных и азотных удобрений в дозе N<sub>180</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub> под сахарную свёклу можно добиться высокого выхода сахара (6,59 т/га) при высокой окупаемости минеральных удобрений (3.81 кг сахара/кг д.в. удобрения) (табл. 4) (Лукин и др., 2010).

В пределах ЦЧО наиболее обеднены подвижным калием западные и северные районы, что связано как с особенностями почвообразующих пород и почвенного покрова отмеченных территорий, так и с многолетним их использованием. По результатам последних завершённых циклов агрохимического обследования наиболее низкое средневзвешенное содержание подвижных форм калия (73.1 мг/кг) зафиксировано в

почвах Пичаевского района Тамбовской области, расположенного на северо-востоке ЦЧО (рис. 1). В этом же районе наиболее высокая доля среднеобеспеченных (41-80 мг/кг) калием почв – 62.3%. В ЦЧР наиболее низкое средневзвешенное содержание подвижных форм калия отмечено в Курской (96 мг/кг), Липецкой (101 мг/кг) и Тамбовской (102 мг/кг) областях. В этих регионах наиболее высокая доля почв среднеобеспеченных калием: в Курской области – 40.2%, в Липецкой – 33.0%, в Тамбовской – 23.8%. Но преобладают в них почвы с повышенным содержанием (81-120 мг/кг) подвижных форм данного элемента.

Наиболее высоким средневзвешенным содержанием подвижного калия характеризуются пахотные почвы Белгородской (127 мг/кг) и Воронежской (123



**Рис. 1.** Картограмма содержания подвижных форм калия в пахотных почвах ЦЧР (2003-2010 гг.)

## Список литературы

мг/кг) областей. В Белгородской области высокое содержание подвижных форм калия (121-180 мг/кг) характерно для 36,1%, а очень высокое содержание (более 180 мг/кг) – для 11,0% обследованных почв. В Воронежской области эти показатели составляют 43,9 и 6,8% соответственно. Такие почвы в основном преобладают в степной зоне, расположенной на востоке и юго-востоке этих областей.

Таким образом, материалы агрохимического обследования свидетельствуют о достаточно стабильном содержании подвижных форм калия в пахотных почвах ЦЧО на современном этапе их использования. Тем не менее, для стабилизации калийного режима чернозёмов и обеспечения сбалансированного минерального питания сельскохозяйственных растений необходимо увеличить поступление этого элемента в агроландшафты до уровня, обеспечивающего интенсивность баланса не менее 80%.

*П.А. Чекмарев, член-корреспондент РАСХН, директор департамента растениеводства, Министерство сельского хозяйства РФ*

*С.В. Лукин, доктор сельскохозяйственных наук, ФГУ центр агрохимической службы «Белгородский», e-mail: serg.lukin2010@yandex.ru*

*Ю.И. Сискевич, кандидат географических наук, ФГУ центр агрохимической службы «Липецкий»*

*Н.П. Юмашев, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГУ центр агрохимической службы «Тамбовский»*

*В.И. Корчагин, ФГУ центр агрохимической службы «Воронежский»*

*А.Н. Хижняков, ФГУ станция агрохимической службы «Курская»*

*Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Колос, 1977. – 416 с.*

*Лукин С.В., Соловиченко В.Д. Результаты мониторинга плодородия почв государственного заповедника «Белогорье» // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №8 – С. 15-17.*

*Каштанов А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. – М.: Колос, 1997. – 240 с.*

*Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов. – М.: Колос, 1992. – 223 с.*

*Медведев, В.В. Мониторинг почв Украины. – Харьков: ПФ «Антиква», 2002. – 428 с.*

*Соловиченко В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области. – Белгород: «Отчий край», 2005. – 292 с.*

*Прянишников Д.Н. Агрохимия. – М.: 1952. – 735 с.*

*Сискевич Ю.И., Никонова Г.Н. Мониторинг содержания калия в почвах Липецкой области // Агрохимический вестник. – 2006. – №6. – С. 2-4.*

*Минеев, В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 331 с.*

*Плодородие чернозёмов России / под ред. Н.З. Милащенко. – М.: Агроконсалт, 1998. – 688 с.*

*Прокошев В.В., Носов В.В. Уровень калийного питания – одно из условий устойчивого земледелия в Центральном Черноземье/ Теория и практика использования агрохимических средств в со-временном земледелии Центрально-Черноземных областей Рос-сии. – Белгород: Крестьянское дело, 2002. – С. 120-125.*

*Козлова О.Н., Соколова Т.А., Носов В.В., Балдина В.В. О содержании калия в различных вытяжках из черноземов и дерново-подзолистых почв разного гранулометрического и минералогического состава // Агрохимия. – 2003. – №10. – С. 13-21.*

*Лукин С.В., Васенев И.И., Цыгуткин А.С. Агроэкологическая оценка многолетней динамики содержания обменного калия в чернозёмах западной части ЦЧО // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №8. – С. 42-45.*

## Питание зерновых колосовых культур калием на каштановых почвах

*В.Н. Багринцева*

Ставрополье является одним из крупнейших зернопроизводящих регионов России. Особо остро проблема стабилизации урожайности зерновых культур в крае стоит в засушливых районах, где выращивается около 50% производимого в регионе зерна. Почвенно-климатические ресурсы засушливой части Ставрополья при отсутствии крайне неблагоприятных погодных явлений позволяют получать достаточно высокие урожаи зерновых культур. В неблагоприятные годы недостаточное количество осадков, неравномерное их распределение по периодам вегетации зерновых, почвенная засуха и суховеи вызывают снижение урожайности в 2 и более раз. Удобрения являются наиболее действенным способом повышения урожая зерна и улучшения его качества.

Важно отметить, что при оптимальном минеральном питании растений обеспечивается эффективное водопотребление.

В России в целом каштановые почвы занимают 11% пашни – четвертое место после черноземов, серых лесных и дерново-подзолистых почв (Сельское хозяйство России, 2010). В Ставропольском крае зона каштановых почв расположена в северо-восточной и восточной части региона. Каштановые почвы вместе с комплексующимися с ними солонцами и солончаками составляют 46% территории края (Антыков и Стоморов, 1970).

Восточная часть Ставрополья характеризуется наибольшим количеством осадков и неравномерным их распределением в течение года. Так, по данным Буден-