

Калий в земледелии ЦЧО

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

Калий 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-западной 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

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 ₁	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 ₁	7-47	10-20	1.72	101
			30-40	1.89	78
	AB _{ca}	48-75	55-65	1.88	не опр.
	B _{ca}	76-98	80-90	1.63	не опр.
	BC _{ca}	99-120	105-115	1.79	не опр.
C _{ca}	121-165	150-160	1.40	не опр.	

Таблица 2. Распределение пахотных почв ЦЧР по содержанию подвижных форм калия (K ₂ O), % от обследованной площади									
Циклы	Годы	Содержание подвижного K ₂ 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

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 (интенсивность 32-74%), однако средневзвешенное содержание подвижного калия в почвах изме-

нилось 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 достаточно 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 (Соловichenko, 2002).

Возможно, что причиной «благополучия» в состоянии калийного фонда чернозёмов является некор-

Таблица 3. Динамика поступления калия в агроландшафты с минеральными и органическими удобрениями, кг K₂O 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

ректное применение методов анализа. При значениях pH = 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

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 ₁₈₀	32.5	17.6	2.29	4.60	1.5	0.39
P ₁₈₀	33.7	19.4	2.24	5.14	13.5	3.39
K ₁₈₀	30.5	19.4	2.36	4.84	6.8	1.72
N ₁₈₀ P ₁₈₀	39.4	17.9	2.26	5.78	27.6	3.47
N ₁₈₀ K ₁₈₀	35.2	18.2	2.69	5.07	11.9	1.50
P ₁₈₀ K ₁₈₀	37.1	19.6	2.42	6.06	33.8	4.25
N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	44.0	18.3	2.33	6.59	45.5	3.81

калия в почве (Прокошев, Носов, 2002). В модельных опытах установлено, что содержание подвижного калия в почве, 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 обеспечения сбалансированного минерального питания. Например, только при совместном внесении калийных, фосфорных и азотных удобрений в дозе N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ 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 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 агрохими-

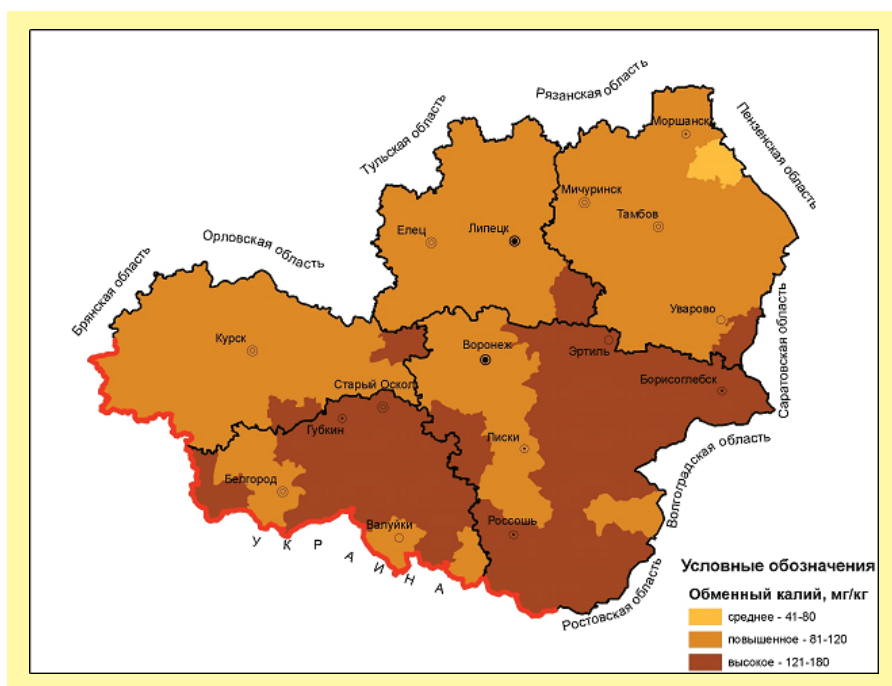


Рис. 1. Картограмма содержания подвижных форм калия в пахотных почвах ЦЧР (2003-2010 гг.)

ческой 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»

Список литературы

- Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Колос, 1977. – 416 с.
- Лукин С.В., Соловichenко 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.
- Соловichenко 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 Стоморев, 1970).

Восточная часть Ставрополья характеризуется небольшим количеством осадков и неравномерным их распределением в течение года. Так, по данным Буденновской метеостанции, среднемноголетнее годовое количество осадков в районе ее расположения составляет 354 мм. Несмотря на общую тенденцию к увеличению годового количества осадков, наблюдается цикличность повторения лет с крайне недостаточными условиями увлажнения.

В табл. 1 приведены результаты определения содержания разных форм калия в каштановых почвах в сравнении с черноземом (Багринцева, 1993). В каштановой и светло-каштановой почвах водорастворимого и подвижного калия содержится больше, чем в черноземе. В них также выше степень подвижности калия или содержание так называемого «легкообменного» калия (извлекаемого из почвы раствором хлорида кальция). Например, в светло-каштановой почве по сравнению с черноземом содержание водорастворимого калия больше в 4 раза, легкообменного – в 12 раз, а подвижного – в 2.8 раза. Как известно, обеспеченность подвижным калием возрастает от