

# 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 во-допотребление.

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 темно-каштановых к светло-каштановым почвам. В то же время, менее доступных растениям – резервных форм калия в каштановых почвах меньше, чем в черноземе. Так, содержание необменных форм калия в светло-каштановой почве в 1.5 раза меньше, чем в черноземе.

Сравнение разных типов (подтипов) почв по последовательному вытеснению калия раствором карбоната аммония (1:20) показывает, что общее количество вытесненного калия в каш-

**Таблица 1.** Содержание разных форм калия в черноземе и каштановых почвах (в слое 0–20 см), мг K<sub>2</sub>O/кг почвы

Почва	Водорастворимый (по Александрову)	Легкообменный (по Карпинскому)	Подвижный (по Мачигину)	Необменный	
				по Пчелкину	по Гедройцу
Чернозем карбонатный <sup>1</sup>	20	8	214	1260	4750
Каштановая <sup>2</sup>	16	20	277	992	3800
Каштановая <sup>3</sup>	40	60	345	700	3395
Светло-каштановая <sup>3</sup>	80	96	600	863	3254

Примечание: 1 – Шпаковский район; 2 – Буденновский район; 3 – Левокумский район.

**Таблица 2.** Результаты последовательного вытеснения калия из чернозема карбонатного и каштановых почв 1%-м раствором карбоната аммония

Почва	Содержание К в фильтратах, мг K <sub>2</sub> O/кг почвы										1-й фильтрат в % от суммы	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Сумма
Чернозем карбонатный	235	126	65	75	63	49	34	32	34	34	747	31
Каштановая	266	32	28	21	17	10	8	8	0	0	390	68
Каштановая	345	44	32	16	8	8	0	0	0	0	453	76
Светло-каштановая	606	98	49	28	12	8	0	0	0	0	801	76

тановой почве было в 1.6-1.9 раза больше, чем в черноземной (табл. 2). Однако из каштановой и светло-каштановой почв уже в первую вытяжку переходит 68-76% от всего вытесненного калия, а в черноземе в первом фильтрате обнаруживается значительно меньше калия от его общей суммы. Даже в десятую вытяжку из чернозема переходило 34 мг  $K_2O$ /кг почвы, а из каштановых и светло-каштановой почв весь подвижный калий был вытеснен на 6-ой – 8-ой процедуре. Таким образом, каштановые почвы не могут обеспечить быстрое восполнение подвижных форм калия за счет его труднодоступных форм по сравнению с черноземом. Поэтому при близком отрицательном балансе калия его запасы в доступных формах в каштановых почвах могут уменьшаться быстрее, чем в черноземах (Черкасова, 1991).

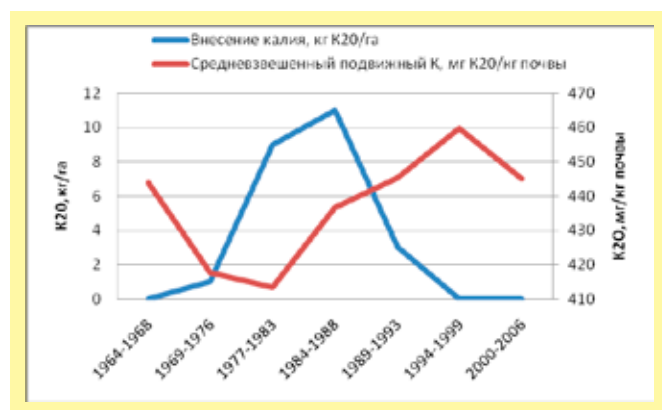
Длительное время считалось, что на каштановых почвах озимая пшеница не испытывает потребности в дополнительном внесении калия с удобрениями ввиду того, что каштановые почвы имеют более высокое содержание подвижного калия по сравнению с черноземами (Челядинов и Стоморев, 1964). Поэтому изучению влияния калийных удобрений на рост, развитие, устойчивость озимой пшеницы к болезням, засухе, неблагоприятным условиям перезимовки, на величину и качество урожая в целом уделялось недостаточно внимания. В результате к тому моменту, когда наметилась тенденция к ухудшению калийного режима каштановых почв, экспериментальных данных по эффективности калийных удобрений не оказалось. Тем не менее, снижение содержания подвижного калия в каштановых почвах, уменьшение площади пашни с повышенной и высокой обеспеченностью этой формой калия и увеличение площади пашни со средней и низкой обеспеченностью заставили рекомендовать внесение калийных удобрений под озимую пшеницу для компенсации выноса этого элемента урожаем (Карандашов и Подколзин, 1987). Однако не подкрепленные экспериментальными данными о том, дают ли калийные удобрения какой-либо эффект, кроме поддержания запасов калия в почве на определенном

уровне, эти предложения не нашли в то время поддержки у агрономов хозяйств.

На рис. 1 показано применение калийных удобрений и динамика содержания подвижного калия (по методу Мачигина) в каштановых почвах по данным нескольких туров агрохимического обследования (Подколзин, 2008). Внесение калия в рассматриваемой почвенно-климатической зоне имело место с 80-х и только до середины 90-х годов прошлого века. По усредненным данным, при внесении калийных удобрений под пшеницу после чистого пара каждые 3 кг  $K_2O$ /га повышают содержание подвижного калия в каштановых почвах на 1 мг  $K_2O$ /кг почвы. В последние годы калийные удобрения практически не применяются на каштановых почвах, и земледелие здесь ведется при отрицательном балансе калия, что уже негативно отразилось на содержании подвижного калия в почве. На основе результатов, полученных с помощью стандартного метода агрохимического обследования почв, можно сделать вывод о том, что плодородие почв по калию практически вернулось к исходному уровню 60-х годов, т.е. когда начинали активно применять калийные удобрения.

Опыты, проведенные лабораторией агрохимии Прикумского филиала (Прикумская опытно-селекционная станция) Ставропольского НИИСХ на каштановой почве с содержанием подвижного калия по Мачигину 250-300 мг  $K_2O$ /кг почвы (а это повышенный уровень), показали, что при правильном применении калийные удобрения дают существенные прибавки урожая и высокое качество зерна (Багринцева, 1996). Это, пожалуй, единственные фундаментальные исследования по питанию зерновых колосовых культур калием в данной почвенно-климатической зоне Ставрополья, результаты которых очень актуальны, особенно с учетом того, что плодородие почв по калию в последнее время стало снижаться. Основные опыты проводились для следующего севооборота: чистый пар – озимая пшеница – озимая пшеница – чистый пар – озимая пшеница – озимый ячмень. При этом фосфорные удобрения вносились только под первую озимую пшеницу после пара, т.е. 2 раза за севооборот. Следует отметить, что повторные посевы озимой пшеницы все-таки достаточно часто практикуются в хозяйствах в настоящее время.

Согласно полученным в опытах данным, у озимой пшеницы и озимого ячменя при удобрении калием наблюдалось увеличение вегетативной массы и массы сухого вещества (табл. 3). Влияние калийного удобрения четко проявлялось во все фазы развития озимой пшеницы. Относительные прибавки урожая сухого вещества за счет калийных удобрений у второй пшеницы после пара были выше, чем у первой, и это, вероятно, связано с тем, что вторая пшеница после пара хуже обеспечена калием. Так, максимум накопления сухого вещества у второй пшеницы обеспечивало внесение калия в дозе 60 кг  $K_2O$ /га, за счет которой прирост в фазе кущения составил 37%, в фазе колошения – 15%, и в фазе созревания – 10%.



**Рис. 1.** Применение калийных удобрений и средневзвешенное содержание подвижных форм калия для зоны светло-каштановых, каштановых и темно-каштановых почв Ставрополья

**Таблица 3.** Накопление абсолютно сухого вещества зерновыми культурами в севообороте, т/га (в среднем за 3 года)

Вариант опыта	Фаза развития		
	Кущение	Колошение	Созревание
<i>1-я озимая пшеница (после чистого пара)</i>			
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub>	3.32	9.02	13.65
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	3.70	9.45	14.13
<i>2-я озимая пшеница</i>			
N <sub>60</sub>	1.77	6.50	7.87
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2.43	7.45	8.67
<i>Озимый ячмень</i>			
N <sub>60</sub>	1.77	4.13	5.01
N <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	1.92	4.97	6.35

Положительное влияние калия на формирование биомассы в посевах озимого ячменя также четко проявлялось в течение всей вегетации данной культуры (табл. 3), причем в разные по погодным условиям годы. В результате внесения только 30 кг K<sub>2</sub>O/га прирост сухого вещества в посевах ячменя в фазу созревания составил 27%.

В данном опыте применение калийных удобрений положительно повлияло на структуру урожая озимой пшеницы – у первой культуры после пара повышалась общая и продуктивная кустистость, а, следовательно, количество стеблей и колосьев на 1 м<sup>2</sup> (табл. 4). Под влиянием внесенного калия несколько увеличивалась также масса соломы, колосьев и зерна с 1 м<sup>2</sup>. В результате применения калийных удобрений особенно улучшались по-

казатели продуктивности у озимой пшеницы, выращиваемой второй после чистого пара. При внесении калия число растений повысилось на 15%, стеблей – на 21%, и колосьев – на 15%. На варианте с полным минеральным питанием, где на фоне последствий фосфорных удобрений вносили азотные и калийные удобрения по 60 кг д.в./га, масса соломы выросла на 26%, колосьев – на 14% и зерна – тоже на 14%.

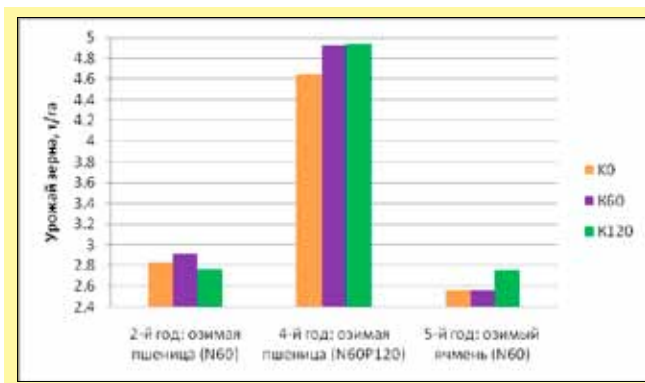
Как следует из табл. 5, урожай зерна первой озимой пшеницы после чистого пара повысился на 0.26 т/га (или на 6%) за счет применения калийных удобрений в дозе 60 кг K<sub>2</sub>O/га. На озимой пшенице, выращиваемой повторно, калий в той же дозе дал прибавку урожая зерна, равную 0.35 т/га (или 12%). Калийные удобрения давали более высокие относительные прибавки урожая у озимого ячменя – на 14%. С учетом такой хорошей отдачи от внесения небольшой дозы калия под ячмень агрономическая эффективность калийных удобрений (окупаемость 1 кг K<sub>2</sub>O прибавкой урожая зерна) в данном случае была максимальной и составила 11.7 кг/кг. Согласно оценкам, в условиях 2011 г. порог условной окупаемости хлористого калия насыпью на озимой пшенице и ячмене (без учета затрат на доставку удобрений в хозяйство, их внесение в почву, а также уборку и доработку прибавки урожая) составил около 1.5 кг зерна на 1 кг K<sub>2</sub>O. Проведенные наблюдения за последствием калийных удобрений показали, что они оказывают положительное влияние на урожайность зерновых культур не только в год внесения (рис. 2). Калийные удобрения, внесенные под первую озимую

**Таблица 4.** Структура урожая озимой пшеницы при внесении калийных удобрений (в среднем за 3 года)

Вариант опыта	Число, шт./м <sup>2</sup>			Кустистость		Масса, г/м <sup>2</sup>		
	Растений	Стеблей	Колосьев	Общая	Продуктивная	Соломы	Колосьев	Зерна
<i>1-я озимая пшеница (после чистого пара)</i>								
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub>	263	607	541	2.3	2.1	1013	557	400
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	259	627	580	2.4	2.2	1043	579	411
<i>2-я озимая пшеница</i>								
N <sub>60</sub>	199	408	389	2.1	2.9	484	427	321
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	228	493	448	2.2	2.0	612	488	367

**Таблица 5.** Влияние калийных удобрений на урожай зерна зерновых культур в севообороте (в среднем за 3 года)

Вариант опыта	Урожай зерна, т/га	Прибавка		Окупаемость 1 кг K <sub>2</sub> O прибавкой урожая, кг/кг
		ц/га	%	
<i>1-я озимая пшеница (после чистого пара)</i>				
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub>	4.23	-	-	-
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	4.49	0.26	6	4.3
<i>2-я озимая пшеница</i>				
N <sub>60</sub>	2.93	-	-	-
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3.28	0.35	12	5.8
<i>Озимый ячмень</i>				
N <sub>60</sub>	2.58	-	-	-
N <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	2.93	0.35	14	11.7



**Рис. 2.** Годы последствия калийных удобрений, внесенных в дозах 0, 60 и 120 кг K<sub>2</sub>O/га под 1-ю озимую пшеницу после чистого пара (на фоне N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>), на урожайность последующих культур севооборота

Таблица 6. Влияние калийных удобрений на качество зерна озимой пшеницы (в среднем за 3 года)			
Вариант опыта	Натура, г/л	Стекловидность, %	Клейковина, %
<i>1-я озимая пшеница (после чистого пара)</i>			
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub>	764	38	22.8
+ K <sub>60</sub>	767	43	24.9
<i>2-я озимая пшеница</i>			
N <sub>60</sub>	761	33	17.9
+ K <sub>60</sub>	763	40	21.1

пшеницу после пара, несколько повышали урожай пшеницы, выращиваемой повторно. Проявлялось последствие калия на озимой пшенице и через четыре года после его внесения. За счет последствие калийных удобрений повышался и урожай озимого ячменя – через пять лет после внесения максимальной дозы калия (120 кг K<sub>2</sub>O/га). Следовательно, при планировании системы удобрения в севооборотах стоит учитывать использование остаточного калия удобрений зерновыми культурами. В тоже время, чтобы не было миграции и накопления калия удобрений в профиле каштановых почв, доза вносимых калийных удобрений не должна превышать 60 кг K<sub>2</sub>O/га, поскольку калий удобрений слабо фиксируется в верхних горизонтах каштановой почвы.

Калию принадлежит важная роль в формировании высококачественного зерна у озимой пшеницы на каштановых почвах (табл. 6). На первой пшенице после пара положительное влияние калия на полновесность зерна сильнее всего проявилось в год, когда наблюдалась почвенная и атмосферная засуха во время колошения и налива зерна. Внесение под пшеницу хлористого калия в дозе 60 кг K<sub>2</sub>O/га повысило натуру зерна в указанном году с 709 до 727 г/л, массу 1000 зерен – с 28.6 до 31.1 г, содержание клейковины – с 20.5 до 21.5% (а показания ИДК – с 36 до 46 ед.). Такие изменения качества озимой пшеницы под влиянием калийного удобрения доказывают положительную роль калия в улучшении использования растениями азота, накопленного в чистом пару.

При применении калия в составе полного минерального удобрения особенно существенно улучшается качество зерна второй озимой пшеницы после чистого пара (табл. 6). В повторном посеве озимая пшеница при внесении в почву только азота и фосфора (последствие фосфора) дает зерно с очень низкими показателями качества. Калийное же удобрение повышает стекловидность зерна и содержание в нем клейковины. Особенно значительно (на 6% – с 19.1% до 25.1%) содержание клейковины в зерне повысилось в год, который характеризовался достаточным увлажнением во

время колошения и налива зерна. По содержанию клейковины зерно второй озимой пшеницы после чистого пара соответствовало ценному только при сбалансированном применении минеральных удобрений.

Таким образом, применение калийных удобрений позволяет получать существенные прибавки урожая зерна и улучшать его качество на каштановых почвах. При этом для второй озимой пшеницы после пара калий более важен по сравнению с предшествующей первой пшеницей. Следует отметить, что даже при повышенном классе обеспеченности каштановых почв подвижным калием, определенным с помощью стандартного метода почвенного анализа, не гарантируется, что растения будут адекватно обеспечены калием и сформируют максимально возможный урожай. Возможно, что градации по обеспеченности каштановых почв подвижным калием нуждаются в пересмотре в сторону увеличения.

*Багринцева В.Н. – заведующая отделом технологии возделывания кукурузы ВНИИ кукурузы (г. Пятигорск), доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: 75.61.795@rambler.ru.*

*Автор признателен региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России В.В. Носову за помощь в подготовке статьи.*

## Литература

- Антыков А.Я. и Стоморев А.Я. 1970. Почвы Ставропольского края и их плодородие. Ставрополь: Кн. изд-во. 413 с.
- Сельское хозяйство России. 2010. Министерство сельского хозяйства РФ. Москва. 54 с.
- Багринцева В.Н. 1993. Применение калийных удобрений под озимую пшеницу (рекомендации для Левокумского района Ставропольского края). Буденновск. 29 с.
- Черкасова Л.П. 1991. Состояние калийного режима почвы и его изменение при систематическом использовании удобрений в севооборотах: Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Москва. 24 с.
- Челядинов Г.И. и Стоморев А.Я. 1964. Ставропольский край. В кн.: Агрохимическая характеристика почв СССР (под ред. Соколова А.В.). М.: Наука. С. 144-174.
- Карандашов Л.Г. и Подколзин А.И. 1987. Химизация сельского хозяйства на Ставрополье. Ставрополь. 69 с.
- Подколзин А.И. 2008. Эволюция, воспроизводство плодородия почв и оптимизация применения удобрений в агроландшафтах Центрального Предкавказья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Москва. 45 с.
- Багринцева В.Н. 1996. Оптимизация возделывания зерновых культур в севооборотах Восточного Предкавказья: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Ставрополь.