

ния в зависимости от количества осадков в репродуктивный период зерновых культур // *Агротехника*. 2002. № 7. С. 40–46.

Окорков В.В. Удобрения, плодородие и урожай на серых лесных почвах Владимирского ополья. Суздаль, 2001. 337 с.

Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Лесдум, 2000. 184 с.

Яговенко Л.Л. Оптимизация систем удобрения в севообороте и агрохимические пути повышения плодородия серых лесных почв: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Брянск, 1995. 63 с.

## Калийное питание и продуктивность сельскохозяйственных культур на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья

Баршадская С.И., Дерка Ф.И.

**К**орневое питание растений зависит от ботанической принадлежности культур, погодных условий, интенсивности развития корневой системы, водно-физических и физико-химических свойств почвы, содержания, соотношения и доступности элементов питания.

Значение калия в питании растений показано во многих работах (Кулаковская, 1990; Минеев, 1999; Прокошев и Дерюгин, 2000). Калий принадлежит к числу важнейших биофильных элементов, необходимых для жизнедеятельности растений. Большее его количество сосредоточено в молодых органах и тканях, где происходит деление клеток, что свидетельствует об участии этого элемента питания в ростовых процессах (Полевой, 1989). Недостаточная обеспеченность растений калием, особенно на ранних стадиях развития, тормозит деление клеток и накопление вегетативной массы (Агеев и Подколзин, 2006; Баршадская, 2010). Высокая подвижность калия в растениях обуславливает его реутилизацию (повторное использование) – передвижение из старых листьев в молодые (Ониани, 1981), что важно для продолжительности жизни растений. Данный элемент способствует увеличению площади листьев, участвует в процессе фотосинтеза. Не принимая непосредственного участия в синтезе белков, калий ускоряет реакции, связанные с их образованием. При недостатке калия аммиачный азот не включается в метаболизм, что приводит к снижению содержания аминокислот в растениях (Шеуджен, 2003; Блэк, 1973; Кук, 1970).

Критический этап в питании растений калием приходится на ранний период их развития, а максимальное накопление – на период интенсивного роста

и образования вегетативной массы. Например, для сахарной свеклы обеспеченность растений калием особенно важна в период интенсивного сахаронакопления (Корниенко и др., 2011).

Опосредованно, через активизацию хлорофилла, калий участвует в энергетическом и углеводном обмене и перемещении углеводов из органов образования в органы накопления (репродуктивные органы и корнеплоды). Данному элементу питания присуща функция повышения зимостойкости и морозостойкости озимых колосовых культур, холодостойкости яровых культур (Малюга, 1992). Калий участвует в поглощении растениями воды и ее транспорте. Увеличивая гидрофильность коллоидов протоплазмы, он способствует поддержанию растительного организма в физиологически активном состоянии. При достаточном калийном питании растения становятся более устойчивыми к засухе, что особенно важно в условиях недостаточного увлажнения северной зоны Краснодарского края. Недостаточная обеспеченность растений калием затягивает развитие культур и их созревание. При оптимальном питании калием изменяется анатомическое строение растений, например, у злаков увеличивается толщина стенок соломины, что делает ее более устойчивой к полеганию. Кроме того, повышается устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям, увеличивается лежкость корнеплодов сахарной свеклы.

На Северокубанской сельскохозяйственной опытной станции Краснодарского НИИСХ в 1979–2008 гг. проводились экспериментальные исследования в агроценозе десятипольного зернопропашного севооборота: озимая пшеница – озимая пшеница – сахарная

Таблица 1. Дозы удобрений, вносимые под культуры севооборота, кг д.в./га

Вариант опыта	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Сахарная свекла	Озимая пшеница	Кукуруза	Горох	Озимая пшеница	Подсолнечник	Яровой ячмень	Кукуруза
Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NPK + навоз	60-60-60	60-60-60 + 60 т/га навоза	60-80-60	40-60-60	60 т/га навоза	25-30-30	20-40-0	40-60-0	40-60-40	40-60-40
NPK	60-60-60	60-60-60	60-80-60	40-60-60	-	25-30-30	20-40-0	40-60-0	40-60-40	40-60-40
NP	60-60-0	60-60-0	60-80-0	40-60-0	-	25-30-0	20-40-0	40-60-0	40-60-0	40-60-0
NK	60-0-60	60-0-60	60-0-60	40-0-60	-	25-0-30	20-0-0	40-0-0	40-0-40	40-0-40
PK	0-60-60	0-60-60	0-80-60	0-60-60	-	0-30-30	0-40-0	0-60-0	0-60-40	0-60-40

свекла – озимая пшеница – кукуруза – озимая пшеница (горох в 3-ей ротации) – озимая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень – кукуруза. Среднегодовое количество осадков за время исследований составило 569 мм с варьированием от 399 до 861 мм.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. На период закладки стационарного опыта (1978 г.) почва

имела следующие агрохимические показатели (слой 0-30 см): содержание гумуса – 3.9%, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 12.9 мг  $P_2O_5$ /кг почвы и 380 мг  $K_2O$ /кг почвы. Дозы удобрений под отдельные культуры севооборота представлены в табл. 1. В звене севооборота сахарная свекла – озимая пшеница – кукуруза под кукурузу минеральные удобрения не вносились (вносился навоз в дозе 60 т/га), а в звене горох – озимая пшеница – подсолнечник калийные удобрения вносили только под горох. Средние дозы минеральных и органических удобрений на гектар севооборотной площади за три ротации севооборота составили: N – 45 кг/га,  $P_2O_5$  – 53 кг/га,  $K_2O$  – 36 кг/га и навоз – 12 т/га.

Тридцатилетние наблюдения за динамикой содержания обменного калия в пахотном слое почвы по ротациям севооборота (рис. 1) свидетельствуют о том, что наибольшие потери в содержании подвижного калия в почве (на 52 мг  $K_2O$ /кг почвы или на 14%) произошли в удобряемом контрольном варианте опыта. Интересно отметить, что при использовании только азотно-фосфорных удобрений содержание подвижного калия очень резко упало во 2-ой ротации (на 61 мг  $K_2O$ /кг почвы или на 16%).

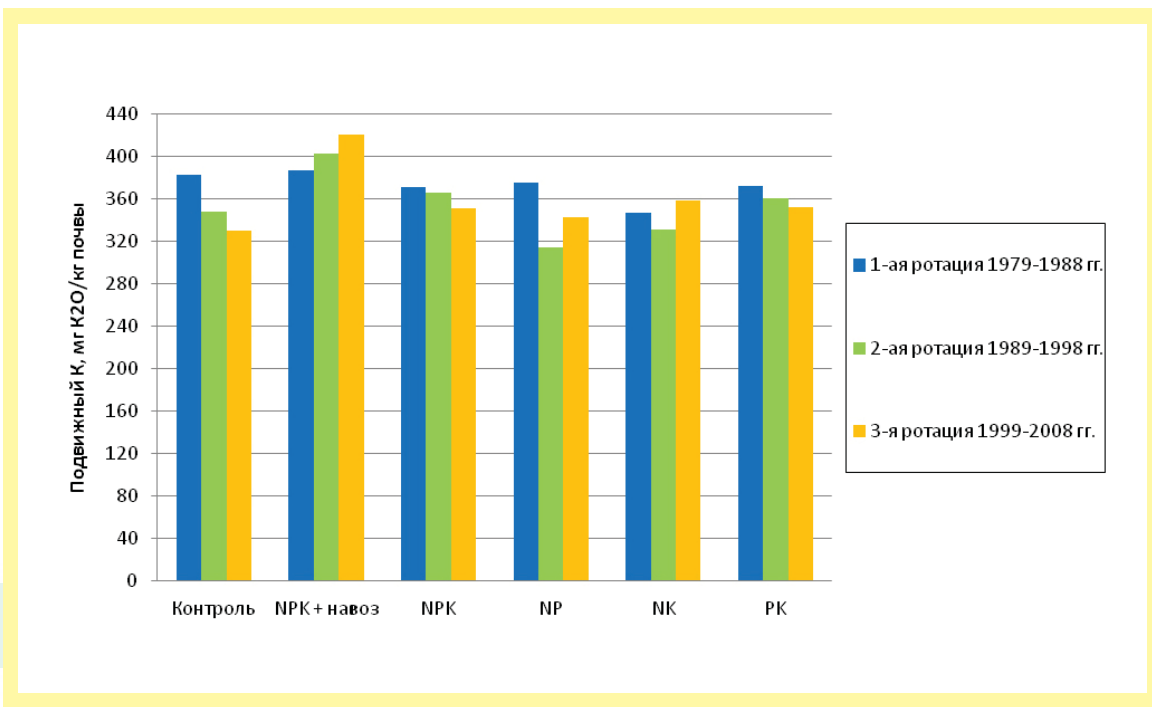


Рисунок 1. Динамика содержания подвижного калия в слое почвы 0-30 см в разных вариантах опыта по ротациям севооборота (в среднем за ротацию).

За исключением варианта с внесением минеральных удобрений на фоне навоза, заметное снижение содержания подвижного калия (на 2-9%) во 2-ой ротации наблюдалось и в остальных вариантах опыта. Это объясняется тем, что данная ротация (1989-1998 гг.) совпала со среднесухим циклом увлажнения, что способствовало фиксации почвой ионов калия. Увеличение содержания подвижного калия в 3-ей ротации (1999-2008 гг.) в варианте без внесения калийных удобрений (на 28 мг  $K_2O$ /кг почвы или на 9%), по-видимому, связано с обратным процессом, т.е. с высвобождением калия из необменной формы.

Все вышеуказанные изменения происходили в границах класса высокой обеспеченности почвы подвижным калием (301-400 мг/кг почвы). При органо-минеральной системе применения удобрений более высокие дозы внесения элементов питания в почву, включая калий, привели к накоплению подвижного калия в почве, и переходу почвы в категорию очень высоко обеспеченной подвижным калием.

Учет урожайности сельскохозяйственных культур за три ротации зернопропашного севооборота показал (табл. 2), что максимальная продуктивность достигалась при внесении минеральных удобрений на

Таблица 2. Урожайность культур севооборота в среднем за 3 ротации.

Вариант опыта	Озимая пшеница		Горох		Яровой ячмень		Кукуруза		Подсолнечник		Сахарная свекла	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	2.96	-	2.09	-	3.00	-	5.01	-	2.30	-	29.5	-
NPK + навоз	5.27	2.31	2.48	0.39	4.39	1.39	6.00	0.99	2.73	0.43	45.0	15.5
NPK	4.91	1.95	2.38	0.29	4.25	1.25	5.55	0.54	2.67	0.37	42.7	13.2
NP	4.73	1.77	2.28	0.19	4.08	1.08	4.92	-0.09	2.65	0.35	39.1	9.6
NK	3.77	0.81	2.36	0.27	3.65	0.65	5.26	0.25	2.43	0.13	36.0	6.5
PK	3.63	0.67	2.39	0.30	3.47	0.47	5.06	0.05	2.55	0.25	36.8	7.3

Примечание: 1 – урожай товарной продукции, т/га; 2 – прибавка урожая, т/га. Для всех культур, кроме гороха, урожайные данные представлены за 30 лет (1979-2008 гг.), для гороха – за 10 лет (1999-2008 гг.).

**Таблица 3.** Технологическое качество товарной продукции культур в среднем за 3 ротации.

Вариант опыта	Белок								Масло		Сахар	
	Озимая пшеница		Горох		Яровой ячмень		Кукуруза		Подсолнечник		Сахарная свекла	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	11.4	0.34	23.3	0.49	11.2	0.34	9.2	0.46	51.2	1.18	15.7	4.63
NPK + навоз	13.2	0.70	25.1	0.62	11.8	0.52	11.5	0.69	50.7	1.38	15.6	7.02
NPK	12.8	0.63	25.3	0.60	11.8	0.50	11.6	0.64	51.0	1.36	16.0	6.83
NP	12.5	0.59	25.1	0.57	11.6	0.47	10.5	0.52	51.0	1.35	15.8	6.18
NK	12.3	0.46	24.9	0.59	11.5	0.42	11.3	0.59	52.8	1.28	15.2	5.47
PK	11.2	0.41	24.1	0.58	10.7	0.37	9.2	0.47	52.4	1.34	16.1	5.92

Примечание: 1 – содержание, %; 2 – сбор, т/га (средние значения за то же количество лет, что и в табл. 2).

фоне последствия навоза. На втором месте по достигнутому уровню урожайности практически для всех культур севооборота был вариант с применением полного минерального удобрения без навоза.

При достигнутом в опыте уровне продуктивности сельскохозяйственных культур применение калийных удобрений в среднем за три ротации севооборота повышало урожай зерна озимой пшеницы на 0.18 т/га, гороха – на 0.10 т/га, а ярового ячменя – на 0.17 т/га. В процентном выражении прибавка урожайности всех трех указанных культур была равной и составила только 4%. Прибавка урожая зерна кукурузы и корнеплодов сахарной свеклы в результате внесения калийных удобрений была гораздо существеннее и в среднем за период наблюдений составила соответственно 0.63 т/га (13%) и 3.6 т/га (9%).

Таким образом, даже при высокой обеспеченности пахотного слоя чернозема обыкновенного подвижными формами калия исключение этого элемента питания из состава удобрений снижало продуктивность возделываемых культур. При этом наибольшим недобором урожая при внесении только азотно-фосфорных удобрений отличались пропашные культуры – сахарная свекла и кукуруза.

Изучение качества основной продукции сельскохозяйственных культур свидетельствует о том, что при оптимальной обеспеченности растений элементами питания, в том числе и калием, повышается содержание белка в зерне зерновых и зернобобовых культур (табл. 3). Так, благодаря применению калийных удобрений содержание белка в зерне кукурузы в среднем за три ротации севооборота выросло больше всего – на 1.1%, а в зерне озимой пшеницы, ярового ячменя и гороха на 0.2-0.4%. В результате применения калийных удобрений белковая продуктивность зерна кукурузы и остальных зерновых и зернобобовых культур в среднем выросла на 0.12 и 0.03-0.04 т/га соответственно. При внесении изученных доз калийных удобрений не было их последствия на качество семян подсолнечника (содержание масла). Благодаря применению калийных удобрений сахаристость сахарной свеклы выросла несильно – в среднем на 0.2%, но в результате заметного прироста урожайности сбор сахара повысился на 0.65 т/га. В целом, лучшие показатели качества у всех культур севооборота достигались при внесении навоза в дополнение к минеральным удобрениям.

Таким образом, при достигнутом в опыте уровне урожайности сельскохозяйственных культур применение калийных удобрений способствовало повыше-

нию продуктивности растений и улучшению качества получаемой продукции, несмотря на высокую обеспеченность обыкновенного тяжелосуглинистого чернозема подвижными формами калия. Максимальный эффект от внесенного в почву калия наблюдался на таких калиелюбивых культурах, как сахарная свекла и кукуруза. Согласно полученным данным, для поддержания запасов обменного калия в черноземе обыкновенном Западного Предкавказья и получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо внесение калийных удобрений в среднем в дозе 36 кг K<sub>2</sub>O из расчета на один гектар севооборотной площади.

*Баршадская С.И. – заведующая отделом земледелия и защиты почв от эрозии Северокубанской сельскохозяйственной опытной станции Краснодарского НИИ-ИСХ (ст. Ленинградская, Краснодарский край), доктор сельскохозяйственных наук.*

*Дерека Ф.И. – преподаватель кафедры общего земледелия Кубанского государственного аграрного университета, кандидат сельскохозяйственных наук.*

## Литература

- Кулаковский Т.Н., 1990. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: Агрохимиздат. 219 с.
- Минеев В.Г., 1999. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ. 332 с.
- Прокошев В.В. и Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум, 2000. 184 с.
- Полевой В.В., 1989. Физиология растений. М.: Высшая школа. 464 с.
- Агеев В.В. и Подколзин А.И., 2006. Агрохимия, Т. 2. Ставрополь. 276 с.
- Баршадская С.И., 2010. Продуктивность озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края (2-ое дополненное издание). Краснодар. 254 с.
- Ониани О.Г., 1981. Агрохимия калия. М.: Изд-во МГУ. 200 с.
- Шеуджен А.Х., 2003. Биогеохимия. Майкоп. С. 145-153.
- Блэк К.А., 1973. Растения и почва. М.: Колос. 503 с.
- Кук Дж., 1970. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос. 520 с.
- Корниенко А.В., Бражник А.П. и Баршадская С.И., 2011. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество сахарной свеклы на черноземе карбонатном (обыкновенном) Западного Предкавказья. Рамонь. 235 с.
- Малюга Н.Г., 1992. Озимая сильная пшеница на Кубани. Краснодар: Кн. изд-во. 240 с.