

## Накопление и использование $K_2O$ посевами яровой твёрдой пшеницы и озимой ржи в весенне-летний период на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья\*

*В.Ю. Скороходов, к.с.-х.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН*

Одним из важных элементов питания растений является калий, вынос которого из почвы культурными растениями больше других макроэлементов (фосфора, а нередко азота) [1].

По мнению В.Г. Минеева [2], В.В. Прокошева и И.П. Дерюгина [3], калий играет особую роль в регуляции водного обмена, а высокая обеспеченность им способствует увеличению устойчивости культурных растений к неблагоприятным внешним факторам. В своих работах К.В. Павлов [4] утверждает, что учёными доказано положительное влияние калия на ускорение фотосинтеза, так как активизируются ферменты, которые участвуют в образовании АТФ. Калий стимулирует отток углеводов в место их дислокации и потребления, повышает стрессоустойчивость растений и защи-

щенность от различных грибковых поражений, участие в азотном обмене.

В основе получения высоких и устойчивых урожаев стоит восстановление и повышение плодородия почвы, улучшение почвенного питания, которое связано с регулированием деятельности полезной почвенной микрофлоры и её взаимоотношениями с растениями. Почвенные микроорганизмы обладают мощным ферментативным аппаратом, являются обязательной составляющей любой биоагроэкосистемы, выполняют многообразные функции в круговороте веществ и обеспечивают постоянное функционирование всей экосистемы в целом [5–7].

Важным почвенным показателем является уровень плодородия почвы, и в его сохранении состоит основная задача современного земледелия [8].

\* Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2018–2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003)

Для научно обоснованного применения калийных удобрений необходима реальная оценка запасов разных форм калия в почве, что позволяет делать прогноз калийного режима почвы, помогает рациональному потреблению калийных удобрений и поддерживает необходимый баланс калия в системе растения – почва. Согласно постановлению Правительства РФ от 22 июля 2011 г. № 612 «Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» определены критерии существенного изменения плодородия земель сельскохозяйственного назначения, при которых содержание органического вещества (гумуса) в пахотном горизонте снижается на 15 % и более, кислотности в кислых почвах (рН KCL) – от 10 % [9]. При этом причиной такого снижения плодородия является нарушение установленных требований рационального использования земли. Условие: должны измениться не менее трёх из перечисленных критериев.

Степень обеспеченности почв подвижными формами калия представляет совокупность водорастворимого и обменного его форм, которые в совокупности представляют величину подвижного калия, необходимого растениям [10, 11].

Сопоставление количественного содержания обменного калия в почвах с урожайностью сельскохозяйственных культур в полевых опытах и производственных посевах показывает, что данная форма отражает обеспеченность растений в калийном питании и служит критерием потребности в удобрениях.

Содержание обменного калия в почве является основным показателем в диагностике растений, который свидетельствует об уровне обеспеченности калием, но это не единственная форма калия, питающая растения. В зависимости от метеоусловий, минералогического состава почвы и возделывания различных культур участие других форм калия в питании растений за ротацию севооборота может достигать уровня содержания обменного калия. Вместе с тем определить форму калия, участвующую в питании растений, практически невозможно.

За ротацию севооборота сельскохозяйственными культурами выносятся значительное количество обменного калия, порой превышая его запасы в почве, что свидетельствует о реализации ресурсов необменного калия.

Внесение калийных удобрений независимо от дозы повышает содержание подвижных форм калия практически во всех типах почв [12]. Поскольку большая часть корневой системы сельхозкультур сосредоточена в пахотном слое почвы, происходит истощение доступных запасов, прежде всего в слое 0–25 см, и в этом случае калий подпахотных горизонтов почв (при

внесении минеральных удобрений происходит накопление калия не только в пахотном слое, но и за пределом метрового) играет важную роль в питании растений [13].

**Цель исследования** – изучить влияние предшественников и удобрений на содержание калия ( $K_2O$ ) в почве под посевами яровой твёрдой пшеницы и озимой ржи в весенне-летний период.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования были яровая твёрдая пшеница по различным видам пара (чёрный кулисный, почвозащитный, сидеральный) и непаровым предшественникам (озимая рожь, бессменный посев яровой твёрдой пшеницы), а также озимая рожь по чёрному кулисному пару.

Расположение опытного участка – 51.775125° с.ш. и 55.306547° в.д. Почва представлена чернозёмом южным на тёмно-бурых карбонатных древнеаллювиальных опесчаненных суглинках. В метровом слое отмечается присутствие карбонатов в виде псевдомицелия и бурное вскипание с поверхности почвы от действия соляной кислоты.

Содержание гумуса (по Тюрину) в верхнем пахотном (0–30 см) слое почвы составляет от 3,2 до 4,0 %, общего азота – 0,20–0,30 %, доступного фосфора (по Мачигину) – 1,5–2,5 мг на 100 г почвы и обменного калия (по Бровкиной) – 30–38 мг.

Объёмная масса пахотного (0–30 см) слоя почвы составляет 1,14 на 1 см<sup>3</sup>.

По многочисленным данным Оренбургской метеообсерватории среднее количество осадков за год составляет 393 мм, и основная их масса выпадает в тёплый период с апреля по октябрь. ГТК составляет 0,70, что является показателем засушливости вегетационного периода и низкой обеспеченности растений влагой. Высота снежного покрова в холодный период достигает 50 см и более. Почва промерзает на глубину 65–83 см. Минимальная температура воздуха достигает отметки от –43 до –49 °C [14, 15].

Схема эксперимента включала следующие варианты: I – выращивание яровой твёрдой пшеницы по чёрному пару, по почвозащитному пару, по сидеральному пару, по озимой ржи, бессменный посев твёрдой пшеницы; II – выращивание озимой ржи по чёрному кулисному пару.

Размер делянок первого порядка составлял 14,4×30 м (432 м<sup>2</sup> интенсивный фон) и 14,4×60 (864 м<sup>2</sup> неудобренный фон), второго порядка – 7,2×30 м (216 м<sup>2</sup> интенсивный фон) и 7,2×60 м (432 м<sup>2</sup> – неудобренный фон).

На интенсивном фоне вносили минеральные удобрения  $N_{40}P_{40}$ , а в качестве подкормки озимой ржи применяли аммиачную селитру в норме 30 кг на 1 га.

**Результаты исследования.** На протяжении длительного времени (18 лет) в условиях многолетнего стационарного опыта проводилось изучение количественного содержания  $K_2O$  в почве, в вариантах с озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей (в том числе возделываемой бессменно), его влияния на урожайность этих культур по различным предшественникам.

В нашем исследовании на формирование урожайности яровой твёрдой пшеницы и озимой ржи оказывали влияние разные погодноклиматические условия. В годы исследования выпало различное количество осадков, от наименьшего в 2010 г. (47 мм), что составляло 70 % меньше нормы (155 мм), до самого большого в 2000 г. (310 мм или +100 % к среднемноголетней норме).

Выпадение осадков ниже среднемноголетних показателей отмечалось 13 из 18 лет. На фоне снижения выпадения атмосферных осадков наблюдалось увеличение температуры воздуха.

За вегетационный период в среднем за 18 лет исследования температура воздуха составляла +20,2°C, что на 1,1°C превышало среднемноголетние показатели. Резкие изменения погодных условий создают дополнительную стрессовую ситуацию для произрастания растений, а также влияют на жизнедеятельность почвенной биоты, на накопление и потребление элементов питания в почве (в частности  $K_2O$ ).

Установлены существенные различия в содержании обменного и других форм калия в свежих (влажных) образцах и образцах почвы, высушенных до воздушно-сухого состояния. Результаты анализа образцов пахотного и подпахотного слоёв почвы при естественной полевой влажности (невысушенных) почти всегда дают более высокие значения по сравнению с высушенными образцами. В нашем исследовании мы использовали высушенные образцы почвы.

В таблице 1 представлены данные в среднем за 18 лет исследования (с 2000 по 2017 гг.),

которые свидетельствуют о преимуществе в накоплении  $K_2O$  при внесении минеральных удобрений. Так, в период посева разница в содержании  $K_2O$  по фону питания отмечается в пользу удобренного фона. На яровой твёрдой пшенице преимущество удобренного фона над обычным по содержанию калия в зависимости от предшественника составляет: по чёрному пару – 4,4 %, по почвозащитному – 8,4 %, по сидеральному – 7,0 %, по озимой ржи – 10,4 %, в бессменном посеве – 3,1 %.

На варианте озимая рожь по чёрному пару при применении удобрений возрастает содержание калия, к периоду посева ранних зерновых возросло на 11,4 %.

От периода посева ранних зерновых до момента уборки яровой твёрдой пшеницы и озимой ржи отмечается общее снижение содержания калия на всех вариантах опыта как на удобренном, так и неудобренном фоне (рис. 1, 2). Это связано в первую очередь с выносом калия из почвы культурными растениями. К уборке твёрдой пшеницы и озимой ржи сокращается разница в содержании калия между удобренным и неудобренным фоном. Так, к уборке на яровой пшенице она составляет: по почвозащитному – 7,8 %, по сидеральному – 5,7 %, по озимой ржи – 7,3 %, при бессменном возделывании – 3,0 %. К уборке озимой ржи на удобренном фоне в сравнении с неудобренным содержание калия в почве было выше на 10,6 %. Процентное сокращение разницы в содержании калия между фонами питания к уборке говорит об интенсивном использовании этого элемента в формировании урожайности основной культуры (как и сорных растений) на удобренном фоне питания.

Несмотря на большую вегетативную массу и урожайность в посевах озимой ржи аккумулировалась большее количество  $K_2O$  как на удобренном, так и на обычном фоне. Исходя из этого, мы делаем вывод о том, что посеы озимой ржи способствуют увеличению запасов калия в почве (наряду с его потреблением) к

1. Содержание калия ( $K_2O$ ) в пахотном слое почвы в период посева и уборки яровой твёрдой пшеницы в зависимости от интенсивности фона питания (в среднем за 2000–2017 гг.)

Вариант		Срок определения содержания $K_2O$					
		в период посева			в период уборки		
		фон питания			фон питания		
		А	В	среднее по фонам	А	В	среднее по фонам
I – яровая твёрдая пшеница	по чёрному куливному пару	42,5	40,7	41,6	43,4	39,3	41,4
	по почвозащитному пару	42,5	39,2	40,8	41,5	38,5	40,0
	по сидеральному пару	42,7	39,9	41,3	38,9	36,8	37,8
	по озимой ржи	45,8	41,5	43,6	42,8	39,9	41,3
	бессменный посев	39,3	38,1	38,7	34,1	33,1	33,3
II – озимая рожь по чёрному куливному пару		43,1	38,7	40,9	43,9	39,7	41,8

Примечание: А – интенсивный (удобренный) фон; В – обычный (без удобрения)

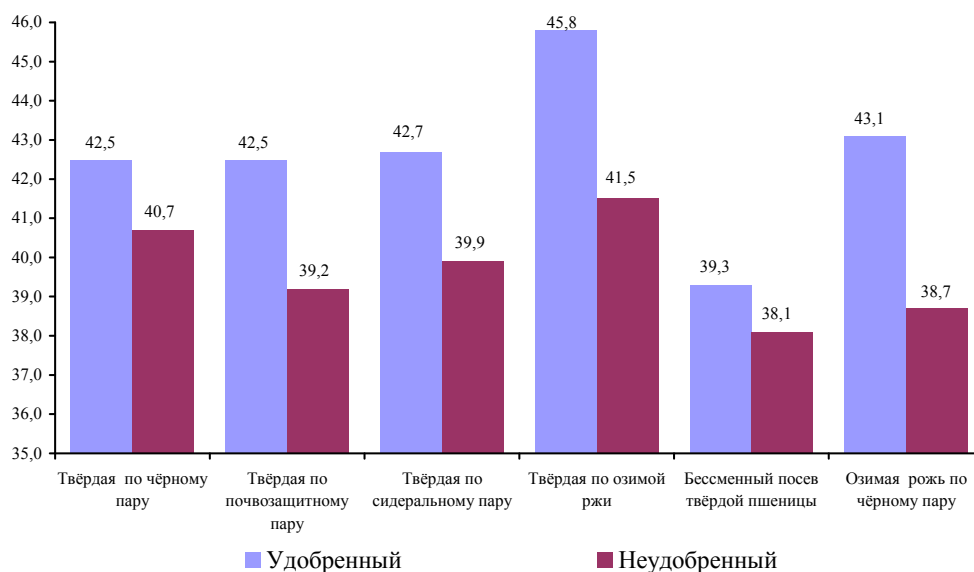


Рис. 1 – Уровень содержания калия в пахотном (0–30 см) слое в период посева ранних зерновых под твёрдой пшеницей и озимой рожью, мг на 100 г почвы

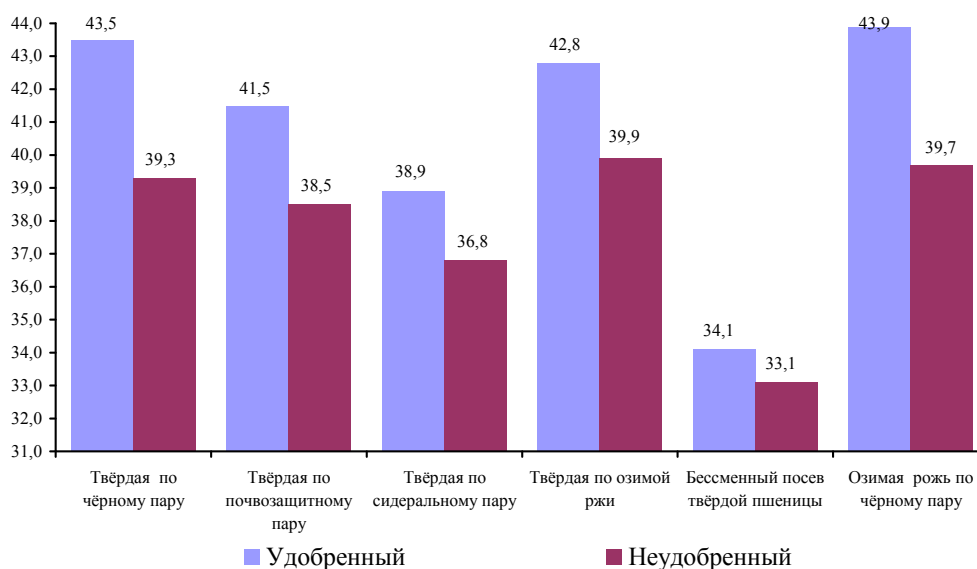


Рис. 2 – Уровень содержания калия в пахотном (0–30 см) слое в период уборки твёрдой пшеницы и озимой ржи, мг на 100 г почвы

моменту своего отрастания весной и к уборке в летний период.

В наших опытах в среднем за 18 лет исследования исключением в содержании калия к периоду уборки является выращивание яровой твёрдой пшеницы по чёрному кулисному пару, когда разница между фонами составляла 10,7 % в пользу удобренного (хотя в весенний период – 4,4 %). По нашему мнению, данное обстоятельство возникает в результате ряда засушливых лет, когда посевы твёрдой пшеницы гибнут или находятся в угнетённом состоянии и не используют  $K_2O$ , который сохраняется в почве.

В таблице 2 приведён материал содержания  $K_2O$  в период посева твёрдой пшеницы по годам исследования, по которой видно, что самый

низкий показатель калия содержится в почве при бессменном возделывании.

В засушливые годы содержание калия в почве в наших опытах было выше на фоне без применения удобрений (примером этому является 2010 г.).

Показатели содержания калия, особенно в засушливые годы, были выше в посевах озимой ржи, что подтверждается данными таблиц 2 и 3.

Количественное содержание калия в почве от посева до уборки твёрдой пшеницы во многом зависит от увлажнённости почвы. В годы с обильным выпадением осадков за вегетационный период (2003 г.) наблюдалось увеличение содержания калия в почве как на удобренном,

2. Содержание калия (K<sub>2</sub>O) в пахотном (0–30 см) слое в почве в период посева яровой твёрдой пшеницы в зависимости от предшественника и фона питания

Год	Вариант											
	I – яровая твёрдая пшеница										II – озимая	
	по чёрному кулисному пару		по почво-защитному пару		по сидеральному пару		по озимой ржи		бессменный посев		рожь по чёрному кулисному пару	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2000	47,9	44,3	51,5	44,1	47,9	43,6	59,2	47,8	37,1	39,0	43,2	39,0
2001	49,7	44,5	50,3	43,1	44,6	51,2	51,1	48,4	47,4	43,6	44,9	42,7
2002	41,8	43,6	47,7	44,0	46,4	41,5	46,0	45,5	43,1	42,3	55,9	38,9
2003	43,1	39,8	41,4	34,8	40,8	34,3	39,3	41,3	37,1	42,2	35,3	35,2
2004	45,9	37,8	42,3	37,8	46,4	39,9	44,6	39,4	41,7	34,3	43,1	39,0
2005	43,2	48,8	50,6	49,2	45,9	43,2	58,3	44,1	43,2	49,0	34,1	41,3
2006	49,7	49,8	51,2	51,2	49,3	50,2	50,3	42,8	38,9	38,4	44,3	41,3
2007	49,8	37,1	42,2	35,8	46,6	34,9	52,0	40,9	42,8	39,0	50,4	36,1
2008	43,4	42,7	42,3	30,1	47,4	38,9	46,5	43,2	41,3	39,3	43,5	44,6
2009	44,0	35,3	40,4	37,8	36,1	37,5	39,0	37,1	33,8	33,4	40,0	33,0
2010	35,8	43,2	36,7	42,1	40,3	40,3	38,9	43,6	41,2	40,8	58,4	39,4
2011	41,6	37,5	41,6	37,5	41,7	37,5	44,5	38,9	37,1	36,5	39,9	39,8
2012	39,9	44,2	40,8	41,7	41,7	40,3	47,0	42,2	38,4	38,9	40,0	36,1
2013	35,7	34,7	30,7	31,0	41,2	37,5	43,6	40,3	33,8	30,6	38,4	38,8
2014	37,4	38,0	30,6	31,3	38,6	36,2	41,7	34,5	37,5	35,2	37,1	34,6
2015	42,5	35,6	41,1	37,2	36,7	35,3	41,7	37,5	41,2	37,0	41,6	37,0
2016	38,2	40,1	39,9	38,0	42,8	40,8	43,5	39,9	38,7	35,4	43,7	41,7
2017	36,3	36,2	43,5	38,9	35,2	36,1	37,4	40,3	33,0	30,4	41,8	37,5
НСР <sub>0,05</sub>	2,4	2,3	3,1	3,0	2,2	2,4	2,4	1,8	1,9	2,4	2,8	1,5
	2,7		2,0		2,1		2,5		1,6		2,9	

Примечание: А – интенсивный (удобренный) фон; В – обычный (без удобрения)

3. Содержание калия (K<sub>2</sub>O) в пахотном (0–30 см) слое в почве в период уборки яровой твёрдой пшеницы в зависимости от предшественника и фона питания

Год	Вариант											
	I – яровая твёрдая пшеница										II – озимая	
	по чёрному кулисному пару		по почво-защитному пару		по сидеральному пару		по озимой ржи		бессменный посев		рожь по чёрному кулисному пару	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2000	51,6	39,1	51,1	44,6	53,5	45,2	55,9	47,0	37,0	39,4	49,2	39,8
2001	45,8	37,2	43,7	37,2	42,3	43,2	47,0	45,0	31,5	27,8	42,7	38,9
2002	42,9	43,6	49,8	33,8	43,6	38,0	42,7	38,2	40,3	38,6	59,1	43,6
2003	59,1	37,5	48,1	36,1	38,9	35,8	46,4	41,3	33,3	32,0	50,2	38,9
2004	42,7	38,0	36,3	37,8	34,8	33,5	40,3	54,2	38,9	34,3	37,4	33,0
2005	48,9	49,0	42,9	46,4	32,4	34,7	45,2	39,1	37,8	38,9	37,6	46,3
2006	49,7	40,9	45,0	46,1	39,4	39,8	45,1	43,8	33,4	34,3	43,0	42,8
2007	39,6	35,4	39,3	39,4	37,2	32,9	40,0	27,4	35,7	30,6	41,6	43,2
2008	53,5	47,9	42,7	45,1	39,4	36,6	47,4	41,3	37,5	37,5	54,9	43,6
2009	34,8	34,3	37,2	36,6	33,4	31,6	32,4	30,6	31,3	32,0	38,1	37,5
2010	39,7	40,3	40,4	39,8	38,4	41,2	44,5	40,3	33,0	35,3	42,3	40,8
2011	39,4	42,7	43,2	42,6	38,0	38,0	45,5	45,4	35,9	36,1	44,8	39,5
2012	38,9	34,3	42,6	30,6	37,2	30,6	39,9	37,2	29,7	23,7	41,7	32,0
2013	34,8	33,8	30,4	30,6	35,6	33,8	41,2	37,5	33,8	30,6	40,9	41,7
2014	40,9	38,2	33,5	32,5	37,1	35,3	36,6	35,6	31,6	30,1	43,2	37,5
2015	44,6	41,2	40,9	41,0	39,2	36,3	38,4	39,2	32,4	32,5	43,2	39,4
2016	40,7	39,9	42,0	40,8	44,5	41,7	46,1	42,2	34,7	32,6	43,0	42,6
2017	34,8	33,8	37,2	32,2	35,2	34,3	35,6	33,4	27,9	28,8	38,1	33,8
НСР <sub>0,05</sub>	3,5	2,3	2,7	2,6	2,5	2,1	2,7	3,2	1,7	2,2	3,0	2,0
	3,0		2,8		1,5		2,7		1,4		2,9	

Примечание: А – интенсивный (удобренный) фон; В – обычный (без удобрения)

так и неудобренном фонах. В таблице 4 приведены данные прироста и расхода калия в пахотном слое почвы за период вегетации по различным вариантам опыта. В таблице прослеживается тенденция устойчивого увеличения этого элемента во влажные годы на двух фонах питания.

**Выводы.** 1. Внесение минеральных удобрений увеличивает содержание K<sub>2</sub>O в почве.

2. В течение вегетационного периода в виду потребления калия растениями его количество к уборке снижается.

3. Посевы озимой ржи способствуют увеличению калия в почве.

4. Прирост (или расход) калия в пахотном (0–30 см) слое почвы в период посева ранних яровых до уборки яровой твёрдой пшеницы и озимой ржи в зависимости от фона питания и предшественника (мг на 100 г сухой почвы)

Год	Вариант											
	I – яровая твёрдая пшеница										II – озимая рожь по чёрному кулискому пару	
	по чёрному кулискому пару		по почво-защитному пару		по сидеральному пару		по озимой ржи		бессменный посев		A	B
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
2000	+3,7	-5,2	0,0	+0,5	+5,6	+1,6	-3,3	-0,8	-0,1	+0,4	+6,0	+0,8
2001	-3,9	-7,3	+6,6	-5,9	-1,4	-8,0	-6,4	-3,4	-15,9	-15,8	-2,2	-3,8
2002	+1,1	0,0	+2,1	-10,2	-2,8	-3,5	-7,8	-7,3	-2,8	-3,7	+13,2	+4,7
2003	+16,0	-2,3	+6,7	+1,3	-1,9	+1,5	+7,1	0,0	-3,8	-10,2	+14,9	+3,7
2004	-3,2	+0,4	-6,0	+0,2	-11,6	-6,4	-4,3	+14,8	-2,8	0,0	-5,7	-6,0
2005	+5,7	+0,2	-7,7	-2,8	-13,5	-8,5	-13,1	-5,0	-5,4	-10,1	+3,5	+5,0
2006	0,0	-8,9	-6,2	-5,1	-9,9	-10,4	-5,2	+1,0	-5,5	-4,1	-1,3	+1,5
2007	-10,2	-1,7	-2,9	+3,6	-9,4	-2,0	-12,0	-13,5	-7,1	-8,4	-8,8	+7,1
2008	+10,1	+5,2	+0,4	+15,0	-8,0	-2,3	+0,9	-1,9	-3,8	-1,8	+11,4	-1,0
2009	-9,2	-1,0	-3,2	-1,0	-2,7	-5,9	-6,6	-6,5	-2,5	-1,4	-1,9	+4,5
2010	+3,9	-2,9	+3,7	-2,3	-1,9	+0,9	+5,6	-3,3	-8,2	-5,5	-16,1	+1,4
2011	-2,2	+5,2	+1,6	+5,1	-3,7	+0,5	+1,0	+6,5	-1,2	-0,4	+4,9	-0,3
2012	-1,0	-9,9	+1,8	-11,1	-4,5	-9,7	-7,1	-2,3	-8,7	-15,2	+1,7	-4,1
2013	-0,9	-0,9	-0,3	-0,4	-5,6	-3,7	-2,4	-2,8	0,0	0,0	+2,5	+2,9
2014	+3,5	+0,2	+2,9	+1,2	-1,5	-0,9	-5,1	+1,1	-5,9	-5,1	+6,1	+2,9
2015	+2,1	+5,6	-0,2	+3,8	+2,5	+1,0	-3,3	+1,7	-8,8	-1,8	+1,6	+2,4
2016	+2,5	-0,2	+2,1	+2,8	+1,7	+0,9	+2,6	+2,3	-4,0	-2,8	-0,7	+0,9
2017	-1,5	-2,4	-6,3	-6,7	0,0	-1,8	-1,8	-6,9	-4,2	-1,6	-3,7	-3,7
НСР <sub>0,05</sub>	3,2	2,2	2,2	3,1	2,6	2,1	2,8	3,1	1,9	2,6	3,9	1,8
	3,6		3,7		2,1		3,3		1,7		4,0	

Примечание: А – интенсивный (удобренный) фон; В – обычный (без удобрения)

4. В посевах яровой твёрдой пшеницы, возделываемой бессменно, самый низкий уровень содержания калия в почве.

5. На содержание калия в почве в наших опытах оказывают предшественники, фон питания и погодные факторы.

### Литература

1. Прянишников Д.Н. Калийные удобрения // Избранные сочинения. Т. 3. М.: Сельхозиздат, 1953. С. 137–182.
2. Минеев В.Г. Агрохимические и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ, 1999. 332 с.
3. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум, 2000. 185 с.
4. Павлов К.В. Влияние агрохимических средств на калийное состояние дерново-подзолистой почвы и доступность калия для растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2006. 108 с.
5. Никитин С.Н. Влияние средств химизации и биологизации на урожайность озимой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 24–29.
6. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье. Ульяновск: Изд-во ИПК «Венец Ул. ГТУ», 2014. 135 с.
7. Никитин С.Н., Орлов А.В. Применение биологических препаратов на яровой пшенице // Земледелие. 2009. № 4. С. 20–22.
8. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в степных агроландшафтах Республики Башкортостан / К.З. Халиуллин, Т.И. Киекбаев, С.А. Лукьянов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 34–36.
9. Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения: постановление Правительства Российской Федерации от 22 июля № 612.
10. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум. 2000. 185 с.
11. Бурховецкая А.К. Формы калия в почвах Западной Сибири // Агрохимические свойства почв и приёмы их регулирования. IV Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения: матер. междунар.-практич. конф. Новосибирск, 2007. С. 394–399.
12. Лессовая Г.М. Оптимизация содержания нитратов в овощах и картофеле, выращиваемых на чернозёме выщелочном: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2002. 223 с.
13. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность чернозёмов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1994. 73 с.
14. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 26 с.
15. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 170 с.