

УДК 631.811.3:633.11"324":631.445.4

## **ПРИМЕНЕНИЕ ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ КОМПАНИИ ПАО «УРАЛКАЛИЙ» В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Агафонов Е.В.<sup>1</sup>, Назаренко А.А.<sup>2</sup>, Громаков А.А.<sup>1</sup>, Турчин В.В.<sup>1</sup>, Каменев Р.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Донской государственный аграрный университет (346493, п. Персиановский, Октябрьский район, Ростовская область, Россия), e-mail: dgau-web@mail.ru;

<sup>2</sup>ПАО «Уралкалий» Московское представительство Дирекция по продажам и маркетингу (123317, Пресненская набережная, д. 10, блок С, этаж 29, Москва, Россия), e-mail:msc@msc.uralkali.com

**В статье представлены данные о влиянии хлористого калия производства ПАО «Уралкалий» марки «Гранулированный» 1 сорта на урожайность озимой пшеницы при проведении исследований в условиях Октябрьского района Ростовской области на черноземе обыкновенном. Установлено, что максимальная урожайность зерна озимой пшеницы – 5,24 т/га получена на варианте N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>, практически такая же – при внесении N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 5,22 т/га при продуктивности на контроле 4,17 т/га. Определено, что увеличение дозы калия до 120 кг/га на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> и N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>, а по фону N<sub>150</sub>P<sub>120</sub> – до 90 кг/га приводило к существенному уменьшению эффекта от калия.**

Ключевые слова: озимая пшеница, хлористый калий, почва, урожайность.

## **APPLICATION OF POTASSIUM CHLORIDE OF PJSC "URALKALIY" IN WINTER WHEAT ON ORDINARY BLACK SOIL ROSTOV REGION**

**Agafonov E.V.<sup>1</sup>, Nazarenko A.A.<sup>2</sup>, Gromakov A.A.<sup>1</sup>, Turchin V.V.<sup>1</sup>, Kamenev R.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Donskoy State Agrarian University (346493, p. Persianovsky, October district, Rostov region. Russia), e-mail: dgau-web@mail.ru;

<sup>2</sup>PJSC "Uralkaliy" Moscow office management, Sales and Marketing Department (123317 Presnenskaya Embankment 10, Block C, Floor 29, Moscow, Russia), e-mail:msc@msc.uralkali.com

**The article presents data about influence of potassium chloride production of PJSC "Uralkaliy" brand "Granular" 1st grade on the yield of winter wheat in conducting research in terms of the October district of Rostov region on ordinary black soil. It was found that the maximum grain yield of winter wheat - 5.24 t / ha has received N<sub>120</sub> R<sub>90</sub> K<sub>60</sub> variant, almost the same – when you put N<sub>120</sub>R<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 5.22 t / ha with productivity at checkout 4.17 t / ha. It was determined that increasing dose of potassium to 120 kg / ha and on the background N<sub>120</sub>R<sub>90</sub> N<sub>90</sub>R<sub>60</sub>, and on the background N<sub>150</sub>R<sub>120</sub> - 90 kg / ha, resulted in a substantial reduction of the effect of potassium.**

Keywords: winter wheat, potassium chloride, soil productivity.

Применение минеральных удобрений, в том числе и калийных, в развитых странах обеспечивает полноценное питание сельскохозяйственных культур и, безусловно, позволяет получать высокие урожаи. Использование калийных удобрений в США, Франции и Германии за 8 лет (период с 2002 по 2009 г.) составило 25–39 кг K<sub>2</sub>O/га, причем на калий приходилось 25–37 % от количества внесенного азота [7].

В последние годы в России постоянно нарастает дефицит баланса доступного калия в земледелии, не исключением является и Ростовская область. Здесь он увеличился с 60,8 % в 1991 г. до 92,8 % в 2007 [1].

По мнению В.В. Прокошева, И.П. Дерюгина [8], А.Х. Шеуджена [10], А.Х. Шеуджена и др. [6], некоторый дефицит калия экономически и экологически оправдан, однако это допустимо до определенного предела, после которого наблюдается падение плодородия почвы,

снижение урожая и качества полученной продукции. При этом значительно сокращается влияние на продуктивность агроценоза азотно-фосфорных удобрений.

За последние годы при остром дефиците минеральных и практически полном прекращении применения органики наблюдается возрастающая эффективность калийных удобрений на пропашных и даже на зерновых культурах. Е.В. Агафоновым, И.В. Шанталый [3] отмечена особенность озимого ячменя, выращиваемого в центральной зоне Ростовской области, которая состоит в том, что он нуждается в дополнительном калийном питании даже при содержании в пахотном слое обменного калия около 350 мг/кг почвы. Прибавка урожайности от калийных удобрений составила 0,27-0,31 т/га и была математически достоверной. Об эффективности калийных удобрений вносимых под озимую пшеницу на типичном черноземе Тамбовской области свидетельствуют данные О.М. Ивановой [5]; на черноземах выщелоченных – Гагиева Б.Г. и др. [4]; на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности – Е.А. Устименко и др. [9]. В связи с этим необходимо расширение исследований по изучению эффективности калийных удобрений на Юге страны.

#### **Методика исследований**

Опыты по применению хлористого калия в посевах озимой пшеницы на черноземе обыкновенном были проведены в 2013–2014 с.-х. году в ИП КФХ «Пятибратов В.А.» Октябрьского района Ростовской области. Использовался хлористый калий производства компании ПАО «Уралкалий» марки «Гранулированный» 1 сорта, соответствующий ГОСТу 4568-95 ( $K_2O$  – 60 %), также применялись аммонийная селитра (34,4 % N), аммофос (12 % N, 52 %  $P_2O_5$ ). Удобрения вносили под основную обработку почвы под озимую пшеницу.

Повторность опытов трёхкратная, площадь делянки – 100 м<sup>2</sup> (10м\*10м). Сорт озимой пшеницы Губернатор Дона, предшественник – подсолнечник, технология выращивания – общепринятая для зоны. Закладку опытов, проведение наблюдений и учётов в течение вегетации осуществляли согласно методике опытов с удобрениями [11].

Исследования проводили полевым и лабораторным методом с использованием следующих методик: отбор проб почвы – ГОСТ-28168-89; общие требования к проведению анализов – ГОСТ-29269-91; определение обменного калия по методу Мачигина – ГОСТ 26205-91; водорастворимый калий – Минеев В.Г.(1999), влажность почвы – ГОСТ-28268-89; расчет продуктивной влаги с учетом влажности устойчивого завядания – Е.В. Агафонов [2]; математическая обработка полученных результатов дисперсионным и корреляционным анализом по Б.А. Доспехову (1985) с использованием ПК.

Схема опыта включала контроль, четыре фона: без удобрений,  $N_{90}P_{60}$ ,  $N_{120}P_{90}$  и  $N_{150}P_{120}$ . На каждом фоне вносились калийные удобрения в дозах 30, 60, 90, 120 и 150 кг/га  $K_2O$ .

Почва опытного участка чернозём обыкновенный. Содержание гумуса в слое 0-20 см – 3,4-3,5%. Среди поглощенных катионов преобладает кальций. Реакция почвы – слабощелочная, рН 7,4-7,7. Обеспеченность подвижным фосфором средняя, подвижным калием – повышенная и высокая.

Условия увлажнения в 2014 с.-х. году сложились очень благоприятно. За три осенних месяца осадков выпало на 50 % больше среднемноголетней нормы. В мае-июне приход атмосферной влаги также был больше обычных значений. В сочетании с повышенной температурой воздуха это способствовало получению высокого урожая озимой пшеницы.

### **Результаты и их обсуждение**

При посеве озимой пшеницы по непаровым предшественникам, как правило, имеет место дефицит влаги в почве. Однако, в 2013 гг. обилие осадков привело к задержке с посевом на опытном участке из-за сильного переувлажнения почвы. Запасы влаги в почве превысили максимальные значения, зарегистрированные за весь период наблюдений с 1971 г. даже на озимой пшенице по пару (Е.В. Агафонов, 1992): в слое 0-20 см содержалось 40,4; в слое 0-60 см – 115,6, в слое 0-100 см – 182,3 мм. К началу весенней вегетации запас влаги в метровом слое почвы увеличился ещё на 31 мм. Влагообеспеченность озимой пшеницы на всём протяжении вегетации, вплоть до её завершения, была высокой.

Глубокое промачивание и высокая влажность по всему метровому профилю вызвали промывание нитратов глубже 60 см. На контрольном варианте к уходу в зиму в слое 0–60 см содержалось 16,4 кг/га, в то время как на фоновом варианте  $N_{120}P_{90}$  – 120,7. К моменту весеннего возобновления вегетации преимущество фона  $N_{120}P_{90}$  по сравнению с контролем в содержании  $N-NO_3$  в слое 0–60 см сократилось до 36 кг/га. Применение калийных удобрений на естественном фоне обеспеченности почвы азотом и фосфором к существенным изменениям содержания нитратного азота в почве не приводило.

К посеву на контроле содержание фосфора в слое почвы 0–20 см составило 15,5 мг/кг почвы. К началу весенней вегетации оно повысилось до 16,6, а в середине и второй половине вегетации было в пределах 12,5–14,3 мг/кг почвы. Применение азотно-фосфорного удобрения способствовало существенному улучшению фосфатного режима почвы. На фоне  $N_{120}P_{90}$  перед уходом пшеницы в зиму содержание  $P_2O_5$  в слое почвы 0–20 см увеличилось до 22,3–23,3 мг/кг почвы. При внесении калийных удобрений на естественном фоне отмечена слабая тенденция повышения содержания подвижного фосфора в почве. На вариантах  $K_{30-90}$  оно было в пределах 0,3–0,4, а при внесении больших доз – 0,8 мг/кг почвы. Снижение уровня содержания фосфора в почве на всех вариантах опыта продолжалось вплоть до уборки.

В целом за вегетацию озимой пшеницы применение  $N_{120-150}P_{90-120}$  вызвало увеличение содержания водорастворимого калия с 12,8 до 14,8–14,9 мг/кг почвы. При внесении  $N_{90}P_{60}$

положительная тенденция проявилась слабее. Преимущество обусловлено главным образом разницей в первый период после внесения удобрений. На вариантах с полным удобрением количество калия было в пределах 16,4–17,1 мг/кг почвы. Положительный эффект от калийных удобрений стабильно проявлялся в течение всего периода наблюдений, и он был выше.

Внесение азотно-фосфорных удобрений слабо повлияло на содержание обменного калия в почве. В среднем по трём фонам в слое 0–40 см оно было таким же, как на контроле – 326 мг/кг почвы. Калийные удобрения в сочетании с N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> способствовали увеличению содержания калия до 351 мг/кг почвы, с N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> – до 375, а с N<sub>150</sub>P<sub>120</sub> – до 373 мг/кг почвы. На всех фонах увеличение содержания обменного калия в почве происходило при повышении дозы калия до 120 кг/га.

Благоприятные условия способствовали получению высокой урожайности озимой пшеницы: от 4,17 т/га на контроле, до 5,24 т/га при внесении удобрений (табл.).

Влияние удобрений на урожайность озимой пшеницы, т/га

Вариант	Урожайность	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		т/га	%	т/га	%
Контроль	4,17	-	-	-	-
Фон 1 (N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> )	4,54	0,37	8,9	-	-
Фон 2 (N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> )	4,53	0,36	8,6	-	-
Фон 3 (N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> )	4,60	0,43	10,3	-	-
Фон 1 + K <sub>30</sub>	4,79	0,62	14,8	0,25	5,50
Фон 1 + K <sub>60</sub>	4,91	0,74	17,7	0,37	8,10
Фон 1 + K <sub>90</sub>	5,13	0,96	23,0	0,59	13,0
Фон 1 + K <sub>120</sub>	4,54	0,37	8,9	0,00	0,00
Фон 1 + K <sub>150</sub>	4,28	0,11	2,6	-0,26	-5,70
Фон 2 + K <sub>30</sub>	4,95	0,78	18,7	0,42	9,30
Фон 2 + K <sub>60</sub>	5,24	1,07	25,7	0,71	15,7
Фон 2 + K <sub>90</sub>	5,22	1,05	25,2	0,69	15,2
Фон 2 + K <sub>120</sub>	4,82	0,65	15,6	0,29	6,40
Фон 2 + K <sub>150</sub>	4,39	0,22	5,3	-0,14	-3,10
Фон 3 + K <sub>30</sub>	4,86	0,69	16,5	0,26	5,60
Фон 3 + K <sub>60</sub>	4,98	0,81	19,4	0,38	8,30
Фон 3 + K <sub>90</sub>	4,72	0,55	13,2	0,12	2,60
Фон 3 + K <sub>120</sub>	4,58	0,41	9,8	-0,02	-0,40

Фон 3 + K <sub>150</sub>	4,17	0,00	0,00	-0,43	-9,30
K <sub>30</sub>	4,08	-0,09	-2,2	-	-
K <sub>60</sub>	4,16	-0,01	-0,2	-	-
K <sub>90</sub>	4,19	0,02	+0,5	-	-
K <sub>120</sub>	4,02	-0,15	-3,6	-	-
K <sub>150</sub>	4,02	-0,15	-3,6	-	-
НСП <sub>05</sub>	0,71				

Применение азотно-фосфорных удобрений в разных дозах дало практически одинаковый результат. Урожайность по сравнению с контролем увеличилась на 0,36–0,43 т/га или на 8,6–10,3 %. При внесении калийных удобрений во всех дозах на естественном фоне плодородия почвы урожайность озимой пшеницы осталась практически такой же, как и на контроле. Отклонения не превышали 3,6 %. Картина радикально изменилась при применении калийных удобрений в сочетании с азотно-фосфорными. На вариантах с полным удобрением прибавки урожайности существенно увеличились и достигли на разных фонах NP 0,84-1,07 т/га. При добавлении к калийному питанию азотно-фосфорных удобрений увеличивало урожайность в сочетании фона 2 (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>) и доз калия (от 0,29 до 0,71 т/га), при увеличении фоновых доз до N<sub>150</sub>P<sub>120</sub> происходило снижение урожайности за счет увеличения дисбаланса элементов питания, в частности азотного. Относительный прирост урожая к контролю при этом составил 19,4–25,7%. Максимальная урожайность озимой пшеницы – 5,24 т/га получена на варианте N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>, практически такая же – при внесении N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> -5,22 т/га. По фону N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> целесообразно было увеличение дозы калия до 90 кг/га, а в сочетании с N<sub>150</sub>P<sub>120</sub> – до 60 кг/га.

Увеличение дозы калия до 120 кг/га на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> и N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>, а по фону N<sub>150</sub>P<sub>120</sub> – до 90 кг/га приводило к существенному уменьшению эффекта от калия. При внесении 150 кг/га на всех фонах NP наблюдалась тенденция снижения урожайности озимой пшеницы. В сочетании с N<sub>150</sub>P<sub>120</sub> она была достоверной.

### **Выводы**

В связи с низкой обеспеченностью почвы нитратным азотом практически на протяжении всей вегетации озимой пшеницы и невысоким содержании подвижного фосфора в почве, особенно в начале вегетации дополнительное применение калия усиливало дисбаланс в питании растений этими элементами. Применение калийных удобрений совместно с азотно-фосфорными способствовало оптимизации питания растений основными элементами, улучшению их роста и развития, а, в конечном счёте, к существенному повышению урожайности – на 19,4-25,7 %.

При возделывании озимой пшеницы на черноземе обыкновенном с повышенным уровнем обеспеченности почвы обменным калием можно рекомендовать применение полного удобрения под основную обработку почвы в дозах  $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$ .

### Список литературы

1. Агафонов Е.В., Громаков А.А. Влияние рельефа и удобрений на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность ярового ячменя. – Персиановский, 2008. – 142 с.
2. Агафонов Е.В. Оптимизация питания и удобрения культур полевого севооборота на карбонатном черноземе. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 160 с.
3. Агафонов Е.В., Шанталий И.В. Эффективность дробного применения удобрений под озимый ячмень // *Агрехимический вестник*. – 2010. – № 3. – С. 17-19.
4. Гагиев Б.В., Кануков З.Т., Лазаров Т.К., Дзанагов С.Х. Влияние удобрений на урожайность культур полевого севооборота и питательный режим выщелоченного чернозема лесостепной зоны РСО-Алания // *Известия Горского государственного аграрного университета*. – 2014. – Т. 51. – № 3. – С. 43-48.
5. Иванова О.М. Эффективность удобрений под озимую пшеницу на типичном черноземе Тамбовской области // *Комплексное применение средств химизации в адаптивно-ландшафтном земледелии» (22-23 апреля 2010 г.): материалы 44-й международной научной конференции молодых ученых и специалистов (22-23 апреля 2010 г.)*. – М.: ВНИИА. – С. 115-118.
6. Шеуджен А.Х. Калийный режим чернозема выщелоченного Западного Предкавказья в условиях агроценоза // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 3(48). – С. 114-120.
7. Носов В.В. Применение калийных удобрений в развитых странах Европы и Америки // *Агрехимия*. – 2013. – № 2. – С. 37-41.
8. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
9. Устименко Е.А., Есаулко А.Н., Подколзин А.И., Лысенко И.О. Роль минеральных удобрений при программировании урожая озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // *Современные проблемы науки и образования*. – 2013. – № 6; URL: [www.science-education.ru/113-11568](http://www.science-education.ru/113-11568).
10. Шеуджен А.Х. *Агробиогехимия*. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 877 с.
11. Юдин Ф.А. *Методика агрохимических исследований*. – М.: Колос, 1980. – 366 с.

**Рецензенты:**

Бирюкова О.А., д.б.н., профессор, профессор кафедры почвоведения и земельных ресурсов Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону;

Пимонов К.И., д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры агрохимии и садоводства Федеральной государственной бюджетной организации высшего профессионального образования «Донской государственной аграрный университет», Ростовская область, п. Персиановский.