

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В РАСТЕНИЯХ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

А.Ю. Ожередова, А.Н. Есаулко, д.с.-х.н.,

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: [alena.gurueva@mail.ru](mailto:alena.gurueva@mail.ru)

Представлены материалы по влиянию расчетных доз минеральных удобрений на динамику содержания элементов питания в растениях, получение планируемого уровня урожайности озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности. Установлено, что дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0; 7,5 и 10,0 т/га повышали относительно контроля содержание в растениях озимой пшеницы азота на 0,22-1,09 % и фосфора на 0,08-0,24%. В зависимости от доз минеральных удобрений урожайность культуры увеличилась на 1,6-5,36 т/га относительно контроля. Планируемая урожайность 5,0 т/га в среднем за три года проведения экспериментов была достигнута у всех сортов (Доля, Васса, Гром), 7,5 т/га получили на сортах Васса и Доля, а планируемый уровень 10,0 т/га не был достигнут. Доза удобрения  $N_{186}P_{95}K_{45}$  на планируемую урожайность 7,5 т/га позволила получить самое высококачественное в опыте зерно с содержанием клейковины 26,1% и белка 13,7%.

Ключевые слова: минеральные удобрения, планируемая урожайность, сорта, озимая пшеница, содержание азота и фосфора в растениях.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.02

РФ стремится обеспечить возрастающие потребности страны в высококачественном продовольственном и фуражном зерне, при этом необходимо иметь государственные резервы зерна и ресурсы его для экспорта. Отсюда одной из проблем отрасли растениеводства является ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна. К сожалению, в России, в отличие от многих стран, довольно низкие урожаи [5]. Однако существуют значительные нереализованные резервы, использование которых приведет к увеличению производства зерна озимой пшеницы. Один из таких резервов – правильное применение расчетных систем удобрения на планируемый уровень урожайности [1].

Для получения урожая с высоким качеством зерна требуется обеспечить растение в течение всего периода вегетации необходимыми элементами питания. Все сорта предъявляют высокие требования к условиям питания и только при полном обеспечении микро- и макроэлементами могут раскрыть свой генетический потенциал [4].

Одной из насущных задач агрохимии и одним из важнейших факторов системы земледелия считается оптимизация питания растений за счет применения расчетных доз удобрений. Половину прироста урожая дают минеральные удобрения, но применение их должно быть строго просчитанным. Дозы используемых удобрений предназначены обеспечить получение высоких урожаев с хорошим качеством и одновременно повысить и сохранить уровень почвенного плодородия, не представляя опасности для окружающей природной среды. Этому способствуют программирование, прогнозирование и планирование урожаев [2, 3].

Цель исследований – определить влияние доз минеральных удобрений на динамику содержания азота и фосфора в растениях и уровень урожайности зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном.

**Методика.** Исследования проводили с 2015 по 2018 г. на опытной сельскохозяйственной станции Ставропольского государственного аграрного университета, расположенной в зоне неустойчивого увлажнения. Ме-

сто проведения полевых экспериментов характеризуется неравномерностью выпадения осадков в течение вегетации сельскохозяйственных культур. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 551 мм, за вегетационный период выпадает 350-370 мм, среднегодовая температура воздуха 9,2° С. Гидротермический коэффициент 1,1-1,3. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный мощный малогумусный тяжелосуглинистый, который в настоящее время характеризуется средним содержанием: гумуса (5,1-5,4 %), нитрификационной способностью (16-30 мг/кг), подвижного фосфора (20-25 мг/кг по Мачигину) и обменного калия (220-270 мг/кг). Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах нейтральная – pH 6,1-6,5.

Повторность опыта 3-кратная, делянки размещались по методу рендомизированных повторений. Ширина делянки 3,6 м, длина – 5 м, общая площадь – 18 м<sup>2</sup>.

Опыт двухфакторный: фактор А – дозы минеральных удобрений на урожайность 5,0; 7,5 и 10,0 т/га; фактор В – сорта озимой пшеницы (Доля, Васса, Гром).

Схема опыта: 1. контроль –  $N_{63}P_{52}$  (фон); 2. планируемая урожайность 5,0 т/га –  $N_{124}P_{72}K_{30}$ ; 3. планируемая урожайность 7,5 т/га –  $N_{186}P_{95}K_{45}$ ; 4. планируемая урожайность 10,0 т/га –  $N_{248}P_{133}K_{60}$ . Представлены средние дозы минеральных удобрений за три года исследований, которые ежегодно уточнялись по результатам агрохимических анализов почвы. Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность озимой пшеницы 5,0, 7,5 и 10,0 т/га проводили по методике В.В. Агеева и А.Н. Есаулко (2006).

Применение минеральных удобрений предусматривало два способа внесения: допосевное (под основную обработку почвы) и в подкормки. Подкормки проводили: в фазы кущения (на контроле –  $Naa_{30}$ , при планировании урожайности 5,0 т/га –  $Naa_{30}$ , 7,5 т/га –  $Naa_{50}$  и 10,0 т/га –  $Naa_{50}$ ), выхода в трубку (на контроле –  $Naa_{20}$ , при планировании урожайности 5,0 т/га –  $Naa_{20}$ , 7,5 т/га –  $Naa_{30}$  и 10,0 т/га –  $Naa_{50}$ ) и колошения (при планировании урожайности 5,0 т/га –  $Nm_{20}$ , 7,5 т/га –  $Nm_{20}$  и 10,0 т/га –  $Nm_{20}$ ). В качестве удобрений в опыте использова-

ли аммофос, хлористый калий, аммиачную селитру, мочевины.

Предшественник – горох. Анализы, учеты проводили по общепринятым методикам.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ средних данных исследований за три года по влиянию доз минеральных удобрений на динамику содержания азота в растениях озимой пшеницы показал, что все дозы минеральных удобрений существенно увеличивали содержание азота в растениях, а разница с контролем составила 0,22-1,09% (табл. 1).

**1. Содержание азота в озимой пшенице под влиянием минеральных удобрений (в среднем за 2016-2018 гг.), %**

Доза удобрения (фактор А)	Сорт (фактор В)	Фазы развития растений (фактор С)					А, НСР <sub>05</sub> = 0,20	В, НСР <sub>05</sub> = 0,22
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
N <sub>63</sub> P <sub>52</sub> (контроль)	Васса	5,61	4,42	3,30	2,70	2,31	3,70	4,13
	Гром	5,63	4,46	3,34	2,74	2,33		4,16
	Доля	5,66	4,51	3,39	2,77	2,38		4,21
5,0 (N <sub>124</sub> P <sub>72</sub> K <sub>30</sub> )	Васса	5,76	4,65	3,57	2,92	2,55	3,92	
	Гром	5,79	4,67	3,59	2,95	2,59		
	Доля	5,82	4,70	3,62	3,01	2,62		
7,5 (N <sub>186</sub> P <sub>95</sub> K <sub>45</sub> )	Васса	5,92	4,78	4,09	3,57	2,72	4,26	
	Гром	5,96	4,81	4,13	3,61	2,75		
	Доля	6,01	4,85	4,18	3,64	2,81		
10,0 (N <sub>248</sub> P <sub>133</sub> K <sub>60</sub> )	Васса	6,60	5,51	4,55	3,95	3,11	4,79	
	Гром	6,63	5,55	4,59	3,99	3,15		
	Доля	6,66	5,57	4,65	4,04	3,23		
С, НСР <sub>05</sub> = 0,35		6,00	4,87	3,92	3,32	2,71	НСР <sub>05</sub> = 0,28 S <sub>x</sub> = 4,1	

Наиболее отзывчивым на возрастающие дозы азотных удобрений оказался сорт Доля, в среднем по опыту содержание общего азота составило 4,21%, что достоверно выше аналогичного показателя сравниваемых сортов. При внесении всех доз минеральных удобрений содержание азота в растениях, независимо от изучаемого сорта, неуклонно снижалось от фазы всходов до полной спелости. Наибольшее содержание азота во все фазы развития обеспечили: доза удобрения N<sub>248</sub>P<sub>133</sub>K<sub>60</sub> на планируемую урожайность 10,0 т/га, превысив контроль на 1,09 %, доза удобрения N<sub>124</sub>P<sub>72</sub>K<sub>30</sub> на планируемую урожайность 5,0 т/га – на 0,87% и доза N<sub>186</sub>P<sub>95</sub>K<sub>45</sub> на планируемую урожайность 7,5 т/га – на 0,53%.

**2. Влияние минеральных удобрений на содержание фосфора в растениях озимой пшеницы (в среднем за 2016-2018 гг.), %**

Доза удобрения (А)	Сорт (В)	Фазы развития растений (С)					А, НСР <sub>05</sub> = 0,08	В, НСР <sub>05</sub> = 0,08
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость		
N <sub>63</sub> P <sub>52</sub> (контроль)	Васса	1,00	0,84	0,69	0,63	0,56	0,78	0,87
	Гром	1,05	0,86	0,71	0,65	0,60		0,90
	Доля	1,07	0,90	0,77	0,70	0,65		0,93
5,0 (N <sub>124</sub> P <sub>72</sub> K <sub>30</sub> )	Васса	1,10	0,92	0,77	0,70	0,65	0,86	
	Гром	1,12	0,95	0,80	0,73	0,68		
	Доля	1,15	0,98	0,83	0,75	0,70		
7,5 (N <sub>186</sub> P <sub>95</sub> K <sub>45</sub> )	Васса	1,23	1,01	0,85	0,74	0,69	0,94	
	Гром	1,25	1,03	0,87	0,79	0,73		
	Доля	1,28	1,07	0,91	0,84	0,77		
10,0 (N <sub>248</sub> P <sub>133</sub> K <sub>60</sub> )	Васса	1,32	1,07	0,91	0,84	0,78	1,02	
	Гром	1,34	1,11	0,95	0,87	0,81		
	Доля	1,39	1,15	1,00	0,92	0,85		
С, НСР <sub>05</sub> = 0,11		1,19	0,99	0,84	0,76	0,71	НСР <sub>05</sub> = 0,15 S <sub>x</sub> = 3,9	

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что все дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность существенно увеличивали содержание фосфора в растениях озимой пшеницы, разница с контролем составила 0,08-0,24 %. Изучаемые сорта не оказали достоверного влияния на концентрацию фосфора в растениях, в зависимости от уровня содержания этого элемента в применяемых удобрениях, но преимущество имел сорт Доля, в среднем по опыту содержание фосфора составило 0,93%. От всходов до полной спелости наблюдалось снижение содержания фосфора в растениях на всех изучаемых сортах культуры.

Применяемые дозы минеральных удобрений достоверно увеличивали за вегетацию содержание фосфора в растениях озимой пшеницы. Максимальное содержание этого элемента во все фазы развития озимой пшеницы обеспечили доза удобрений N<sub>248</sub>P<sub>133</sub>K<sub>60</sub> на планируемую урожайность 10,0 т/га, превысив контроль на 0,24%, доза удобрения N<sub>124</sub>P<sub>72</sub>K<sub>30</sub> на планируемую урожайность 5,0 т/га – на 0,16% и доза N<sub>186</sub>P<sub>95</sub>K<sub>45</sub> на планируемую урожайность 7,5 т/га – на 0,08%.

Внесение минеральных удобрений не оказало существенного влияния на содержание калия в растениях изучаемой культуры, что связано с большей вегетативной массой в удобренных вариантах и с явлением «разбавления». В наиболее благоприятном по распределению осадков 2016 г. сорт Доля на контроле сформировал максимальную урожайность относительно сортов Васса и Гром. Так же на сорте Доля была получена планируемая урожайность 5,0; 7,5 и 10,0 т/га. При избыточном неравномерном распределении осадков в 2017 г., максимальную урожайность на расчетных дозах обеспечил сорт Васса. В засушливом 2018 г., наибольшую урожайность при внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0; 7,5 и 10 т/га обеспечили сорта Доля и Гром (табл. 3).

**3. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений, т/га**

Доза удобрения на планируемую урожайность, т/га	Сорт	Урожайность, т/га			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя за 3 года
N <sub>63</sub> P <sub>52</sub> (контроль)	Васса	3,60	3,18	3,50	3,43
	Гром	4,31	2,90	3,44	3,55
	Доля	4,80	3,98	3,25	4,01
5,0 (N <sub>124</sub> P <sub>72</sub> K <sub>30</sub> )	Васса	4,71	5,45	5,01	5,06
	Гром	5,32	4,66	5,51	5,16
	Доля	6,13	5,23	5,34	5,57
7,5 (N <sub>186</sub> P <sub>95</sub> K <sub>45</sub> )	Васса	7,51	7,64	7,41	7,52
	Гром	7,30	7,09	7,87	7,42
	Доля	8,39	6,79	7,94	7,71
10,0 (N <sub>248</sub> P <sub>133</sub> K <sub>60</sub> )	Васса	8,23	9,23	8,65	8,70
	Гром	9,46	8,65	9,28	9,13
	Доля	10,47	7,30	9,92	9,23
НСР <sub>05</sub>		0,82	0,51	0,65	0,71

Применение минеральных удобрений увеличило урожайность озимой пшеницы относительно контроля на 1,6-5,36 т/га. Максимальная урожайность в опыте получена при дозе удобрения N<sub>248</sub>P<sub>133</sub>K<sub>60</sub> на планируемую урожайность 10,0 т/га и составила в среднем за три года 9,02 т/га, превысив контроль на 5,36 т/га, при дозе удобрения N<sub>124</sub>P<sub>72</sub>K<sub>30</sub> на планируемую урожайность 5,0 т/га – на 3,76 т/га и дозе удобрения N<sub>186</sub>P<sub>95</sub>K<sub>45</sub> на планируемую урожайность 7,5 т/га – на 2,14 т/га.

В среднем за три года исследований планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 5,0 т/га был

получен у сортов Доля (+11%), Васса (+1%), Гром (+3%). Планируемый уровень урожайности 7,5 т/га получен у сортов Доля (+3%) и Васса (+0,3%), планируемый уровень 10,0 т/га на всех трех сортах не был достигнут.

Применение минеральных удобрений существенно увеличило содержание клейковины и белка в зерне озимой пшеницы относительно контроля (табл. 4). В среднем за три года исследований дозы минеральных удобрений на всех сортах повышали содержание клейковины относительно контроля на 2,26-4,33%. Наибольшее содержание клейковины в зерне на всех сортах обеспечила доза  $N_{186}P_{95}K_{45}$  на планируемую урожайность 7,5 т/га.

#### 4. Влияние минеральных удобрений на качество зерна сортов озимой пшеницы (в среднем за 2016-2018 гг.)

Доза удобрения на планируемую урожайность, т/га	Сорт	Клейковина, %	Показатель ИДК, ед.	Белок, %
$N_{63}P_{52}$ (контроль)	Васса	21,7	67,7	11,6
	Гром	21,8	68,0	11,7
	Доля	21,8	65,3	11,7
5,0 ( $N_{124}P_{72}K_{30}$ )	Васса	23,7	73,3	12,7
	Гром	24,3	74,7	13,1
	Доля	24,1	75,3	12,9
7,5 ( $N_{186}P_{95}K_{45}$ )	Васса	25,7	80,3	13,4
	Гром	26,1	81,0	13,8
	Доля	26,5	81,7	13,9
10,0 ( $N_{248}P_{133}K_{60}$ )	Васса	24,8	80,3	13,1
	Гром	25,1	79,3	13,3
	Доля	25,4	78,7	13,4
НСР <sub>05</sub>		1,5	7,5	1,0

Все дозы минеральных удобрений на трех изучаемых сортах повышали содержание белка относительно кон-

троля на 1,2-2%. Наибольшее содержание белка в зерне на всех сортах обеспечила доза  $N_{186}P_{95}K_{45}$  на планируемую урожайность 7,5 т/га. У сортов Гром и Доля в среднем по опыту содержание белка составило 13,0%, у сорта Васса – 12,7%.

**Выводы.** В ходе проведения исследований (2015-2018 гг.) установлено, что все дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0; 7,5 и 10,0 т/га повышали в растениях озимой пшеницы содержание азота относительно контроля на 0,22-1,09 %, фосфора на 0,08-0,24 %. В среднем за годы исследований планируемый уровень урожайности озимой пшеницы 5,0 т/га был получен у сортов Доля, Васса и Гром (+3%). Планируемый уровень урожайности 7,5 т/га был отмечен у сортов Доля и Васса, планируемый уровень 10,0 т/га на всех трех сортах не был достигнут. Дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0; 7,5 и 10 т/га повышали содержание клейковины и белка.

#### Литература

1. Вклад многолетнего стационара "Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафте" в фундаментальные и прикладные разработки агрохимии (длительный опыт геосети РАН) / В.В. Агеев, А.Н. Есаулко, В.Г. Сычев, М.С. Сигида, С.А. Коростылев // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 14-20.
2. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / А.Ю. Ожередова, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида, Е.А. Саленко, Е.В. Голосной // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 4 (28). – С. 115-118.
3. Завалин, А.А. Азот и качество зерна пшеницы / А.А. Завалин, О.А. Соколов // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 14-17.
4. Сычев, В.Г. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России / В.Г. Сычев, Н.З. Милащенко, С.А. Шафран // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 18-19.
5. Трухачев, В.И. Оценка уровня развития сельских территорий в разрезе регионов России / В.И. Трухачев, Е.И. Громов // Экономика сельского хозяйства России. – 2016. – № 4. – С. 57-65.

### THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE NUTRIENTS CONTENT IN PLANTS AND YIELD OF WINTER WHEAT

A.Yu. Ozheredova, A.N. Esaulko

Stavropol State Agrarian University, Zootechnicheskiy per. 12, 355017 Stavropol, Russia, e-mail: alena.gurueva@mail.ru

The article presents materials on the influence of the calculated doses of mineral fertilizers on the dynamics of the nutrients content in plants, to obtain the planned level of productivity of winter wheat varieties in 2015-2018 on leached Chernozem of Stavropol upland. As a result of the studies, the doses of mineral fertilizers on the planned yield of 5.0, 7.5 and 10.0 t/ha increased content of nitrogen in plants of winter wheat by 0.22-1.09% and phosphorus by 0.08-0.24% in compare with the control. Depending on the level of mineral fertilizers doses, crop yield in comparison to control increased by 1.6-5.36 t/ha. The planned yield level of 5.0 t/ha on average for three years of experiments was achieved for all varieties (Share, Vassa, Thunder), the planned level of 7.5 t/ha was obtained for the varieties of Vassa and Share, and the planned level of 10.0 t/ha was not achieved. Dose of fertilizers  $N_{186}P_{95}K_{45}$  on the planned yield of 7.5 t/ha was made it possible to obtain the grain of high quality in the experiment with content of gluten – 26.1% and protein of 13.7%.

Key words: mineral fertilizers, planned yield, varieties, winter wheat, nitrogen and phosphorus content in plants.

УДК 631.81:631.421

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБАМИДНО-АММИАЧНОГО УДОБРЕНИЯ (КАС-32) НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Лазарев, Р.И. Лазарева, ФГБНУ «Курский ФАНЦ»,  
Е.В. Иванова, В.В. Пироженко, ФГБУ ГСАС «Курская»

Результаты проведенных испытаний свидетельствуют о высокой эффективности карбамидно-аммиачного удобрения (КАС-32) на посевах яровой пшеницы в условиях черноземных почв Курской области. Наиболее эффективными способами использования КАС-32 на посевах яровой пшеницы были внесение его под предпосевную культивацию в дозе  $N_{30}$  и обработка посевов в фазе кущения в дозе  $N_{15}$ . Прибавка урожая в этом варианте составила 5,8 ц/га, или 13,2% в сравнении с контролем, содержание сырой клейковины повышалось на 1,8%. Увеличение дозы КАС-32 при внесении его под предпосевную культивацию до  $N_{60}$  и до  $N_{30}$  при обработке посевов в фазе кущения обеспечивало получение максимальной прибавки урожая (7,0 ц/га, или 14,1%) и наиболее высокое