

# Улучшение хлебопекарных качеств озимой пшеницы за счет применения азотных и серосодержащих удобрений в условиях влажного климата

Томасон В.Е., Гриффей С.А. и Филлипс С.Б.

*Возделывание сортов озимой пшеницы с высоким содержанием белка, пригодных для хлебопечения, позволяет фермерам реализовывать зерно по более высокой цене. Однако у производителей зерна Североатлантического региона ощущается недостаток знаний о системе управления почвенным плодородием при возделывании данных типов сортов. В течение 9-ти опытно-лет мы проводили исследования в штате Вирджиния с тремя сортами озимой пшеницы, используемыми для хлебопечения, и установили, что внесение 34-45 кг N/га между стадиями роста 45 и 54 по Цадоксу может стабильно повышать содержание белка в зерне. С учетом положительного взаимодействия между азотом и серой для повышения содержания белка в зерне и улучшения качества белка следует принимать во внимание обеспеченность почвы доступной для растений серой и соотношение N:S в растениях.*

Суммарная емкость мельничных мощностей в Среднеатлантическом регионе США составляет около 2,9 млн. т зерна в год (Worldgrain.com, 2006). Большая часть зерна закупается в других зернопроизводящих регионах, поскольку для получения качественного хлеба требуется высокое содержание белка в зерне. Возделываемые в Среднеатлантическом регионе сорта мягкозерной краснозерной озимой пшеницы, как правило, имеют более низкое содержание белка по сравнению с твердозерной пшеницей, выращиваемой в других регионах страны. Пригодное для хлебопечения зерно торгуется дороже, поэтому производители пшеницы стараются подобрать наиболее адаптированные сорта, а также агротехнологии, позволяющие в условиях влажного климата Среднеатлантического региона получать зерно хорошего качества.

В других регионах страны при выращивании пшеницы, используемой для хлебопечения, было продемонстрировано повышение содержания белка в зерне с помощью поздних листовых подкормок азотом, и только недавно данный прием был опробован в зонах с более влажным климатом (Kratovichil и др., 2005). Однако повышение содержания белка в зерне не всегда улучшает его хлебопекарные качества, что связано с нарушением сбалансированности между азотом и серой.

Цель данного исследования заключалась в оценке влияния поздних листовых подкормок азотом и серой на урожайность и содержание белка в зерне хлебопекарной пшеницы, а также в определении оптимальных доз и сроков азотных подкормок в условиях влажного климата Североатлантического региона.

## Методы

Полевые опыты проводились в 2001 г. в штате Вирджиния в округе Маунт-Холли на мелкозернистом опесчаненном суглинке, типичном для данного штата (тонкосуглинистый типичный гапладульт), а также в 2002-2003 гг. в округе Ворсоу на Кемпсвиле-



Уборка пшеницы с опытных делянок в штате Вирджиния.

ском [Kempsville] суглинке (тонкосуглинистый типичный гапладульт) и в округе Пейнтер на Боджакском [Bojac] опесчаненном суглинке (грубосуглинистый типичный гапладульт). Использовался метод расщепленных делянок: на делянках 1-го порядка проводилась подкормка серосодержащими удобрениями в дозе 0 и 34 кг S/га в стадию роста 30 по Цадоксу (Zadoks и др., 1974). На делянках 2-го и 3-го порядка изучались дозы и сроки поздних азотных подкормок соответственно.

В округах Пейнтер и Маунт-Холли возделывался французский сорт озимой пшеницы Соиссонс (Soissons). Это сорт полутвердозерной пшеницы со средним содержанием белка. В опытах в округе Ворсоу вместе с Соиссонсом выращивались еще два сорта – Хейне (Heine) и Ренвуд 3260 (Renwood 3260). Хейне – сорт твердозерной белозерной озимой пшеницы, а Ренвуд 3260 – мягкозерной краснозерной озимой пшеницы. Оба сорта характеризуются высоким содержанием белка.

Агротехнология возделывания озимой пшеницы в опытах включала две весенние подкормки азотом – в стадии роста 25 (45-62 кг N/га) и 30 (50-84 кг N/га). Изучалось три срока проведения поздней листовой подкормки азотом в дозах 0, 22, 34 и 45 кг N/га: стадии роста 37, 45 и 54. Для листовых подкормок использовался раствор карбамида. Расход рабочего раствора составил 421 л/га. Учет урожайности

**Таблица 1.** Влияние поздней подкормки азотом на содержание белка в зерне озимой пшеницы (%).

	Маунт-Холли 2002	Ворсоу 2002	Ворсоу 2003	Пейнтер 2002	Пейнтер 2003	Ворсоу 2002	Ворсоу 2003	Ворсоу 2002	Ворсоу 2003
	----- Соиссонс -----			----- Хейне -----		----- Ренвуд 3260 -----			
<b>Доза азота, кг/га</b>									
0	10.3	11.7	11.3	8.9	10.4	13.1	10.6	13.3	11.8
22	11.0	12.1	11.9	9.3	11.1	13.7	11.6	13.6	12.1
34	11.4	12.3	11.9	9.6	11.3	13.9	11.8	13.8	12.2
45	-	12.5	12.1	9.8	11.5	13.9	11.9	13.7	12.5
<b>Стадия роста<sup>1</sup></b>									
45	10.9	12.3	11.9	9.6	11.3	14.0	11.7	13.5	12.2
54	11.4	12.2	12.1	9.6	11.3	13.7	11.9	13.8	12.3
<b>Анализ контрастов</b>									
<b>Доза азота (линейная модель)</b>	* <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>Стадия роста</b>	*	*	*	нз <sup>3</sup>	нз	*	*	*	*

<sup>1</sup> Zadoks и др. (1974);  
<sup>2</sup> статистически значимые различия при  $p < 0.05$ ;  
<sup>3</sup> нз – статистически незначимые различия.

проводился с использованием малогабаритного комбайна для уборки опытных делянок. В образцах зерна определялось содержание белка.

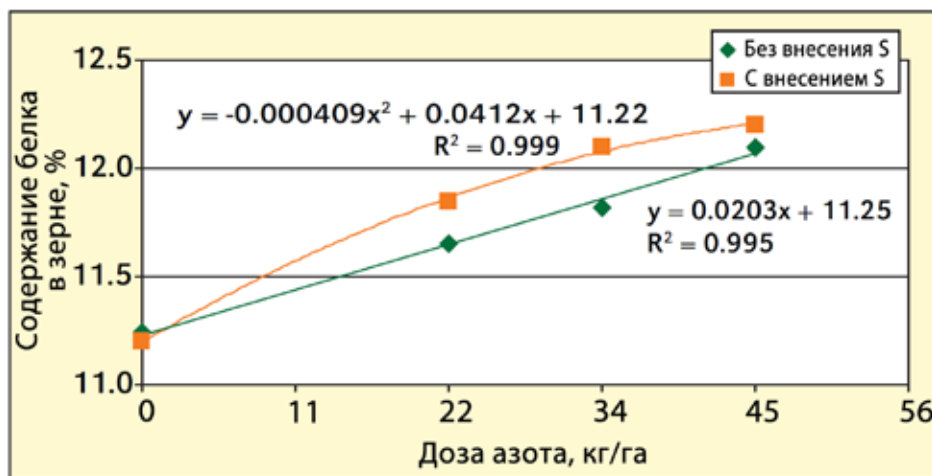
## Результаты

**Урожайность зерна.** Урожайность трех изученных сортов озимой пшеницы в опытах находилась в диапазоне 3.96-8.74 т/га. Однако устойчивой взаимосвязи между урожайностью зерна и поздними азотными подкормками выявлено не было. Отсутствие отзывчивости на поздние азотные подкормки в условиях, когда обеспеченность растений азотом не является лимитирующим урожайность фактором, согласуется с результатами, полученными Варгой и Свечняком (Varga и Svecnjak, 2006). Поздняя подкормка азотом в дозе до 45 кг N/га не снижала урожайность зерна. Таким образом, поздние азотные подкормки не оказывают отрицательного влияния на урожайность зерна и могут способствовать повышению содержания белка.

Подкормка серосодержащими удобрениями в дозе 34 кг S/га в стадию роста 30 не оказала влияния на урожайность изученных сортов озимой пшеницы ни в одном из вариантов с внесением разных доз азотных удобрений. Отсутствие отзывчивости на внесение серы объясняется достаточным содержанием серы в растениях во всех опытах. При подкормке серосодержащими удобрениями соотношение N:S в растениях в целом не изменялось, что

согласуется с результатами, опубликованными другими исследователями.

**Содержание белка в зерне.** В среднем за изученное количество опыто-лет содержание белка у сорта Соиссонс достоверно не изменялось при внесении 34 кг S/га в стадию роста 30, если поздняя подкормка азотом не проводилась. Однако содержание белка в зерне повышалось в среднем на 0.2% при проведении поздних подкормок азотом на фоне внесения серы по сравнению с вариантами, где поздние подкормки азотом проводились без внесения серы (рис. 1). При низких дозах поздней азотной подкормки (22 и 34 кг/га) внесение серы оказывало большее влияние на содержание белка в зерне, исходя из криволинейного характера зависимости между содержанием белка и дозами азотной подкормки на фоне внесения серы. Когда сера не вносилась, поздние подкорм-



**Рис. 1.** Влияние поздней подкормки азотом на фоне применения и без применения серосодержащих удобрений (в стадию роста 30 по Цадоксу) на среднее содержание белка у сорта озимой пшеницы Соиссонс. Округа Маунт-Холли, Ворсоу и Пейнтер, штат Вирджиния, 2001-2003 гг.

ки азотом повышали содержание белка в зерне, но в меньшей степени, чем на фоне с внесением серы. Наши результаты согласуются с данными Хокинга (Hocking, 1994), который указывал, что у яровой пшеницы реутилизация серы из листьев и стеблей в зерно протекает значительно менее интенсивно, чем реутилизация азота. Следовательно, необходимо постоянное поступление серы в растения. Данные, полученные Краточвилем с соавт. (Kratochvil и др., 2005), также свидетельствуют о том, что поздние подкормки азотом (в стадии роста 37-50) необходимы для максимального накопления белка в зерне.

Достоверное повышение содержания белка в зерне озимой пшеницы с ростом доз поздней азотной подкормки (линейные зависимости) характерно для всех опыто-лет (табл. 1). Аналогичные результаты были получены и в предыдущих исследованиях, проведенных в Североатлантическом регионе с твердозерной краснозерной озимой пшеницей (Kratochvil и др., 2005). В среднем за 5 опыто-лет содержание белка у сорта Соиссонс составило 10.5, 11.1, 11.3 и 11.5% в вариантах с поздней подкормкой азотом в дозе 0, 22, 34 и 45 кг N/га соответственно (табл. 1). В округе Ворсоу в 2002-2003 гг. поздняя подкормка азотом в дозе 45 кг N/га способствовала повышению содержания белка у сорта Хейне на 0.75-1.38%, у сорта Соиссонс – на 0.83-0.85% и у сорта Ренвуд 3260 – на 0.43-0.70% относительно контрольного варианта. Вышеуказанные диапазоны свидетельствуют о том, что генетический потенциал изученных сортов и присущий им элементный состав – это основные факторы, определяющие величину и биологическую значимость возможного влияния системы управления почвенным плодородием на качество зерна и хлебопекарные свойства муки. В 5-ти из 9-ти наблюдений максимальное содержание белка в зерне было получено при проведении поздней подкормки азотом в стадию роста 54 (табл. 1).

## Выводы

У 3-х изученных сортов озимой пшеницы не наблюдалось стабильного повышения урожайности зерна при проведении поздней подкормки азотом в



Определение содержания белка в образцах зерна.

дозе до 45 кг N/га, но и снижения урожайности при этом также не происходило. Подкормка серосодержащими удобрениями в дозе 34 кг S/га в стадию роста 30 также не оказывала влияния на урожайность зерна. Однако у всех изученных сортов озимой пшеницы наблюдалось стабильное повышение содержания белка в зерне в результате проведения поздней подкормки азотом в дозе 34-45 кг N/га. У сорта Соиссонс в опытах, проведенных в округах Маунт-Холли и Пейнтер, выявлено достоверное повышение содержания белка в зерне при поздней подкормке азотом на фоне внесения серы по сравнению с вариантами, где подкормка серой не предшествовала подкормке азотом. Содержание белка в зерне в целом не зависело от сроков проведения поздней подкормки азотом (стадия роста 45 по сравнению со стадией 54), что расширяет временной интервал для выполнения данного агротехнического приема.

В заключение следует отметить, что при возделывании изученных сортов озимой пшеницы (используемых для хлебопечения) в условиях влажного климата – в регионах с большим количеством осадков подкормка азотом в дозе от 34 до 45 кг N/га между стадиями роста 45 и 54 может стабильно повышать содержание белка в зерне. С учетом положительного взаимодействия между азотом и серой для повышения содержания белка в зерне и улучшения качества белка следует принимать во внимание обеспеченность почвы доступной для растений серой и соотношение N:S в растениях.

*Д-р Томасон – ассистент-профессор и специалист-консультант по зерновым культурам, кафедра растениеводства и экологического почвоведения, Технический университет штата Вирджиния (Virginia Tech), e-mail: wthomaso@vt.edu.*

*Д-р Гриффей – профессор (генетика и селекция зерновых колосовых культур), кафедра растениеводства и экологического почвоведения, Технический университет штата Вирджиния.*

*Д-р Филлипс – Региональный директор МИПР по Юго-Востоку Северной Америки.*

## Литература

- Hocking, P.J. 1994. *J. Plant Nutr.* 17:1289-1308.  
Kratochvil, R.J., et al. 2005. *Agron. J.* 97:257-264.  
Varga, B. and Z. Svecnjak. 2006. *Field Crops Res.* 96:125-132.  
World-grain.com. 2006. Available at <http://www.world-grain.com/Industry-Data/industry.asp>.  
Zadoks, J.C., et al. 1974. *Weed. Res.* 14:415-421.

*Дополнительная информация по данным исследованиям: Thomason W.E. и др., 2007. Cereal Chem., 84 (5): 450-462.*

*Перевод и адаптация: В.В. Носов*