

38. Анспок, П. И. Микроудобрения: Справочник. -2-е изд., перераб. и доп. – Л: Агропромиздат. Ленинградское отдел., 1990. – 272 с.
39. Боровик, Е. С. Влияние некорневого внесения бора и кальция на урожайность и лежкость плодов яблони / Е. С. Боровик, А. М. Криворот // Плодоводство: научные труды / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Институт плодоводства». –п. Самохваловичи, 2005. – Т. 17. Ч. 1. – С. 175-180.
40. Гущина, Е. Н. Результаты исследования комплексного минерального удобрения Акварин при выращивании саженцев облепихи / Е. Н. Гущина // Плодоводство и ягодоводства России: сборник научных работ. Т. 22. Ч.1 . Российская академия сельскохозяйственных наук. – Москва: Издательский дом МСП ГНУ ВСТИСП, 2009. – С. 286-291.
41. Боровик, Е. С. Оценка роста и плодоношения деревьев сливы диплоидной/ Е. С. Боровик, И. С. Леонович // Плодоводство: научные труды / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Институт плодоводства». –п. Самохваловичи, 2009. – С. 172-178.
42. Комплексные водорастворимые удобрения серии KRISTALON [электронный ресурс] // Yara в России. – Режим доступа: <http://www.yara.ru/>. – Дата доступа: 07.05.2017.
43. Трунов, Ю. В. Минеральное питание и продуктивность яблони на черноземах средней полосы России : дис. ... д-ра с.-х. наук / Ю. В. Трунов. – М., 2003. – 501 с.
44. Steve, H. Diagnosing apple tree nutritional status: leaf analysis interpretation and deficiency symptoms/ H. Steve, M. Fargione, K. Jungerman // New York Fruit Quarterly/- 2004. – Vol. 12, – № 1. – С. 16-22.
45. Reickenberg, R. L. Dynamics of nutrient uptake from foliar fertilizers in red raspberry (*Rubus idaeus* L.) / R. L. Reickenberg, M .P. Pritts // J. Amer. Soc. Hort. Sci. -1996. – Vol. 121, № 1. – P. 158-163.
46. Бруйло, А. С. Аспекты эффективного применения комплексных водорастворимых удобрений (водорастворимых комплексов) при внекорневом внесении в плодово-ягодных насаждениях / А. С. Бруйло, П. С. Шешко // Плодоводство : сборник науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т плодоводства ; редкол.: В. А. Самусь [и др.]. – Самохваловичи, 2012. – Т. 24. – С. 332-341.

УДК 633.11“321”:631[81+559+576]

## **ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ**

**Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, Е. Л. Долгова, М. А. Белановская,  
С. В. Гедрович, В. А. Ханкевич, В. Д. Кранцевич**

РУП« Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»  
г. Жодино, Минская область, Республика Беларусь  
(Республика Беларусь, 222160, г. Жодино, ул. Тимирязева, 1  
e-mail: [semenovodstvo@yandex.ru](mailto:semenovodstvo@yandex.ru))

***Ключевые слова:** яровая пшеница, азотные подкормки, урожайность, качество зерна, число зерен в колосе, масса 1000 зерен.*

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению сроков проведения азотных подкормок на урожайность и основные показатели качества зерна и муки яровой пшеницы. Установлено, что в сло-*

жившихся в период проведения исследований погодных условиях внесение азота в дозе  $N_{15}$  в фазу колошения (ДК 49) и начало формирования зерна (ДК 71-73) не оказало существенного влияния на урожайность зерна яровой пшеницы. Прибавка от этого агроприема составила только 4,6-5,2%. При использовании дополнительного азота содержание белка в зерне яровой пшеницы увеличилось на 0,4-0,5%, а клейковины на 0,7-1,8% в зависимости от срока внесения азота. Применение азота в фазу начало формирования зерна имело некоторое преимущество по влиянию на указанные выше показатели его качества по сравнению с фазой колошения яровой пшеницы. Четкой закономерности в изменении других показателей качества зерна и муки яровой пшеницы при использовании азотных подкормок не отмечалось.

## EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

L. A. Bulavin, A. P. Gvozdov, E. L. Dolgova, M. A. Belanovskaya,  
S. V. Gedrovich, V. A. Khankevich, V. D. Krantsevich

RUE «Research and Practical Centre  
of NAS of Belarus for Arable Farming»  
Zhodino, Minsk region, Republic of Belarus  
(Republic of Belarus, 222160, Zhodino, Timiryazev str. 1  
e-mail: semenovodstvo@yandex.ru)

**Key words:** spring wheat, nitrogen fertilization, yield, grain quality, kernel number per ear, thousand-kernel weight.

**Summary.** The research results of the study of the effect of nitrogen fertilization on yield and basic quality parameters of spring wheat grain and flour are presented in the paper. It was established that under the weather conditions that were at that time,  $N_{15}$  application at the earing stage (DC 49) and in the beginning of grain formation (DC 71-73) did not have significant influence on the spring wheat grain yield. Due to that agrotechnique, yield increase was only 4.6-5.2%. Using of additional nitrogen increased protein content in spring wheat grain by 0.4-0.5% and gluten content by 0.7-1.8% depending on the nitrogen fertilization terms. Nitrogen application in the phase of the beginning of grain formation had some advantage in the effect on the above mentioned quality parameters over N application in the spring wheat earing phase. There was no clear influence pattern of nitrogen fertilization in the changing of other parameters of spring wheat grain and flour.

(Поступила в редакцию 2.05.2017 г.)

**Введение.** В агропромышленном комплексе Беларуси большое внимание уделяется самообеспечению продовольственным зерном. Благодаря успехам отечественной селекции и совершенствованию технологии возделывания пшеницы в последние годы импортирование продовольственного зерна сведено к минимуму. Однако потребность

республики в качественном зерне возрастает, что требует дальнейшего повышения валового сбора этой культуры при повышении качества выращиваемой продукции.

На преобладающих в республике дерново-подзолистых почвах, характеризующихся относительно невысоким плодородием, уровень урожайности в значительной степени определяется дозами и сроками внесения азотных удобрений. Результаты исследований свидетельствуют о том, что существенным резервом увеличения качества зерна пшеницы является применение на поздних стадиях развития этой культуры невысоких доз азотных удобрений. При этом необходимо отметить, что единого мнения по оптимальным срокам проведения таких азотных подкормок не существует. Если одни специалисты считают, что наибольший эффект обеспечивает опрыскивание посевов раствором карбамида в фазу цветения, то другие – в фазу формирования зерна – начало молочной спелости [4].

Известно, что питательная и технологическая ценность зерна определяются не только генетическими особенностями сорта, но и почвенно-климатическими и метеорологическими условиями региона возделывания зерновых культур, а также применением удобрений и другими агроприемами [5, 6]. Это свидетельствует о необходимости уточнения эффективности применения поздних азотных подкормок в конкретных условиях произрастания пшеницы.

**Цель работы:** изучить влияние сроков применения азотных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Центральной зоны Беларуси.

**Материал и методика исследований.** В течение 2014-2015 гг. изучали эффективность применения азота в поздние фазы развития яровой пшеницы. Исследования проводили по общепринятой методике [3] в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,29-2,36%,  $P_2O_5$  – 178-183,  $K_2O$  – 278-316 мг/кг почвы,  $pH_{KCl}$  5,3-6,1.

Предшественник яровой пшеницы – рапс. Для посева использовали семена сорта Рассвет. Технология возделывания яровой пшеницы в опытах осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом [2] за исключением изучаемых факторов. Азот ( $N_{15}$ ) применяли в виде водного раствора карбамида с помощью ранцевого опрыскивателя в стадии ДК 49 и ДК 71-73. Норма расхода рабочего раствора 200 л/га. Площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>, повторность – 4-кратная.

Метеорологические условия в период исследований существенно отличались от среднесезонных показателей, как по температурному режиму, так и по количеству атмосферных осадков. Оценка сложив-

шихся метеоусловий дает основание считать, что они не в полной мере отвечали требованиям яровой пшеницы прежде всего из-за недостаточного увлажнения на некоторых этапах роста и развития растений. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май-август составил в 2014 г. – 1,34, а в 2015 г. – 0,82 при среднемноголетнем значении этого показателя в регионе, где проводились исследования, – 1,54. Это оказало определенное негативное влияние на уровень урожайности яровой пшеницы.

Оценку технологического качества образцов зерна проводили согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Москва, 1988 г.) с применением следующего оборудования: мельница CD 1 (получение муки тонкого помола), альвео-консистограф Chorin NG (определение упругости, растяжимости теста, хлебопекарной силы муки), миксолаб (определение водопоглотительной способности муки), комплект хлебопекарного лабораторного оборудования (проведение пробной выпечки).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Установлено, что в неблагоприятных по влагообеспеченности условиях вегетации 2015 г. урожайность зерна яровой пшеницы в варианте, где вносили азот в дозе  $N_{80}$  в начале активной вегетации растений и  $N_{40}$  в фазу выхода в трубку (фон), составила 19,3 ц/га. При внесении в фазу колошения  $N_{15}$  этот показатель был равен 20,6 ц/га, а в начале формирования зерна – 20,3 ц/га, т. е. увеличился соответственно на 1,3 и 1,0 ц/га (6,7 и 5,2%). В более благоприятных по увлажнению условиях 2014 г. урожайность зерна яровой пшеницы в указанных выше вариантах составила 41,8; 43,7 и 43,6 ц/га. В этом случае прибавка от азотной подкормки была равна 1,9 и 1,8 ц/га (4,5 и 4,3%). В среднем за период исследований урожайность зерна яровой пшеницы под влиянием применения  $N_{15}$  в фазу колошения увеличилась на 1,6 ц/га (5,2%), а фазу начала формирования зерна – на 1,4 ц/га (4,6%). Полученная прибавка урожайности являлась недостоверной (таблица 1).

Число зерен в колосе яровой пшеницы увеличилось в среднем за период исследований в зависимости от срока азотной подкормки на 1,4 и 0,2 шт., а масса 1000 зерен – на 0,1 и 0,5 г. Следовательно, дополнительное внесение азота в фазу колошения в большей степени влияло на озерненность колоса, а в фазу начала формирования зерна – на массу 1000 зерен.

Таблица 1 – Влияние подкормки яровой пшеницы азотом на урожайность зерна

| Вариант | Урожайность, ц/га |         |         | Прибавка |   | Число зерен в колосе, | Масса 1000 |
|---------|-------------------|---------|---------|----------|---|-----------------------|------------|
|         | 2014 г.           | 2015 г. | среднее | ц/га     | % |                       |            |
|         |                   |         |         |          |   |                       |            |

|  |      |      |      |     |     |      |           |
|--|------|------|------|-----|-----|------|-----------|
|  |      |      |      |     |     | шт.* | зерен, г* |
| 1. N <sub>80+40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон | 41,8 | 19,3 | 30,6 | –   | –   | 37,1 | 35,1      |
| 2. Фон + N <sub>15</sub> – ДК 49                             | 43,7 | 20,6 | 32,2 | 1,6 | 5,2 | 38,5 | 35,2      |
| 3. Фон + N <sub>15</sub> – ДК 71-73                          | 43,6 | 20,3 | 32,0 | 1,4 | 4,6 | 37,3 | 35,6      |
| НСР <sub>05</sub>  | 3,9  | 2,0  |      |     |     |      |           |

Примечание – ДК 49 – колошение, ДК 71-73 – начало формирования зерна; \* – среднее за 2014-2015 гг.

Результаты исследований показали, что влияние азотной подкормки на содержание белка в зерне изменялось в зависимости от погодных условий в период вегетации. Так, если при недостаточном увлажнении 2015 г. этот показатель был наибольшим при внесении азота в фазу колошения (17,8%), то в более благоприятных условиях вегетации 2014 г. – в начале формирования зерна (14,5%) (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние подкормки яровой пшеницы азотом на показатели качества зерна и муки

| Показатель                         | Год     | Вариант  |                                  |                                     |
|------------------------------------|---------|--|----------------------------------|-------------------------------------|
|                                    |         | 1. N <sub>80+40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон | 2. Фон + N <sub>15</sub> – ДК 49 | 3. Фон + N <sub>15</sub> – ДК 71-73 |
| 1                                  | 2       | 3  | 4                                | 5                                   |
| Выход муки, %                      | 2014    | 58,2   | 54,8                             | 56,0                                |
|                                    | 2015    | 61,7   | 61,2                             | 60,3                                |
|                                    | среднее | 60,0   | 58,0                             | 58,2                                |
| Содержание белка, %                | 2014    | 13,8   | 13,9                             | 14,5                                |
|                                    | 2015    | 17,1   | 17,8                             | 17,4                                |
|                                    | среднее | 15,5   | 15,9                             | 16,0                                |
| Содержание клейковины, %           | 2014    | 31,2   | 30,1                             | 33,3                                |
|                                    | 2015    | 39,2   | 41,6                             | 40,7                                |
|                                    | среднее | 35,2   | 35,9                             | 37,0                                |
| Сила муки, е. а.                   | 2014    | 230  | 174                              | 273                                 |
|                                    | 2015    | 415  | 384                              | 382                                 |
|                                    | среднее | 322,5  | 279,0                            | 327,5                               |
| Упругость теста, мм                | 2014    | 47   | 47                               | 50                                  |
|                                    | 2015    | 72   | 65                               | 66                                  |
|                                    | среднее | 59,5   | 56,0                             | 58,0                                |
| Отношение упругости к растяжимости | 2014    | 0,27   | 0,37                             | 0,24                                |
|                                    | 2015    | 0,42   | 0,38                             | 0,37                                |
|                                    | среднее | 0,35   | 0,38                             | 0,31                                |
| ВПС муки, %                        | 2014    | 56,3   | 56,2                             | 56,3                                |
|                                    | 2015    | 60,4   | 61,5                             | 61,4                                |
|                                    | среднее | 58,4   | 58,9                             | 58,9                                |

Продолжение таблицы 2

|                |      |     |     |     |
|----------------|------|-----|-----|-----|
| 1              | 2    | 3   |     |     |
| Объём хлеба из | 2014 | 925 | 790 | 880 |

|                            |         |       |       |       |
|----------------------------|---------|-------|-------|-------|
| 100 г муки, мл             | 2015    | 870   | 810   | 870   |
|                            | среднее | 897,5 | 800,0 | 875,0 |
| Пористость<br>мякиша, балл | 2014    | 3,5   | 3,8   | 3,8   |
|                            | 2015    | 4,0   | 3,5   | 3,7   |
|                            | среднее | 3,75  | 3,7   | 3,8   |
| Общая оценка<br>хлеба      | 2014    | 4,08  | 4,14  | 3,94  |
|                            | 2015    | 4,29  | 3,94  | 4,19  |
|                            | среднее | 4,19  | 4,04  | 4,07  |

В среднем за 2 года под влиянием азотной подкормки, проведенной в более раннюю стадию развития растений (ДК 49), содержание белка в зерне яровой пшеницы увеличилось по сравнению с фоном на 0,4%. При использовании азота в более позднюю фазу (ДК 71-73) увеличение этого показателя составило 0,5%, т. е. было несколько больше.

Важнейшим показателем качества зерна пшеницы является содержание клейковины, которое предопределяет технологические свойства зерна и выработанной из него муки. Только при высоком содержании клейковины (25% и выше) можно получить изделия надлежащего качества.

По влиянию азотной подкормки на содержание клейковины в зерне яровой пшеницы получена такая же закономерность, как и по белку. В 2014 г. этот показатель был наибольшим при позднем сроке внесения азота (33,3%), в 2015 г. – при более раннем его использовании (41,6%). В среднем за период исследований при внесении азота в фазу колошения содержание клейковины в зерне увеличилось на 0,7%, а в начале формирования зерна – на 1,8%.

Из вышеизложенного следует, что по двум важнейшим показателям качества зерна (содержание белка и клейковины) в среднем за период исследований внесение азота в дозе  $N_{15}$  в фазу начала формирования зерна имело некоторое преимущество по сравнению с его применением в фазу колошения яровой пшеницы.

Процентный выход муки в 2014 г. существенно не зависел от срока проведения азотных подкормок и находился в изучаемых вариантах опыта в пределах 56,2-56,3%. В неблагоприятных погодных условиях 2015 г. под влиянием дополнительного внесения азота этот показатель увеличивался с 60,4 до 61,4-61,5%, т. е. на 1,0-1,1%. В среднем за 2 года внесение в подкормку  $N_{15}$  в изучаемые сроки способствовало повышению выхода муки только на 0,5%.

По влиянию дополнительного внесения азота на такие показатели, как сила муки, упругость теста, отношение упругости к растяжимости, объем хлеба из 100 г муки, пористость мякиша и общая оценка хлеба четкой закономерности в наших исследованиях не отмечалось, и их изменения имели случайный характер.

Экономический анализ полученных результатов, основанный на сопоставлении стоимости прибавки урожая и затрат на ее получение, показал, что условно чистый доход при внесении азота в дозе  $N_{15}$  в стадию ДК 49 составил 16,28 руб./га, а рентабельность 86,1%. В варианте, в котором эту дозу азота применяли в стадию ДК 71-73, указанные выше показатели были равны соответственно 11,88 руб./га и 62,8% [1].

**Заключение.** Проведение азотной подкормки ( $N_{15}$ ) на посевах яровой пшеницы в фазу колошения (ДК 49) и начала формирования зерна (ДК 71-73) не оказало в сложившихся погодных условиях существенного положительного влияния на урожайность зерна, увеличивая этот показатель в среднем только на 5,2 и 4,6% соответственно. Дополнительное внесение азота в фазу колошения в большей степени влияло на озерненность колоса, а в фазу начала формирования зерна – на массу 1000 зерен. Под влиянием дополнительного внесения азота отмечалось увеличение содержания в зерне яровой пшеницы белка в среднем на 0,4-0,5% и клейковины на 0,7-1,8% в зависимости от срока проведения подкормки. По влиянию на эти показатели внесение азота в фазу начала формирования зерна имело некоторое преимущество по сравнению с его применением в фазу колошения яровой пшеницы. Четкой закономерности в изменении других показателей качества зерна яровой пшеницы при проведении азотной подкормки в сложившихся погодных условиях не отмечалось.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Булавин Л. А. Экономическая эффективность применения регулятора роста фитовитал и азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы / Л. А. Булавин [и др.] // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 5-6 июля 2017 г., г. Жодино / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 97-101.
2. Возделывание яровой пшеницы. Отраслевой регламент. // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур. Сборник отраслевых регламентов. - Мн.: РУП «Изд. дом «Белорусская нива», 2012. – С. 63-79.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Минеев, В. Г. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы / В. Г. Минеев, А.Н.Павлов. – М.: Колос, 1981. – 288 с.
4. Привалов, Ф. И. Биологизация приемов в технологиях возделывания зерновых культур / Ф. И. Привалов // Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; под ред. Л. П. Круля. – Несвиж: Несвиж. укр. тип. им. С. Будного, 2007. – 188 с.
5. Тарчевский, И. А. Катаболизм и стресс у растений / И. А. Тарчевский. – М.: Наука, 1993. – 80 с.