

СОСТАВ БЕЛКОВ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Н.Н. Новиков, д.б.н., А.А. Жарихина, РГАУ-МСХА

В опытах с яровой мягкой пшеницей, проведенных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, установлено, что при высоких дозах азота существенно повышаются зерновая продуктивность яровой мягкой пшеницы и белковость зерна за счёт усиления синтеза клейковинных белков, в зерновках понижается активность протеолитических ферментов, но возрастает активность α -амилаз, ухудшающих хлебопекарные свойства зерна.

Ключевые слова: пшеница, оптимизация азотного питания, фиторегуляторы, качество зерна, состав белков, активность амилаз и протеаз.

Качество зерна в значительной степени определяется содержанием и составом белков, а также зависит от активности ферментов, оказывающих заметное влияние на его технологические и посевные качества. Особенно важное значение в формировании технологических свойств зерна имеет ферментный комплекс гидролаз, представленных амилазами и протеазами, которые катализируют распад крахмала и запасных белков [1, 5, 6, 8].

Содержание и состав белков в зерне пшеницы зависят в первую очередь от режима азотного питания растений. При недостатке азота снижается не только зерновая продуктивность пшеницы, но и накопление в зерне белков. В ряде исследований показано, что повышение уровня азотного питания пшеницы инициирует синтез запасных белков, в результате чего увеличивается содержание клейковины и улучшаются хлебопекарные свойства зерна. Под влиянием азотных удобрений изменяется соотношение в зерне клейковинных и легкорастворимых (альбумины и глобулины) белков, а также уровень амилазной и протеазной активности [2, 4, 6, 8, 12, 14].

На формирование урожая пшеницы и хлебопекарных свойств зерна существенное влияние могут оказывать фиторегуляторы, которые вызывают интенсификацию физиолого-биохимических процессов в вегетирующих растениях и созревающем зерне [7, 10, 11, 13, 15]. Однако действие фиторегуляторов на формирование качества зерна пшеницы изучено ещё недостаточно. Выявлен небольшой набор регуляторных веществ и не определена специфика их действия на растения с учётом гидротермических условий года, а также режима питания растений.

Цель наших исследований – изучить действие факторов внешней среды, уровня азотного питания растений и фиторегуляторов на содержание и качественный состав белков, а также активность амилолитических и протеолитических ферментов в зерне яровой мягкой пшеницы.

Методика. Полевые опыты с яровой мягкой пшеницей сорта Иволга проводили в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны на Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева в 2010-2011 гг. Почва на опытном участке дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса – 2,4-2,5 %, P_2O_5 (по Кирсанову) – 22, K_2O (по Масловой) – 16 мг/100 г почвы, $pH_{\text{кол}}$ 5,8. Площадь де-

лянки – 1 м², повторность опыта пятикратная, норма высева – из расчёта 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Схема опыта по изучению азотного питания пшеницы включала следующие варианты: 1 – без внесения азота; 2 – N_{60} ; 3 – N_{90} ; 4 – N_{120} ; 5 – N_{150} ; 6 – $N_{150} + N_{30}$ (некорневая подкормка); 7 – $N_{120} + N_{30}$ (некорневая подкормка). Основную дозу азота вносили до посева в виде аммиачной селитры, некорневую азотную подкормку пшеницы проводили раствором мочевины в фазе начала формирования зерна (через 1 нед после цветения). В качестве общего фона на всех делянках до посева пшеницы вносили фосфорно-калийное питание – $P_{20}K_{20}$ (в виде суперфосфата и хлористого калия).

На фоне внесения дозы азота 150 кг/га изучали действие фиторегуляторов Альбит, Эпин-Экстра, Новосил и Рибав-Экстра. Обработку растений пшеницы фиторегуляторами проводили в фазе колошения с целью воздействия на физиолого-биохимические процессы в созревающем зерне при следующих концентрациях рабочего раствора: Эпин-Экстра – 0,003, Рибав-Экстра – 0,01, Альбит – 0,003, Новосил – 0,006 мл/л; расход рабочего раствора – 30 мл/м².

Содержание белков и белковых фракций в зерне определяли по азоту после озоления в концентрированной серной кислоте, белковые фракции экстрагировали обессоленной водой, 10%-ным раствором KCl, 70%-ным раствором этанола и 0,2%-ным раствором NaOH. Активность амилаз изучали методом йодкрахмальной пробы, активность протеолитических ферментов – по Ансону [9]. Статистическую обработку экспериментального материала выполняли по Б.А. Доспехову [3] с использованием компьютерных программ в модификации информационно-вычислительного центра РГАУ – МСХА.

Результаты исследований. В 2010 г. растения пшеницы подверглись действию не только сильного воддефицитного стресса, но и высоких температур во время созревания зерна, поэтому зерновая продуктивность пшеницы была низкой. Однако даже в таких условиях наблюдалось положительное действие азотного удобрения, внесённого до посева. При внесении азота в дозе 60 кг/га наблюдалось существенное повышение продуктивности растений – от 134 до 157 г/м² (табл. 1). Каждое последующее увеличение дозы азота на 30 кг/га также сопровождалось существенным повышением продуктивности пшеницы. В результате прибавка урожая от максимальной дозы азота (150 кг/га) составляла 76 % по отношению к варианту без внесения азота.

В более благоприятном по погодным условиям 2011 г. сбор зерна в опыте превышал показатели 2010 г. в среднем на 29%. Под действием возрастающих доз азота (до 150 кг/га) существенно повышалась продуктивность растений пшеницы (на 47 %), однако при дозе азота 60 кг/га зерновая продуктивность пшеницы существенно не отличалась от контроля. Поздняя некорневая азотная подкормка как в 2010, так и в 2011 г. существенно не влияла на продуктивность растений пшеницы.

1. Продуктивность растений, содержание и состав белков в зерне пшеницы

| Вариант опыта | Урожай зерна, г/м ² | Содержание белков, % | Азот фракций, % от белкового азота | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| | | | водорастворимые белки | глобулины | глиадины | глютенины | неэкстрагируемые белки |
| Без внес. азота | 134/201 | 10,5/11,8 | 13,3/13,8 | 13,7/12,9 | 28,8/29,7 | 31,2/30,4 | 13,0/13,2 |
| N ₆₀ | 157/210 | 11,7/12,9 | 12,0/12,3 | 12,7/13,4 | 30,0/30,6 | 33,6/31,9 | 11,7/11,8 |
| N ₉₀ | 175/254 | 13,0/13,4 | 12,3/12,2 | 12,6/12,3 | 30,5/30,7 | 34,4/33,1 | 10,2/11,7 |
| N ₁₂₀ | 210/281 | 14,1/13,7 | 10,5/11,6 | 12,8/12,4 | 31,2/31,0 | 36,2/34,5 | 9,3/10,5 |
| N ₁₅₀ | 236/296 | 14,7/14,9 | 10,2/10,8 | 11,5/11,8 | 31,5/31,1 | 37,8/36,7 | 9,0/9,6 |
| N ₁₅₀ + N ₃₀ подк. | 240/283 | 15,8/16,3 | 9,1/9,7 | 10,2/10,7 | 32,2/32,3 | 40,4/38,2 | 8,1/9,1 |
| N ₁₂₀ + N ₃₀ подк. | 215/285 | 14,7/14,6 | 9,8/10,4 | 10,9/11,5 | 32,0/31,9 | 38,6/36,9 | 8,7/9,3 |
| N ₁₅₀ +Альбит | 247/302 | 15,1/15,7 | 10,3/10,4 | 11,0/11,7 | 31,6/31,2 | 38,0/36,9 | 9,1/9,8 |
| N ₁₅₀ +Рибав-Экстра | 243/315 | 15,0/14,6 | 10,1/11,0 | 11,0/11,5 | 31,7/30,8 | 38,2/36,8 | 9,0/9,9 |
| N ₁₅₀ +Эпин-Экстра | 256/310 | 14,5/15,9 | 10,3/10,8 | 11,3/11,8 | 31,5/31,4 | 37,6/36,5 | 9,3/9,5 |
| N ₁₅₀ +Новосил | 230/295 | 14,4/13,6 | 10,5/11,0 | 11,4/11,7 | 31,3/31,1 | 37,4/36,4 | 9,4/9,8 |
| НСР ₀₅ | 14/15 | 0,5/0,5 | 0,3/0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,4/0,5 | 0,4/0,9 |

Примечание. В числителе опыт 2010 г., в знаменателе – 2011 г.

В опыте 2010 г. под воздействием возрастающих доз азота (до 150 кг/га) в зерновках пшеницы увеличилось накопление белков на 4,2%, причем существенное повышение содержания белков в зерне отмечалось при каждом последующем увеличении дозы азота. Усиление накопления в зерне белков происходило за счёт увеличения доли глиадинов и глютеинов, тогда как концентрация водорастворимых белков (альбумины и легкорастворимые глобулины), глобулинов и неэкстрагируемых белков существенно снижалась. Наибольший эффект от действия поздней некорневой азотной подкормки получен в варианте с дозой азота 150 кг/га, при этом содержание в зерне белков повышалось на 1,1% за счёт увеличения доли глиадинов и глютеинов (клейковинных белков), а концентрация водорастворимых белков, глобулинов и неэкстрагируемых белков снижалась.

В опыте 2011 г. при повышении уровня азотного питания также наблюдалось существенное повышение белковости зерна пшеницы. Под влиянием дозы азота 150 кг/га общее содержание в зерне белков возрастало на 3% за счет увеличения доли глиадинов и глютеинов, а относительное содержание других белковых фракций уменьшалось (водорастворимых белков, глобулинов, неэкстрагируемых белков). Некорневая азотная подкормка, как и в опыте 2010 г., была наиболее эффективной на фоне допосевого внесения дозы азота 150 кг/га. В этом варианте она повышала содержание в зерне белков на 1,4% за счет увеличения доли глиадинов и глютеинов, а концентрация водорастворимых белков и глобулинов уменьшалась.

Главная цель применения фиторегуляторов в наших опытах – их воздействие на физиолого-биохимические процессы в созревающем зерне, связанные с формированием его качества, поэтому обработку растений этими регуляторными веществами проводили в фазе колошения пшеницы. Тем не менее в засушливых условиях 2010 г. выявлено действие фиторегулятора Эпин-Экстра на формирование урожая (прибавка урожая 8,5%). Положительное действие данного препарата связано, очевидно, с его влиянием на функционирование клеточных мембран растений, в результате чего повысилась их устойчивость к водodefицитному и высокотемпературному стрессам. В условиях вегетации 2011 г. также отмечено положительное действие на продуктивность пшеницы фиторегулятора Рибав-Экстра (прибавка урожая 6,4%).

В опыте 2010 г. изучаемые фиторегуляторы существенно не влияли на содержание белков в зерне пшеницы, отмечено их небольшое действие на соотношение белковых фракций (см. табл. 1). Новосил несколько увеличивал содержание водорастворимых, а также неэкстрагируемых белков, но снижал концентрацию глютеинов, поэтому уменьшалось и общее количество клейко-винных белков. Рибав-Экстра увеличивал содержание глютеинов и снижал концентрацию глобулинов, вследствие чего увеличивалось отношение клейко-винных белков к легкорастворимым. Альбит уменьшал содержание глобулинов, поэтому доля клейковинных белков в данном варианте возрастала.

В опыте 2011 г. отмечено повышение белковости зерна

при обработке растений пшеницы фиторегуляторами Альбит и Эпин-Экстра, а Новосил понижал содержание белков в зерне (см. табл. 1), однако соотношение белковых фракций при этом существенно не изменялось.

В засушливом 2010 г. общий уровень α-амилазной активности в зрелых зерновках пшеницы был невысоким, в варианте без внесения азота он составлял 6-7% от общей амилазной активности зерна (табл. 2), что обычно не ухудшает его хлебопекарные свойства зерна.

2. Активность амилаз в зерне пшеницы

| Вариант опыта | мг гидролизованного крахмала за 1 ч в расчете на 1 г зерна | | % от общей активности | | |
|--|--|-----------|-----------------------|-----------|-----------|
| | общая активность амилаз | α-амилазы | β-амилазы | α-амилазы | β-амилазы |
| Без внес. азота | 42,5/50,7 | 2,7/4,8 | 39,8/45,9 | 6,4/9,5 | 93,6/90,5 |
| N ₆₀ | 53,9/60,3 | 3,7/5,5 | 50,2/54,8 | 6,9/9,1 | 93,1/90,9 |
| N ₉₀ | 51,5/61,7 | 4,7/7,2 | 46,8/54,5 | 9,1/11,7 | 90,9/88,3 |
| N ₁₂₀ | 63,9/80,9 | 5,6/9,0 | 58,3/71,9 | 8,8/11,1 | 91,2/88,9 |
| N ₁₅₀ | 73,9/73,2 | 10,2/15,3 | 63,7/57,9 | 13,8/20,9 | 86,2/79,1 |
| N ₁₅₀ + N ₃₀ подк. | 81,9/76,5 | 4,7/11,2 | 77,2/65,3 | 5,7/14,6 | 94,3/85,4 |
| N ₁₂₀ + N ₃₀ подк. | 72,0/78,3 | 3,2/3,9 | 68,8/74,4 | 4,4/5,0 | 95,6/95,0 |
| N ₁₅₀ +Альбит | 80,9/77,6 | 7,6/13,8 | 73,3/63,8 | 9,4/17,8 | 90,6/82,2 |
| N ₁₅₀ +Рибав | 76,8/76,5 | 8,7/14,5 | 68,1/62,0 | 11,3/19,0 | 88,7/81,0 |
| N ₁₅₀ +Эпин | 71,5/69,9 | 9,5/15,7 | 62,0/54,2 | 13,3/22,5 | 86,7/77,5 |
| N ₁₅₀ +Новосил | 75,9/79,1 | 8,6/16,2 | 67,3/62,9 | 11,3/20,5 | 88,7/79,5 |
| НСР ₀₅ | 1,3/1,7 | 0,6/1,1 | 1,4/2,5 | - | - |

Примечание. В числителе данные урожая 2010 г., в знаменателе – 2011 г.

Увеличение дозы азота, вносимого до посева, повышало уровень α-амилазной активности в зрелых зерновках пшеницы как в абсолютном (в расчёте на 1 г зерна), так и в относительном выражении (% от общей активности амилаз), что предопределяло ухудшение хлебопекарных свойств зерна. Особенно заметно это в варианте с дозой азота 150 кг/га.

Повышение α-амилазной активности зерна при увеличении уровня азотного питания пшеницы сопровождалось уменьшением доли β-амилазной активности в общей активности амилаз зерна. В целом общая амилазная активность в зерне при повышении уровня азотного питания пшеницы существенно возрастала, особенно в вариантах с дозами азота 120-150 кг/га.

Поздняя некорневая подкормка пшеницы мочевинной существенно снижала активность α-амилаз в зрелых зерновках, что предопределяло улучшение хлебопекарных свойств зерна. Однако общая амилазная активность в зерне под влиянием поздней некорневой азотной подкормки повышалась за счёт увеличения активности β-амилаз.

В условиях вегетации 2010 г. установлено, что под действием фиторегуляторов Альбит, Рибав-Экстра и Новосил происходило некоторое повышение общей амилазной активности в зерне за счёт увеличения активности β-амилаз, тогда как активность α-амилаз понижалась, что улучшает хлебопекарные свойства зерна. Фиторегулятор Эпин-Экстра несколько снижал

общую активность амилаз в зерне, но при этом соотношение активностей α - и β -амилаз существенно не изменялось.

В 2011 г. гидротермические условия во время созревания зерна, как и в 2010 г., характеризовались высокими среднесуточными температурами, однако уровень α -амилазной активности в зерновках был существенно выше как в абсолютном, так и относительном выражении (см. табл. 2). Последнее обусловлено тем, что повышенные температуры не сопровождались засухой и сумма осадков в этот период была близка к среднепогодным данным.

По общей амилазной активности зерна, как и в 2010 г., отмечалась определённая тенденция к возрастанию при повышении уровня азотного питания. Увеличение общей амилазной активности в зерне под влиянием возрастающих доз азота происходило главным образом за счёт повышения активности α -амилаз, тогда как доля β -амилазной активности уменьшалась от 90 до 79%.

Не наблюдалось чёткой закономерности по влиянию на общую активность амилаз в зерне поздней некорневой азотной подкормки, однако активность α -амилаз значительно снижалась, тогда как β -амилазная активность заметно возрастала. Исходя из этих данных, можно ожидать существенного улучшения хлебопекарных свойств зерна.

В опыте 2011 г. показано, что под действием фиторегуляторов Альбит и Рибав-Экстра в зерновках пшеницы возрастала общая амилазная активность за счёт увеличения активности β -амилаз, тогда как доля α -амилазной активности несколько уменьшалась. Фиторегулятор Новосил повышал общую амилазную активность в зерне без изменения соотношения активностей α - и β -амилаз. Эпин-Экстра понижал общую активность амилаз в зерне за счёт уменьшения активности β -амилаз, тогда как доля α -амилазной активности несколько возрастала.

На хлебопекарные свойства зерна пшеницы существенное влияние оказывают протеолитические ферменты, под действием которых при формировании хлебопекарного теста может происходить деградация клейковинных белков, в результате чего будут ухудшаться свойства теста и выпекаемого из него хлеба. Поэтому в зерне хлебопекарной пшеницы повышенная активность протеолитических ферментов не допускается.

3. Активность протеаз в зрелых зерновках пшеницы в зависимости от уровня азотного питания (микромоли тирозина за 1 ч в расчете на 1 г зерна)

| Вариант опыта | Кислые протеазы (pH 5,8) | | Щелочные протеазы (pH 8,0) | |
|---|--------------------------|---------|----------------------------|---------|
| | 2010 г. | 2011 г. | 2010 г. | 2011 г. |
| Без внес. азота | 49,2 | 56,3 | 25,4 | 20,9 |
| N ₆₀ | 45,6 | 54,5 | 21,8 | 18,2 |
| N ₉₀ | 46,4 | 49,1 | 19,9 | 17,9 |
| N ₁₂₀ | 39,5 | 41,8 | 16,3 | 13,6 |
| N ₁₅₀ | 37,1 | 40,9 | 14,5 | 10,9 |
| N ₁₅₀ +N ₃₀ подк. | 38,7 | 39,9 | 13,6 | 11,3 |
| N ₁₂₀ +N ₃₀ подк. | 37,2 | 40,9 | 17,2 | 14,0 |
| N ₁₅₀ +Альбит | 33,1 | 38,2 | 16,3 | 9,9 |
| N ₁₅₀ +Рибав | 37,4 | 39,9 | 18,2 | 12,7 |
| N ₁₅₀ +Эпин | 39,1 | 43,6 | 15,4 | 9,1 |
| N ₁₅₀ +Новосил | 37,6 | 39,1 | 13,6 | 11,8 |
| НСР ₀₅ | 1,5 | 1,7 | 1,3 | 0,9 |

В более засушливом 2010 г. уровень активности кислых протеаз (pH 5,8) в зрелом зерне пшеницы был значительно ниже, а щелочных протеаз (pH 8,0) несколько выше по сравнению с 2011 г., когда условия влагообеспеченности растений были лучше (табл. 3). При этом усиление азотного питания пшеницы не приводило к повышению активности протеаз в зерне, наоборот, активность этих ферментов в вариантах с высокой дозой азота (150 кг/га) понижалась: кислых протеаз – в 1,3-1,4 раза, щелочных протеаз – в 1,8-1,9 раза. Поздняя некорневая азотная подкормка существенно не изменяла уровень активности кислых и щелочных протеаз в зерне пшеницы.

В проведенных полевых опытах изучали также действие фиторегуляторов на активность в зерне пшеницы кислых и щелочных протеаз. Альбит понижал концентрацию кислых

протеаз в зерне, однако стабильного действия по годам этого фиторегулятора на активность щелочных протеаз не выявлено. Рибав-Экстра существенно не влиял на активность в зерне кислых протеаз, но заметно повышал активность щелочных протеаз. Эпин-Экстра повышал активность кислых протеаз в зерне, но не имел стабильного действия по годам на активность щелочных протеаз. Не выявлено стабильного действия по годам фиторегулятора Новосил на активность как кислых, так и щелочных протеаз.

Заключение. В опытах с яровой мягкой пшеницей сорта Иволга, проведенных на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, установлено, что при увеличении доз азота до 150 кг/га существенно возрастают продуктивность растений (на 47-76%) и содержание в зерне белков (на 3,1-4,2%). Под воздействием высоких доз азота, вносимого до посева пшеницы, в зерновках увеличивалось накопление клейковинных белков (глюдинов и глютеинов), имеющих значительный дефицит по содержанию незаменимых аминокислот лизина, триптофана, метионина, изолейцина, но уменьшалось содержание альбуминов, глобулинов и неэкстрагируемых белков, которые лучше сбалансированы по содержанию указанных незаменимых аминокислот, в результате чего понижалась биологическая ценность суммарного белка зерна.

При некорневой азотной подкормке пшеницы раствором мочевины в фазе начала формирования зерна на фоне допосевого внесения высоких доз азота (120-150 кг/га) повышалась общая белковость зерна (на 0,6-1,4%) за счёт усиления накопления клейковинных белков, тогда как концентрация глобулинов, водорастворимых и неэкстрагируемых белков уменьшалась, что усиливало дефицит суммарных белков зерна по содержанию незаменимых аминокислот лизина, триптофана, метионина, изолейцина. Вместе с тем, увеличение накопления клейковинных белков при повышении уровня азотного питания пшеницы и применении поздней некорневой азотной подкормки положительно влияет на хлебопекарные свойства зерна.

В ходе изучения ферментных белков установлено, что при повышении уровня азотного питания растений пшеницы в её зерновках возрастает общая активность амилаз за счёт значительного увеличения α -амилазной активности, а доля β -амилазной активности уменьшается. В результате хлебопекарные свойства зерна ухудшаются. Под влиянием поздней некорневой азотной подкормки активность α -амилаз в зерне пшеницы существенно уменьшается, а доля активности β -амилаз возрастает, что предопределяет улучшение хлебопекарных свойств зерна.

Результаты опытов также показали, что при усилении азотного питания в зерновках пшеницы существенно понижалась активность кислых и щелочных протеаз. Последнее свидетельствует о том, что в вариантах с высокими дозами азота, вероятно, происходит более активное связывание протеаз в неактивные комплексы белками-ингибиторами или клейковинными белками, содержание которых в зерновках возрастает при усилении азотного питания пшеницы. Поздняя некорневая азотная подкормка существенно не изменяла уровень активности протеолитических ферментов в зерне пшеницы.

В проведенных опытах не выявлено стабильного действия изучаемых фиторегуляторов на содержание и состав белков в зерне пшеницы. В опыте 2010 г. отмечались небольшое увеличение содержания клейковинных белков при обработке растений пшеницы Альбитом и Рибав-Экстра и уменьшение концентрации этих белков под действием Новосила. В опыте 2011 г. выявлены небольшое повышение общего содержания белков в зерне пшеницы под влиянием Альбита и Эпин-Экстра и уменьшение концентрации белков при обработке растений пшеницы фиторегулятором Новосил.

Фиторегуляторы оказывали определённое действие на активность в зерне пшеницы гидролитических ферментов – амилаз и протеаз. Фиторегулятор Альбит при его применении в фазе колошения пшеницы увеличивал общую амилазную активность в зерне за счёт повышения концентрации β -амилаз, тогда как активность α -амилаз уменьшалась. Рибав-Экстра и Новосил также повышали общую амилазную актив-

ность зерна за счёт увеличения концентрации β -амилаз. Эпин-Экстра снижал общую активность амилаз в зерне за счёт уменьшения концентрации β -амилаз. Наиболее стабильное действие на активность амилолитических ферментов в зрелом зерне пшеницы показал фиторегулятор Альбит, который при обработке растений в фазе колошения снижал активность α -амилаз, в результате частично предотвращал возрастание α -амилазной активности в зерне при внесении высокой дозы азота (150 кг/га).

В результате определения активности протеолитических ферментов установлено, что фиторегулятор Рибав-Экстра повышает активность щелочных протеаз в зерне пшеницы, Эпин-Экстра – кислых протеаз, что не способствует улучшению хлебопекарных свойств зерна, так как повышение активности протеаз вызывает ослабление клейковины при формировании хлебопекарного теста. Однако, фиторегулятор Альбит понижал активность кислых протеаз в зерне пшеницы, поэтому при его применении возможно улучшение хлебопекарных свойств зерна.

Таким образом, в проведенных опытах показано, что при высоких дозах азота (до 150 кг/га) существенно повышаются зерновая продуктивность яровой мягкой пшеницы (на 47-76%) и белковость зерна (на 3,1-4,2%) за счёт усиления синтеза клейковинных белков (глиадинов и глютеинов), в зерновках понижается активность протеолитических ферментов, но существенно возрастает активность α -амилаз, что ухудшает хлебопекарные свойства зерна. Поздняя не-корневая азотная подкормка пшеницы (через 1 нед после цветения) повышает белковость зерна (на 0,6-1,4%) за счёт усиления синтеза клейковинных белков и понижает активность α -амилаз в зерне до уровня контроля (без внесения азота), в результате чего улучшаются хлебопекарные свойства зерна. На фоне внесения высокой дозы азота (150 кг/га) применение в фазе колошения пшеницы фиторегулятора Альбита снижало активность α -амилаз и кислых протеаз в зерне, что свидетельствует об улучшении хлебопекарных свойств зерна.

Литература

1. Бебякин В.М., Старичкова Н.И., Дорогобед А.А. Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий его произрастания// Зерновое хозяйство.- 2003.- №3.- С. 22-24.
2. Воллейдт Л.П., Мяделец П.С., Кукреши Н.П. Формирование фракционного состава в зависимости от условий питания// Агрохимия.- 1976.- № 5.- С.59-60.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). -М.: Агропромиздат, 1985.- 351 с.
4. Завалин А.А., Сергалев Н.Х. Влияние условий азотного питания и физиологически активных веществ на формирование величины и качества урожая зерна яровой пшеницы// Агрохимия.- 2000.- №1.- С. 23-29.
5. Минеев В.Г., Павлов А.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна пшеницы.- М.: Колос, 1981.- 188 с.
6. Новиков Н.Н. Формирование урожая и качества зерна хлебопекарной пшеницы при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве// Известия ТСХА.- 2010.- № 1. С. 59-72.
7. Новиков Н.Н., Войсеса Б.В. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта, условий выращивания и уровня азотного питания// Известия ТСХА.- 1994.- №4.- С. 14-29.
8. Новиков Н.Н., Жарихина А.А. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения фиторегуляторов при выращивании на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве// Плодородие.- 2012.- № 1.- С. 8-10.
9. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. -М.: Колос, 1985.- 255 с.
10. Прусакова Л.Д., Чижова С.И. Роль брассиностероидов в росте устойчивости и продуктивности растений // Агрохимия. – 1996.- № 11.- С. 137-150.
11. Шаповал О.А. и др. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства.- М.: ВНИИА, 2009.- 60 с.
12. Braziene Z. Spring wheat yield and productivity components as affected by nitrogen fertilization and weather conditions. – Zemdirbyste / Lietuvos zemes ukio univ., Akademija, 2007, т. 94, № 1, p. 89-99.
13. Friebe A. Brassinosteroids in induced resistance and induction of tolerances to abiotic stress in plants. // Natural Products for Pest Management, ACS Symp. Ser., 2006 // eds. Rimando A.M., Duke O.M. Washington DC, v, 927, p. 233-242.
14. Strong W.M. Effect of late application of nitrogen on the yield and protein content of wheat. «Australian J. exp. Agric. Anim. Husb», 1982, v. 222, №114-115, p. 54-61.
15. Thompson M.J., Effect of phyto regulators on spring wheat // Cereal chemistry. – 2004, v. 8, № 3, p. 112-117.

Protein composition and quality of spring soft wheat grain depending on the level of nitrogen nutrition and the application of phyto regulators on loamy soddy-podzolic soil

N.N. Novikov, A.A. Zharikhina

Russian State Agricultural University – Moscow Agricultural Academy, Russian Academy of Sciences, ul. Timiryazeva 49, Moscow, 127550 Russia E-mail: Ali_bau1@mail.ru

In field experiments on loamy soddy-podzolic soil, it was shown that the high level of nitrogen application up to 150 kg/ha increased the grain productivity of spring soft wheat, gluten content, and α -amylase activity in grain. Top dressing with nitrogen at the beginning of seed formation increased the content of gluten proteins in grain and decreased the α -amylase activity, which had a positive effect on the technological properties of grain. The application of phyto regulator Albit at the heading stage decreased the α -amylase and acid protease activities in grain.

Keywords: soft wheat, optimization of nitrogen nutrition, phyto regulators, grain quality, protein composition, amylase and protease activities.