

УДК 631.81.1:631.816.12:631.559:633.11“324”

## ВЛИЯНИЕ РАННЕВЕСЕННЕЙ ПОДКОРМКИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ И УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНЫЙ КОМПЛЕКС ЗЕРНА

© 2019 г. Н. П. Бакаева<sup>1</sup>, Н. Ю. Коржавина<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный аграрный университет  
446442 Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2, Россия

\*E-mail: Ninasholgina.ru@yandex.ru

Поступила в редакцию 17.09.2018 г.

После доработки 16.10.2018 г.

Принята к публикации 13.05.2019 г.

В центральной зоне Самарской обл. в 2010–2013 гг. исследовали зависимость параметров углеводно-амилазного комплекса зерна озимой пшеницы сорта Поволжская 86 от величин коэффициентов использования азота минеральных удобрений и урожайности. На основе данных урожайности, динамики содержания азота в почве, содержания азота в зерне и его выноса урожаем определены коэффициенты реализации колоса (КРК), коэффициенты использования (КИУ) азота из минеральных удобрений и почвы (КИП), количество крахмала и активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы в зависимости от применения различных азотных подкормок. Содержание аммиачного и нитратного азота в почве от фазы колошения снижалось к моменту уборки на 29% в контроле и на 5–20% – в остальных опытных вариантах. Показатели урожайности и количества крахмала в зерне озимой пшеницы при подкормке аммиачной селитрой увеличивались более чем на 22%. Наибольшее усвоение азотистых веществ из почвы отмечено в варианте применения аммиачной селитры (64%). Наивысшая суммарная активность амилолитических ферментов была в варианте с применением мочевины (178 мг гидролизованного крахмала/г муки).

**Ключевые слова:** ранневесенняя подкормка, озимая пшеница, азотные удобрения, использование азота минеральных удобрений, урожайность, углеводно-амилазный комплекс зерна.

DOI: 10.1134/S0002188119090035

### ВВЕДЕНИЕ

В Среднем Поволжье ведущим звеном производства зерна являются озимые культуры, для повышения конкурентоспособности и востребованности требуется улучшение его качества [1]. Азотное питание растений, которое обеспечивается за счет использования минерального удобрения, является определяющим в формировании продуктивности сельскохозяйственных культур, а также повышении качественных показателей урожая зерна [2].

Коэффициенты использования азота минеральных удобрений позволяют раскрыть явления, связанные с процессами питания растений, которые показывают уровень накопления элементов питания возделываемой культурой и их содержание в почве. Степень обеспеченности растений азотом влияет на качественные показатели зерна, в связи с чем определение корреляционных связей между показателями использования азота минеральных удобрений, урожайности и параметра-

ми углеводно-амилазного комплекса зерна является актуальным [3].

Цель работы – изучение влияния ранневесенней подкормки различными видами азотных удобрений на коэффициенты использования азота, урожайность, параметры углеводно-амилазного комплекса зерна, а также проведение корреляционного анализа зависимостей между изученными показателями озимой пшеницы.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в центральной зоне Самарской обл. в 2010–2013 гг. Рельеф местности выровненный, почва опытного поля – чернозем типичный среднегумусный среднemocный тяжелосуглинистый. Площадь делянок – 270 м<sup>2</sup> (9 × 30 м), повторность трехкратная, размещение делянок систематическое, одноярусное. Предшественник – чистый пар. Для посева использовали элитные семена озимой пшеницы сорта Поволжская 86.

Таблица 1. Схема опыта

Вариант	Доза азота
Контроль без удобрений	0
Аммиачная селитра (подкормка весной)	N40
Сульфат аммония (подкормка весной)	N40
Мочевина (подкормка весной)	N40

Посев провели в 2010 г. 12 сентября, в 2011 г. – 1 сентября, в 2012 г. – 23 сентября рядовым способом сеялкой “ДМС 601” на глубину 6–8 см с нормой высева 5.0 млн всхожих семян/га. В первой декаде апреля проводили подкормку азотными удобрениями – аммиачной селитрой, сульфатом аммония и мочевиной. Дозы удобрений вносили из расчета N40. Агрохимические показатели почвы поля до начала исследования были следующими: нитратный азот – 4.47 мг/кг, легкогидролизуемый азот – 42.4 мг/кг, органическое вещество – 4.6%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 96.8, K<sub>2</sub>O – 86.6 мг/кг, pH 7.82. Схема опыта представлена в табл. 1.

Погодные условия лета 2010 г. создали сильное иссушение почвы ко времени посева озимой пшеницы. Осадки, выпавшие в 3-й декаде августа (28 мм) создали увлажнение верхнего слоя почвы и обеспечили прорастание семян и появление всходов. Устойчивый снежный покров зимы 2010/2011 г. сформировался в обычные сроки. Промерзание почвы было слабым, февральские морозы не привели к промерзанию глубже 47 см. Это свидетельствовало о том, что условия переизморки были достаточно благоприятными.

Общее количество осадков за 2011 г. с температурами >10°C составило 328 мм, что в 2 раза больше среднемноголетней нормы. Гидротермический коэффициент оказался равным 1.2, что характеризовало условия 2010–2011 сельскохозяйственного года как влажные.

Температурные условия осени 2011 г. (августа и сентября) сложились благоприятно для посева озимых культур. Среднесуточные температуры в 3-й декаде августа составили 15.5°C, что было близко к оптимальной. В сентябре температура постепенно снижалась, и к концу месяца достигла 8.0°C. Первый осенний заморозок на поверхности почвы (–1.0°C) отмечен сравнительно поздно – 01 октября – и не был опасен для растений. В ноябре и декабре 2011 г. среднемесячные температуры воздуха изменялись от –1.7 до –11.6°C. Формирование устойчивого снежного покрова пришлось на 09 ноября 2011 г., и в период “опасных” температур его высота на метеоплощадке достигала 32–47 см, что свидетельствовало о хорошей изоляции зимовавших под снегом культур от морозов. Сумма активных температур (>10°C) составила 3475°C, что в целом характеризует условия 2012 г. как вполне благоприятные. За

2012 г. выпало 462 мм осадков что на 12.7% больше среднемноголетней нормы. Существенно больше нормы осадков выпало в марте – 74.8 мм при среднемноголетней норме 24.0 мм. Также повышенное количество осадков отмечено в июне. Гидротермический коэффициент составил 0.66.

В сочетании с достаточным количеством осадков в августе 2012 г., а также в сентябре и октябре условия прорастания семян озимой пшеницы, начального роста и кушения характеризовались как хорошие. Опасных погодных явлений поздней осенью 2012 г. и в начале зимы 2012/2013 г. не отмечено. Морозов <–20°C не было, губительных заморозков поздней весной и ранней осенью не отмечали, ветра силой >15 м/с не было. Глубина промерзания почвы к концу 2012 г. достигла 83 см. Сумма активных температур (>10°C) за 2013 г. составила 2986°C, что выше среднемноголетней нормы на 436°C. В целом за 2013 г. выпало 549 мм, что на 139 мм превышало среднегодовое количество осадков. В то же время в мае и особенно в феврале, июне и ноябре осадков выпало значительно меньше среднегодовой нормы. Гидротермический коэффициент составил 0.98 [4, 5].

Содержание в почве подвижного фосфора и калия в одной вытяжке определяли по методу Чирикова в модификации ЦИНАО, легкогидролизуемого азота – по методу Тюрина–Кононовой, обменного аммония – по методу ЦИНАО ГОСТ 26489–85, органического вещества – по методу Тюрина, определение рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> – потенциометрическим методом. Урожайность определяли путем уборки учетной площади делянки (50 м<sup>2</sup>) селекционным комбайном “TERRION” в фазе полной спелости зерна. Учет урожая проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию. Биохимические исследования проводили по методикам [8], содержание крахмала в зерне пшеницы определяли согласно методике Ястребовича–Калининой, активности амилаз – по Плешкову. Аттрагирующую способность колоса определяли по отношению массы колоса в фазе созревания (полной спелости) к его массе в фазе цветения. Коэффициент реализации колоса (*КРК*) определяли как увеличение массы колоса за период от фазы цветения до фазы созревания [8]. Все определения проведены в трехкратной повторности. Статистическую обработку урожайных данных провели дисперсионным методом с использованием программы STATISTICA.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из значимых элементов минерального питания, влияющим на рост и развитие растений пшеницы, является азот. Азот доступен растениям главным образом в форме минеральных соединений – аммонийной и нитратной. Содержа-

**Таблица 2.** Содержание минеральных форм азота в слое 0–30 см почвы в фазах колошения и перед уборкой (средние за годы исследования), мг N/кг

Вариант	Колошение		Перед уборкой	
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Контроль без удобрений	12.8	6.3	9.0	4.5
Аммиачная селитра	21.2	10.5	14.9	10.0
Сульфат аммония	18.9	10.5	13.0	8.5
Мочевина	20.1	9.9	14.3	9.5

**Таблица 3.** Урожайность зерна озимой пшеницы и его физические свойства в зависимости от азотных подкормок (средние за годы исследования)

Вариант	Стекло-видность зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га			
			2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
Контроль без удобрений	72.8	37.0	27.8	18.5	29.1	25.1
Аммиачная селитра	73.7	37.7	35.3	22.7	34.4	30.8
Сульфат аммония	74.0	37.3	32.8	21.8	33.5	29.4
Мочевина	72.2	39.4	34.0	21.9	33.7	29.9
<i>HCP</i> <sub>05 об</sub>	—	—	1.4	1.5	1.4	—
<i>HCP</i> <sub>05 А</sub>	—	—	0.7	0.8	0.7	—

Примечание. Величину *HCP*<sub>05</sub> считали с помощью компьютерной программы Excel и дополнительной надстройки “статистика”. То же в табл. 6.

ние нитратного азота в почве определяли непосредственно перед посевом, его величина была равна 11.1 мг/кг. Динамика содержания минеральных форм азота в слое 0–30 см почвы в фазах колошения и перед уборкой при применении различных азотных подкормок в среднем за годы исследования представлена в табл. 2.

Наибольшее содержание нитратного азота в фазе колошения отмечено в варианте с применением аммиачной селитры, оно снижалось к моменту уборки на 30%. Содержание аммиачного азота в вариантах с применением аммиачной селитры и сульфата аммония было максимальным в фазе колошения, оно к моменту уборки снижалось на 5–20%, соответственно. Более интенсивное уменьшение содержания аммиачного и нитратного азота отмечено в контрольном варианте – на 28%.

Стекловидность определяет структуру зерновки, в основном – крахмала, соотношение различных его типов – простого и сложного, крупного и мелкого, а также белка и липидов. Любые нарушения этого соотношения приводят к щуплости зерновки, а нарушения синтеза крахмала *B*-типа – к невыполненности. Поэтому выявление критических периодов в развитии эндосперма, связанных, в частности, с синтезом запасных веществ (например, крахмала), даст возможность устранить нарушения, вызываю-

щие аномальное развитие зерновок, проведением соответствующих приемов агротехнологии.

Изменение урожайности озимой пшеницы, а также некоторых показателей качества зерна при применении ранневесенней подкормки различными азотными удобрениями представлено в табл. 3. Согласно полученным данным, на массу 1000 зерен наиболее эффективно повлияло применение подкормки мочевиной – 39.4 г. Масса зерна связана с уровнем аттракции продуктов фотосинтеза к зонам и центрам ростовых процессов. Аттрагирующая способность колоса или коэффициент реализации колоса (*KPK*) при применении аммиачной селитры (2.04), мочевины (1.88) и сульфата аммония (2.02) была больше контроля на 16–27%. Урожайность озимой пшеницы при подкормке аммиачной селитрой увеличивалась на 23% в сравнении с контролем, сульфатом аммония и мочевиной – на 17 и 19%, соответственно. Стекловидность в варианте применения сульфата аммония была на 1.6% больше, чем в контроле.

Результаты показали, что урожайность и содержание азота в зерне изменялись в зависимости от подкормки азотными удобрениями, что повлияло на величину общего выноса азота зерном (табл. 4).

Коэффициент использования питательных веществ растением из почвы (*KИП*) зависит от пло-

**Таблица 4.** Влияние азотных подкормок на содержание азота в зерне и его вынос урожаем озимой пшеницы сорта Поволжская 86 (средние за годы исследования)

Вариант	Содержание N в зерне, %	Общий вынос N урожаем, кг/га	КИУ, %	Вынос N на 1 ц зерна, кг/га
Контроль без удобрений	2.25	60.0	—	2.39
Аммиачная селитра	2.58	85.6	64	2.78
Сульфат аммония	2.46	77.9	45	2.65
Мочевина	2.50	80.4	51	2.69

**Таблица 5.** Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86

Вариант	Крахмал, %			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
Контроль без удобрений	53.2 ± 0.05	57.4 ± 0.09	55.8 ± 0.07	55.5 ± 0.07
Аммиачная селитра	53.4 ± 0.08	59.8 ± 0.06	58.1 ± 0.09	57.1 ± 0.08
Сульфат аммония	54.6 ± 0.10	58.5 ± 0.09	56.2 ± 0.11	56.4 ± 0.10
Мочевина	53.8 ± 0.11	58.8 ± 0.08	56.9 ± 0.10	56.5 ± 0.10

родия почвы, биологических особенностей культуры и сорта, водного и теплового режимов в течение вегетации, приемов агротехники [8]. Коэффициент использования растениями азота удобрений (*КИУ*) определяли, как разницу между выносом азота урожаем при внесении азота и без его внесения, выраженную в % от внесенного с удобрениями количества азота. Наибольшее усвоение азотистых веществ из почвы отмечено в варианте применения аммиачной селитры (64%), в вариантах применения сульфата аммония и мочевины коэффициенты были равны 45 и 51% соответственно.

При внесении азотных удобрений в одинаковом количестве в пересчете на действующее вещество наибольший вынос азота отмечен в варианте применения аммиачной селитры – 85.6 кг N/га, где также установлены и наивысшее содержание азота в зерне, и урожайность.

Показано, что аммиачная селитра наиболее эффективно действовала в посевах озимой пшеницы по сравнению с другими азотными удобрениями, о чем свидетельствовали величины коэффициента потребления азота из удобрения, а также высокие показатели выноса азота как общего, так и зерном.

Примененная система удобрения влияла не только на величину урожайности, но и на качество зерна. Накопление крахмала содействует улучшению качества зерна и увеличению урожайности пшеницы. Полученное зерно с определенными повышенными показателями качества может быть в дальнейшем использовано как посевной материал для повышения урожайности. Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 на

фоне применения азотных удобрений за годы исследования представлено в табл. 5.

Показано, что содержание крахмала в вариантах с применением азотных подкормок было равно 53–55%, что больше на 2–3%, чем в контроле. Максимальные показатели отмечены в варианте с применением аммиачной селитры. Содержание крахмала в зерне связано с таким показателем как стекловидность зерна.

Амилолитические ферменты (амилазы) выполняют важную роль, т.к. процесс брожения и накопления сахара в тесте зависит от скорости образования мальтозы, что в свою очередь связано с активностью амилаз.  $\alpha$ -Амилаза превращает крахмал в декстрины, образуя небольшое количество мальтозы.  $\beta$ -Амилаза воздействует на крахмал или на декстрины, образуя значительное количество мальтозы. Совместное действие  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз приводит практически к полной гидролизации крахмала, т.к. декстрины осаживаются достаточно легко [9, 10]. Активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 представлена в табл. 6.

Установлена обратная зависимость между активностью амилаз и количеством крахмала. Максимальная суммарная активность амилолитических ферментов отмечена в варианте с применением мочевины (178 мг гидролизованного крахмала/г муки). Корреляционные связи между урожайностью и показателями качества зерна озимой пшеницы, а также уравнения регрессии, описывающие эти связи, представлены в табл. 7.

Линейный коэффициент корреляции характеризует степень тесноты не всякой, а только линейной зависимости. В общем случае, когда вели-

**Таблица 6.** Активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы (среднее за годы исследования), мг гидролизованного крахмала/г муки

Вариант	Активность амилолитических ферментов		
	$\alpha$ -амилаза	$\beta$ -амилаза	$\alpha + \beta$ -амилазы
Контроль без удобрений	19.5	153	173
Аммиачная селитра	19.5	153	173
Сульфат аммония	20.1	154	175
Мочевина	20.2	158	178

**Таблица 7.** Корреляционная связь между показателями использования азота минеральных удобрений, урожайности озимой пшеницы и параметрами углеводно-амилазного комплекса ее зерна

Признаки	Коэффициент корреляции	Степень зависимости	Уравнение регрессии
Урожайность – стекловидность	$r = 0.30$	слабая, прямая	$y = 1.3x + 25.55$
Урожайность – масса 1000 зерен	$r = 0.52$	заметная, прямая	$y = 0.68x + 36.15$
Урожайность – крахмал	$r = 0.96$	весьма высокая, прямая	$y = 1.3x + 25.55$
Урожайность – $\alpha$ -амилаза	$r = 0.39$	умеренная, прямая	$y = 0.245x + 19.2$
Урожайность – $\beta$ -амилаза	$r = 0.40$	умеренная, прямая	$y = 1.65x + 150.69$
Урожайность – $\alpha + \beta$ -амилазы	$r = 0.41$	умеренная, прямая	$y = 1.9x + 170$
Крахмал – стекловидность	$r = 0.37$	умеренная, прямая	$y = 0.23x + 55.8$
Крахмал – масса 1000 зерен	$r = 0.38$	умеренная, прямая	$y = 0.23x + 55.8$
Крахмал – $\alpha$ -амилаза	$r = 0.14$	слабая, прямая	$y = 0.24x + 19.2$
Крахмал – $\beta$ -амилаза	$r = 0.20$	слабая, прямая	$y = 1.65x + 150.7$
Крахмал – $\alpha + \beta$ -амилазы	$r = 0.20$	слабая, прямая	$y = 1.89x + 170$

чины  $x$  и  $y$  связаны произвольной вероятностной зависимостью, линейный коэффициент корреляции принимает величину в пределах  $-1 < r_{xy} < 1$ , тогда качественная оценка тесноты связи величин  $x$  и  $y$  может быть выявлена на основе шкалы Чеддока. Теснота прямой связи имеет градации слабая (0.1–0.3), умеренная (0.3–0.5), заметная (0.5–0.7), высокая (0.7–0.9), весьма высокая (0.9–0.99). Обратная связь характеризуется такими же коэффициентами, как и при прямой зависимости, но с отрицательными величинами [6, 7]. Согласно полученным результатам, весьма высокой была зависимость между показателями урожайности и содержанием крахмала ( $r = 0.96$ ). Между показателями урожайности и массы 1000 зерен отмечена заметная прямая зависимость ( $r = 0.52$ ). Зависимость между показателями урожайности и активностью амилаз ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\alpha + \beta$ -амилазы), содержанием крахмала и массой 1000 зерен, а также содержанием крахмала и стекловидностью была умеренной и практически одинаковой (на уровне  $r = 0.37$ –0.41).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено положительное влияние ранневесенней подкормки посевов ози-

мой пшеницы различными видами азотных удобрений. Показано, что урожайность озимой пшеницы при применении в ранневесеннюю подкормку аммиачной селитры была наивысшей в отличие от остальных вариантов применения различных азотных удобрений. Стекловидность зерна была максимальной в вариантах применения аммиачной селитры и сульфата аммония – до 74%. В варианте применения мочевины отмечена наибольшая масса 1000 зерен.

Высокие показатели аттрагирующей способности колоса отмечены в варианте применения аммиачной селитры (2.04), в отличие от других вариантов опыта. Самое высокое содержание крахмала в зерне отмечено в варианте с внесением аммиачной селитры (57.1%). Коэффициент корреляции был наибольшим между показателями урожайности и количеством крахмала ( $r = 0.96$ ), что свидетельствовало о прямой весьма высокой связи между этими показателями.

Наилучшее усвоение азотистых веществ из почвы отмечено в варианте с применением аммиачной селитры (64%), что в большей степени повлияло на урожайность и качественные показатели зерна.

Таким образом, в период возделывания озимой пшеницы сорта Поволжская 86 применение

различных видов азотных удобрений в виде подкормки весной показало, что аммиачная селитра в большей степени влияла на такие показатели как усвоение азотистых веществ из почвы, показатели аттрагирующей способности колоса, стекловидность зерна, его урожайность и содержание крахмала. Корреляционный анализ позволил выявить прямые зависимости между изученными показателями, причем весьма высокую зависимость между урожайностью и крахмалом, заметную между урожайностью и массой 1000 зерен, амилолитической активностью, содержанием крахмала, стекловидностью зерна. Содержание крахмала и амилолитическая активность имели слабую прямую связь.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчагин В.А., Шевченко С.Н., Зудилин С.Н., Горянин О.И. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области. Уч. пособ. Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. 192 с.
2. Кожухарь Т., Кириченко Е. Влияние биологических препаратов и минерального удобрения на формирование элементов структуры урожая пшеницы озимой // Stiinta Agricola. 2009. № 1. С. 15–19.
3. Халгаева К.Э. Особенность формирования урожая сортов озимой пшеницы при предпосевной обработке семян БАВ и применении удобрений на светло-каштановых почвах // Вестн. Ин-та комплексных исследований аридных территорий. 2011. № 2(23). С. 66–69.
4. Бакаева Н.П., Шоломов Ю.А., Коржавина Н.Ю. Влияние обработки семян препаратами ЖУСС и подкормки азотными удобрениями на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы // Агрохимия. 2016. № 3. С. 32–38.
5. Бакаева Н.П., Коржавина Н.Ю., Салтыкова О.Л. Состояние углеводно-амилазного комплекса зерна озимой пшеницы разных сортов в зависимости от обработки микроудобрениями ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями // Изв. СГСХА. 2017. № 1. С. 30–34.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л.: Энергоатомиздат, ЛО, 1990. 288 с.
8. Рахимов М.М., Ниязмухамедова М.Б., Гулов Е.А., Пулодов М., Камолов Н., Косумбекова Ф.А. Аттрагирующая способность колоса пшеницы, выращенной в разных экологических и агротехнических условиях // ДАН РТ. 2011. № 6. С. 504–507.
9. Никитин С.Н. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи среднего Поволжья: Дис. ... д-ра с.-х. наук. Ульяновск, 2014. 272 с.
10. Коржавина Н.Ю., Бакаева Н.П. Влияние микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений на углеводный комплекс зерна озимой пшеницы // Сб. мат-лов Всерос. научн.-метод. конф. с международ. участием, посвящ. 85-летию Ивановской ГСХА им. Д.К. Беляева "Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России" 29 октября 2015 г. Иваново, 2015. С. 123–126.

## Influence of Early Spring Feeding of Winter Wheat with Different Types of Nitrogen Fertilizers on the Use of Nitrogen Fertilizers, Yield and Carbohydrate-Amylase Complex of Grain

N. P. Bakaeva<sup>a</sup> and N. Yu. Korzhavina<sup>a,#</sup>

<sup>a</sup>Samara State Agricultural Academy  
ul. Uchebnaya 2, Samara Region, p.g.t. Ust-Kinelsky, 446442, Russia

<sup>#</sup>E-mail: Ninasholgina.ru@yandex.ru

In the Central zone of the Samara region in 2011–2013, the dependence of the parameters of the carbohydrate-amylase complex of winter wheat grain of the Volga region 86 on the values of the nitrogen utilization factor of mineral fertilizers and yield was studied. On the basis of yield data, the dynamics of nitrogen content in the soil, nitrogen content in the grain and its removal by the crop, the coefficients of the ear (*CRK*), the coefficients of the use ( $K_u$ ) of nitrogen from mineral fertilizers and soil, the amount of starch and the activity of amylolytic enzymes in the grain of winter wheat, depending on the use of various nitrogen dressings. The content of ammonia and nitrate nitrogen in the soil from the earing phase decreased by 29% at the time of harvesting in the control and by 5–20% in the other experimental variants. Indicators of productivity and quantity of starch in grain of winter wheat at feeding with ammonium nitrate increased by more than 22%. The greatest assimilation of nitrogenous substances from the soil was noted in the variant of application of ammonium nitrate (64%). The highest total activity of amylolytic enzymes was in the variant with urea (178 mg of hydrolyzed starch/g of flour).

**Key words:** early spring feeding, winter wheat, nitrogen fertilizers, use of nitrogen fertilizers, yield, carbohydrate-amylase complex of grain.