УДК 631.811:631.84:633.111.1

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-51-3-20-26

Д.В. Чикишев, Н.В. Абрамов, Н.С. Ларина, С.В. Шерстобитов

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ключевые слова: азотные удобрения; яровая пшеница; урожайность; аминокислоты; неорганический азот.

Введение. Очень часто в Тюменской области сельскохозяйственные растения испытывают дефицит доступного азота в почве [1–3]. Его недостаточное количество может стать ограничивающим фактором в получении высокого и качественного урожая. Азотные удобрения представляют собой дополнительный источник доступного азота для растений. Их преимущество заключается в том, что они содержат азот в наиболее растворимых и доступных для растений формах, таких как аммонийная и нитратная.

Неорганический азот легко поглощается корнями растений и в дальнейшем используется для синтеза различных органических веществ, в основном белков [4]. Включение азота в состав белков протекает по следующей цепочке: нитрат-ион – ион аммония – аминокислоты – белки. Реакции трансформации азота из одного соединения в другое протекают с помощью различных ферментов. При их недостаточной активности скорость катализируемых реакций замедляется. В связи с этим часть поступившего в растения минерального азота может накопиться в исходной форме. С другой стороны, непотребившийся растениями минеральный азот из удобрений может являться причиной загрязнения окружающей среды [5, 6].

Таким образом, при использовании азотных удобрений важно правильно рассчитать их дозы, а для этого необходимо знать вынос азота растением на единицу продукции, правильно оценить содержание доступного азота в почве перед его внесением и спланировать урожайность. Проблемой при внесении азотных удобрений в почву может являться неоднородность содержания азота на различных участках поля, которая отмечена исследователями [7–9]. Традиционный способ подразумевает внесение минеральных удобрений одной нормой на всё поле с учётом среднего содержания доступного азота на этом поле. Поэтому на участках поля с наиболее выраженным дефицитом азота его внесения будет недостаточно, а на участках с содержанием выше среднего его концентрация в почве

будет избыточна. В настоящее время получает распространение технология дифференцированного (точного) внесения минеральных удобрений по элементарным участкам поля с учётом содержания азота на этих участках и планируемой урожайности.

Цель исследования – изучение влияния азотсодержащих удобрений на урожайность, накопление неорганического азота, а также аминокислотного состава в зерне яровой пшеницы. Удобрения на всех вариантах вносились дифференцировано.

Материалы и методы исследования. Опыт заложен в 2016 г. на полях учхоза ГАУ Северного Зауралья. Выращиваемая культура – яровая пшеница сорта Новосибирская 31. Исследования проводились на 4 вариантах с различной планируемой урожайностью: контроль без внесения удобрений (К), внесение удобрений на планируемую урожайность 3 т/га (3), на 4 т/га (4) и 5 т/га (5). Повторность трёхкратная. Элементарные участки имели квадратную форму с размером сторон 50 м (площадь 0,25 га). Применяемые удобрения в опыте – аммиачная селитра (34,4 % азота) и азофоска (15 % азота, 15 % фосфора и 15 % калия). Для определения доз удобрений под планируемую урожайность весной в промежуток времени после боронования поля и перед посевом проводился отбор почвы. С каждого участка методом конверта отбиралось по 20 точечных проб в слое почвы 0–30 см, которые были усреднены в объединённую пробу. Отобранные образцы почвы доводились до воздушно-сухого состояния путём их распределения тонким слоем на фильтровальной бумаге при комнатной температуре. Из высушенных образцов вручную отбирались растительные остатки и мелкие камни. Почва размалывалась вручную в фарфоровой чашке и пропусклась через сито с диаметром отверстий 1 мм. Далее проводились анализы почвы на агрохимические показатели: pH водной и солевой вытяжек, гидrolитическая кислотность и сумма поглощенных оснований, содержание в почве нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия, извле-

каемых по методу Чирикова, и содержание гумуса.

Образцы зерна отбирались из комбайна после уборки каждого участка. В дальнейшем пробу зерна перемешивали и размалывали. В подготовленной пробе зерна определяли следующие показатели: содержание азота в форме неорганических соединений – иона аммония и нитрат-иона по ГОСТ Р 56374-2015 и ГОСТ Р 56375-2015, аминокислотный состав по М-04-35-2009 (2014), и содержание белка по ГОСТ 10846-91. При определении нитрат-иона навеску зерна массой 0,5 г помещали в коническую колбу и заливали 25 мл дистиллированной воды. Проводили экстракцию в течение 20 минут. С учётом того, что практически все нитраты растворимы в воде, они переходили из зерна в водную вытяжку. Полученную вытяжку фильтровали, отбирали аликвоту объёмом 1 мл, помещали в пробирку эппендорфа и центрифугировали. Далее пробирку помещали в систему капиллярного электрофореза и определяли содержание нитрат-ионов в вытяжке с дальнейшим расчётом содержания нитрат-ионов в зерне. Для определения иона аммония навеску зерна массой 100 мг помещали в термостойкую вialsу с герметичной закручивающейся крышкой. Добавляли 10 мл 6М соляной кислоты. Данное количество кислоты по отношению к навеске является избыточным для гидролиза белка из любых проб. Проводили гидролиз в течение 12–14 часов при температуре 110 °С. В процессе гидролиза неорганические катионы полностью переходят из зерна в солянокислую вытяжку. Содержимое охлаждённых виал после гидролиза фильтровали, отбирали аликвоту в фарфоровую чашечку и осторожно выпаривали в струе тёплого воздуха для испарения оставшейся кислоты. Сухой остаток растворяли в воде, помещали в пробирку эппендорфа и центрифугировали. Далее пробирку помещали в систему капиллярного электрофореза и определяли содержание иона аммония.

Анализ зерна на содержание аминокислот проводили тремя различными вытяжками. Из первой вытяжки определяли содержание 14 аминокислот: пролина, аргинина, метионина, треонина, лизина, лейцина, изолейцина, аланина, валина, гистидина, фенилаланина, тирозина, серина, глицина. Начальная пробоподготовка проводится аналогично определению иона аммония, однако после испарения аликвоты в чашечку для выпаривания последовательно добавляются водный раствор карбоната натрия и фенилизотиоцианат в изопропиловом спирте и

проводится дериватизация в течение 35 минут. В процессе этой процедуры аминокислоты переводятся в форму фенилтиокарбамильных производных (ФТК-производных). Далее содержимое чашечки с дериватами выпаривали и растворяли в воде, помещали в пробирку эппендорфа и центрифугировали. Пробирку помещали в систему капиллярного электрофореза и определяли содержание ФТК-производных аминокислот.

Для определения сумм глутамина и глутаминовой кислоты, аспарагина и аспарагиновой кислоты, цистина и цистеина проводили предварительное окисление определяемых аминокислот в соответствующие устойчивые к гидролизу кислоты: глутаминовую, аспарагиновую, цистеиновую. Предварительное окисление проводили добавлением к пробе зерна смеси перекиси водорода с муравьиной кислотой. Предварительно окисленную пробу переносили в вialsу для гидролиза и поступали аналогично определению других аминокислот.

Для определения триптофана в вialsу с помещённой навеской зерна добавляли гидроокись бария. Проводили гидролиз при аналогичных условиях. После гидролиза содержимое виалы количественно переносили в мерную колбу, добавляли индикатор и нейтрализовали избыток щёлочи серной кислотой. Объём в колбе доводили до метки водой, аликвоту помещали в пробирку эппендорфа и центрифугировали. Далее пробирку помещали в систему капиллярного электрофореза и определяли прямое содержание триптофана (а не в форме ФТК-производных, как другие аминокислоты).

Так как цистеин, цистин, аспарагин и глутамин являются неустойчивыми к гидролизу аминокислотами, то при определении иона аммония результаты его содержания могут быть немного завышены.

Результаты исследования. На основе полевых опытов различными авторами установлено, что в зависимости от условий выращивания урожайность яровой пшеницы в условиях Тюменской области и соседних регионов может изменяться в широких пределах и достигать 6,0 т/га [10–12]. Наше исследование показало, что применение минеральных удобрений в условиях недостатка питательных элементов в почве способствует увеличению урожайности яровой пшеницы относительно контрольного варианта, где удобрения не вносились [13]. Максимальная эффективность применения удобрений была отмечена в варианте с планируемой урожайностью 4 т/га, где внесли 390 кг/га минеральных удобрений в физическом весе и получили

5,40 т/га зерна (такое несовпадение между фактически полученной и планируемой урожайностью зерна вызвано несовершенством применяемой методики для расчёта доз минеральных удобрений). По сравнению с контрольным вари-

антом, где получили 3,78 т/га зерна, прибавка составила 1,62 т/га (42 %). Дополнительное внесение минеральных удобрений не позволило получить более высокий урожай, даже несколько его снизив.

Рисунок 1
Влияние доз внесения минеральных удобрений
на урожайность яровой пшеницы ($n = 3$, $P = 0,95$)

Применяемые в опыте удобрения – аммиачная селитра (NH_4NO_3) и азофоска ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{KCl}$) – содержат азот в аммонийной и нитратной формах, и с увеличением дозы их внесения количество доступного азота в почве также будет повышаться. Обе эти формы азота являются основными при питании растений азотом и могут легко поглощаться корнями. Опыт показал, что яровая пшеница накапливает неорганический азот преимущественно в аммонийной форме. Восстановление нитратов идёт по следующей схеме: нитрат-ион – нитрит-ион – гипонитрит-ион – гидроксиламин – ион аммония. Для ферментов, восстанавливающих нитрат-ион до иона аммония, на различных этапах необходимы: молибден, медь, железо и марганец [14]. Так как содержание аммонийного азота (0,40–0,59 % в пересчёте иона аммония на азот) в зерне значительно превышало содержание нитратного азота (0,016–0,020 % в пересчёте нитрат-иона на азот), можно сделать вывод, что обеспеченность пшеницы на чернозёме указанными микроэлементами достаточная (рисунок 2).

Аммонийный азот растения используют для синтеза аминокислот. Основные пути их синтеза: прямое аминирование и трансаминирование кетокислот под действием соответствующих ферментов, количество и активность которых влияет на скорость катализируемых ими реакций. Повышение содержания иона аммония в зерне говорит о том, что накопленный аммонийный азот не успевает включиться в состав аминокислот.

Для устранения его избытка растения начинают образовывать аспарагин и глутамин, которые являются амидами аспарагиновой и глутаминовой кислот и в отличие от иона аммония для растений не токсичны [15, 16]. Результаты наших исследований показали, что преимущественно образуется глутамин (таблица 1). Это связано с тем, что глутаминовая кислота (предшественник глутамина) является доминирующей в аминокислотном составе основного белка яровой пшеницы – глютена [17]. Причём с увеличением содержания иона аммония, глутаминовой кислоты и глутамина заметно снижение содержания аргинина, путь синтеза которого до-

вольно большой и занимает 8 стадий. Растение начинает устранять избыток токсичного для него иона аммония по самому простому пути в ущерб синтезу аргинина и, вероятно, других со-

единений. Несбалансированное азотное питание может являться причиной снижения урожайности.

Рисунок 2

Влияние доз удобрений на содержание нитрат-иона и иона аммония в зерне яровой пшеницы ($n = 3$, $P = 0,95$)

Существуют исследования, доказывающие, что избыток иона аммония может накапливаться также и при недостатке углеводов [14]. В основе их образования лежит процесс фотосинтеза — процесс формирования углеводов с использованием углекислого газа, воды и солнечной энергии. В период исследования гидротермический коэффициент Селянинова составил 1,3, что соответствовало достаточному уровню увлажнения. Замеры энергии света не входили в про-

грамму исследований. Концентрация аминокислот других семейств мало зависела от доз применяемых удобрений. Так, например, содержание лизина в зерне яровой пшеницы находилось на контрольном варианте и без применения минеральных удобрений составило 0,3 %, а при внесении различных доз минеральных удобрений — 0,4 %. Содержание тирозина на всех исследуемых вариантах находилось в пределах 0,4–0,5 % (таблица 2).

Таблица 1 Содержание аминокислот семейства α -кетоглутурата в зерне яровой пшеницы ($n = 3$, $P = 0,95$)

Вариант опыта	Глутаминовая кислота + глутамин	Пролин	Аргинин
К	$\frac{3,6 \pm 1,8}{2,8 \div 4,2}$	$\frac{1,3 \pm 0,2}{1,2 \div 1,4}$	$\frac{5,1 \pm 1,6}{4,5 \div 5,8}$
3	$\frac{4,5 \pm 1,4}{3,9 \div 5,0}$	$\frac{1,6 \pm 0,1}{1,5 \div 1,6}$	$\frac{4,2 \pm 5,0}{1,9 \div 5,5}$
4	$\frac{5,4 \pm 2,1}{4,5 \div 6,2}$	$\frac{1,6 \pm 0,8}{1,4 \div 2,0}$	$\frac{1,5 \pm 2,1}{0,7 \div 2,4}$
5	$\frac{5,3 \pm 2,5}{4,2 \div 6,2}$	$\frac{1,7 \pm 0,5}{1,5 \div 1,9}$	$\frac{1,0 \pm 0,7}{< 0,5 \div 1,2}$

Таблица 2 Содержание аминокислот (n = 3, P = 0,95)

Вариант опыта	Аспарагиновая к-та + аспарагин	Метионин	Треонин	Лизин	Лейцин + изолейцин*	Аланин	Валин
Семейство	Оксалоацетата				Пирувата		
К	< 0,5	$\frac{0,3 \pm 0,0}{< 0,25 \div 0,3}$	$\frac{0,6 \pm 0,1}{0,5 \div 0,6}$	$\frac{0,3 \pm 0,0}{0,3 \div 0,3}$	$\frac{1,2 \pm 0,1}{1,1 \div 1,2}$	$\frac{0,5 \pm 0,1}{0,4 \div 0,5}$	< 0,5
3	< 0,5	$\frac{< 0,25}{< 0,25 \div 0,3}$	$\frac{0,6 \pm 0,1}{0,6 \div 0,7}$	$\frac{0,4 \pm 0,0}{0,4 \div 0,4}$	$\frac{1,3 \pm 0,3}{1,2 \div 1,4}$	$\frac{0,6 \pm 0,1}{0,5 \div 0,6}$	$\frac{0,6 \pm 0,0}{0,6 \div 0,6}$
4	< 0,5	$\frac{0,3}{< 0,25 \div 0,4}$	$\frac{0,6 \pm 0,4}{0,5 \div 0,8}$	$\frac{0,4 \pm 0,2}{0,3 \div 0,5}$	$\frac{1,3 \pm 0,7}{1,1 \div 1,6}$	$\frac{0,5 \pm 0,0}{0,5 \div 0,5}$	$\frac{0,6 \pm 0,2}{< 0,5 \div 0,7}$
5	< 0,5	$\frac{0,4 \pm 0,2}{0,3 \div 0,5}$	$\frac{0,6 \pm 0,2}{0,5 \div 0,7}$	$\frac{0,4 \pm 0,0}{0,4 \div 0,4}$	$\frac{1,4 \pm 0,1}{1,3 \div 1,4}$	$\frac{0,5 \pm 0,1}{0,5 \div 0,6}$	$\frac{0,5 \pm 0,1}{0,5 \div 0,6}$

* Содержание лейцина и изолейцина определено суммарно. Изолейцин относится к семейству оксалоацетата, а лейцин – пирувата.

Таблица 2 (продолжение) Содержание аминокислот (n = 3, P = 0,95)

Вариант опыта	Гистидин	Фенилаланин	Тирозин	Триптофан	Серин	Цистин + Цистеин*	Глицин
Семейство	Рибозо-5-фосфата	Фосфоенолпирувата + эритрозо-4-фосфата			3-фосфоглицерата		
К	< 0,5	$\frac{0,7 \pm 0,3}{0,6 \div 0,8}$	$\frac{0,4 \pm 0,1}{0,4 \div 0,5}$	$\frac{0,3 \pm 0,1}{0,2 \div 0,3}$	$\frac{0,8 \pm 0,1}{0,7 \div 0,8}$	< 0,1	$\frac{0,6 \pm 0,1}{0,5 \div 0,6}$
3	< 0,5	$\frac{0,6 \pm 0,1}{0,6 \div 0,7}$	$\frac{0,4 \pm 0,2}{0,3 \div 0,5}$	$\frac{0,2 \pm 0,1}{0,2 \div 0,3}$	$\frac{1,0 \pm 0,2}{0,9 \div 1,0}$	< 0,1	$\frac{0,6 \pm 0,0}{0,6 \div 0,6}$
4	< 0,5	$\frac{0,8 \pm 0,6}{0,5 \div 1,0}$	$\frac{0,5 \pm 0,1}{0,4 \div 0,5}$	$\frac{0,2 \pm 0,0}{0,2 \div 0,2}$	$\frac{0,9 \pm 0,3}{0,8 \div 1,0}$	< 0,1	$\frac{0,9 \pm 0,8}{0,6 \div 1,2}$
5	< 0,5	$\frac{0,8 \pm 0,2}{0,7 \div 0,9}$	$\frac{0,5 \pm 0,3}{0,4 \div 0,6}$	$\frac{0,2 \pm 0,1}{0,2 \div 0,3}$	$\frac{1,0 \pm 0,1}{0,9 \div 1,0}$	< 0,1	$\frac{0,6 \pm 0,1}{0,6 \div 0,7}$

* Содержание цистина и цистеина определено суммарно.

Выводы. Применение минеральных азотных удобрений способствует увеличению урожайности яровой пшеницы до 1,62 т/га (42 % относительно контрольного варианта). Неорганический азот из почвы и удобрений, усвоившись растением, восстанавливается до иона аммония и включается в состав аминокислот. Его избыток, достигающий 0,76 %, спровоцирован биологическими факторами – недостаточным количеством и активностью ферментов, необходимых для его нейтрализации, и условиями внеш-

ней среды – недостатком солнечной энергии. При обильном азотном питании яровой пшеницы и накоплении в ней токсичного иона аммония в растении включаются механизмы нейтрализации его избыточного количества путём включения аммония в состав глутамина в ущерб синтезу аргинина. Избыточные дозы минеральных удобрений снижают урожайность зерна яровой пшеницы, а также могут являться причиной загрязнения внешней среды.

Библиографический список

1. Абрамов, Н.В. Дифференцированное внесение минеральных удобрений с использованием космических систем [Текст] / Н.В. Абрамов, С.В. Шерстобитов, О.Н. Абрамов // Агропродовольственная политика России. 2014. № 2 (26). С. 2–8.
2. Дёмин, Е.А. Азотный режим кукурузы, выращенной по зерновой технологии в лесостепной зоне Зауралья [Текст] / Е.А. Дёмин, Д.И. Ерёмин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 12 (158). С. 10–16.
3. Рыбников, В.С. Агроэкологическая оценка почв ЗАО «Успенское» Тюменского района [Текст] / В.С. Рыбников // Мир инноваций. 2018. № 1-2. С. 64–74.
4. Leghari S.J., Wahocho N.A., Laghari G.M., Talpur K.H. and Wahocho S.A. and Lashari A.A. (2016). Role of nitrogen for plant growth and development: A review. *Advances in Environmental Biology (Jordon)*, 10(9): 209-2018.
5. Khan M.N., Mobin M., Abbas Z.K. and Alamri S.A. (2018) Fertilizers and Their Contaminants in Soils, Surface and Groundwater. In: Domi-

nick A. DellaSala, and Michael I. Goldstein (eds.) The Encyclopedia of the Anthropocene, vol. 5, p. 225–240. Oxford: Elsevier.

6. Гречишкіна, Ю.И. Экологические аспекты применения удобрений в современном земледелии [Текст] / Ю.И. Гречишкіна, А.Н. Есаулко, Л.С. Горбатко, А.А. Беловолова, С.А. Коростылев, Т.С. Айсанов // Вестник АПК Ставрополья. 2012. № 3 (7). С. 112–115.

7. Денисов, К.Е. Повышение экономической эффективности растениеводства на основе дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия [Текст] / К.Е. Денисов, К.А. Петров, Н.С. Григорьев // Наука вчера, сегодня, завтра. 2016. № 5-2 (27). С. 72–76.

8. Балабанов, В.И. Дифференцированное внесение удобрений в точном земледелии [Текст] / В.И. Балабанов, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, С.В. Железова // Фермер. Поволжье. 2016. № 2 (44). С. 61–63.

9. Długosz J., Piotrowska-Długosz A. (2016). Spatial variability of soil nitrogen forms and the activity of N-cycle enzymes. Plant Soil Environ, Vol. 62, 2016, No. 11: 502–507.

10. Галеев, Р.Р. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня интенсификации производства в лесостепи Приобья [Текст] / Р.Р. Галеев, И.С. Самарин // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (46). С. 9–15.

11. Рзаева, В.В. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и предшественника возделываемой в Тю-

менской области [Текст] / В.В. Рзаева // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Пенза: Наука и Просвещение. 2017. С. 115–117.

12. Волынкина, О.В. Фосфорное удобрение усиливает действие азота на урожай и качество пшеницы [Текст] / О.В. Волынкина // Проблемы агрохимии и экологии. 2019. № 1. С. 21–25.

13. Чикишев, Д.В. Влияние дифференцированного внесения минеральных удобрений на продуктивность и качество яровой пшеницы [Электронный ресурс] / Д.В. Чикишев, Н.В. Абрамов, Н.С. Ларина // АгроЭкоИнфо. 2019. № 2. Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2019/2/st_237.doc.

14. Агрохимия / Под ред. акад. В.М. Ключковского и засл. деятеля науки А.В. Петербургского. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Колос, 1967. С. 183–185.

15. Causin H.F., Barneix A.J. The effect of glutamine and asparagine on net NH_4^+ uptake in young wheat plants. Plant and Soil, 1994, Volume 161, Number 2, Pages 257–265.

16. Joy W.K. 2011. Ammonia, glutamine and asparagine: A carbon-nitrogen interface. Canadian Journal of Botany. 66. 2103–2109.

17. Ine Rombouts, Lieve Lamberts, Inge Celus, Bert Lagrain, Kristof Brijs, Jan A. Delcour Wheat gluten amino acid composition analysis by high-performance anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection. Journal of Chromatography A, Volume 1216, Issue 29, 17 July 2009, Pages 5557–5562.

Сведения об авторах

1. **Чикишев Дмитрий Владимирович**, аспирант, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7, e-mail: 79088690714@yandex.ru.

2. **Абрамов Николай Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7, e-mail: vip.anv.55@mail.ru.

3. **Ларина Наталья Сергеевна**, кандидат химических наук, профессор, профессор кафедры органической и экологической химии, ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 6, e-mail: nslarina@yandex.ru.

4. **Шерстобитов Сергей Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7, e-mail: sv5888857@yandex.ru.

В статье представлены результаты применения азотных минеральных удобрений под яровую пшеницу сорта Новосибирская 31. Их применение позволило дополнительно получить 1,62 т/га зерна относительно контрольного варианта. Максимальная урожайность составила 5,40 т/га. С увеличением доз минеральных удоб-

рений повышается содержание иона аммония в зерне, которое достигает 0,76 %. Его избыток яровая пшеница нейтрализует путём включения в состав глутамина, содержание которого достигает до 5,4 %. При этом синтез аргинина снижается с 5,1 до 1,0 %.

D. Chikishev, N. Abramov, N. Larina, S. Sherstobitov

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS ON AMINO ACID COMPOSITION OF SPRING WHEAT GRAIN

Key words: *nitrogen fertilizers; spring wheat; yield; amino acids; inorganic nitrogen.*

Authors' personal details

1. **Chikishev Dmitry**, Post-graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern Trans-Ural State Agricultural University», Russia, Tyumen, Respubliki St., 7, e-mail: 79088690714@yandex.ru.

2. **Abramov Nikolay**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Soil Science and Agrochemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern Trans-Ural State Agricultural University», Russia, Tyumen, Respubliki St., 7, e-mail: vip.anv.55@mail.ru.

3. **Larina Natalia**, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Organic and Ecological Chemistry, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Tyumen State University», Russia, Tyumen, Volodarskogo St., 6, e-mail: nslarina@yandex.ru.

4. **Sherstobitov Sergey**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Soil Science and Agrochemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern Trans-Ural State Agricultural University», Russia, Tyumen, Respublika St., 7, e-mail: sv5888857@yandex.ru.

The paper presents the results of applying nitrogen fertilizers for spring wheat of the Novosibirsk 31 variety. The use of the fertilizers produced additional 1,62 t/ha of grain relative to the control variant. The maximum yield was 5,4 t/ha. The increased doses of the mineral fertilizers resulted in the

increased ammonium ion in the grain, the rate reached 0,76 %. The excess of ammonium ion in spring wheat is neutralized by glutamine in the composition; the glutamine content reached 5,4 %. At the same time, the synthesis of arginine was reduced from 5,1 to 1,0 %.

© Чикишев Д.В., Абрамов Н.В., Ларина Н.С., Шерстобитов С.В.

УДК 636.92:612.11:612.53

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-51-3-26-31

Е.А. Ажмулдинов, Ю.Н. Чернышенко, М.Г. Титов

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЕПЛОВОГО СТРЕССА

Ключевые слова: *кролики; стресс; температура; физиологические показатели; кровь.*

Введение. Кролики очень чувствительны к неблагоприятным условиям окружающей среды, особенно высоким температурам. Они приспосабливаются к холоду, главным образом, уменьшая потери тепла через кожу. Терморегуляция у кроликов довольно бедна, так как у них мало функциональных желез. Пониженная способность к терморегуляции у кроликов объясняется слабо развитой потовой железой: у большинства из них она не функционирует и пот вы-

деляется путем изменения частоты дыхания. Комфортный температурный режим для нормальной жизнедеятельности кроликов – от 15 до 20 °С. Кролики, подвергнутые воздействию температуры окружающей среды 25 °С, имели более низкий прирост массы тела, чем содержащиеся при 15 °С. Высокая температур (от 30 до 35 °С) способствует увеличению скорости метаболизма на 20 % и снижению потребления корма. Критическая температура окружающей