

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

УДК 631.842.4

**Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность новых
сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)**

*Аленичева А.Д.¹, Щуклина О.А.¹, Квитко В.Е.¹, Клименкова И.Н.¹, Груздев И.В.^{1,2},
Лангаева Н.Н.¹, Гарибян Ц.С.², Завгородний С.В.¹*

¹*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН*

²*Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной
биотехнологии*

Аннотация

Тритикале (×Triticosecale* Wittm.) является достаточно новой зерновой и кормовой культурой. Перспективные сорта ярового и озимого типа требуют определённого подхода и изучения элементов технологии возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях. Особенно это касается применения энергозатратных средств, таких как минеральные удобрения и средства защиты растений. Исследования проведены в условиях дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв с низким содержанием гумуса (1,4-2,0%). Объектами исследования являлись сорта яровой тритикале, включённые в Государственный реестр селекционных достижений в 2022 году: Тимирязевская 42 и Ботаническая 4 (оригинаторы ФГБНУ ВНИИСБ и ФГБУН ГБС РАН). Было показано, что современные сорта обладают высокой отзывчивостью на внесение азотных удобрений. При средней урожайности зерна без внесения удобрений 4,45-4,89 т/г они отзываются прибавками, составляющими от 2,74 до 5,10 т/га (сорт Тимирязевская 42) и от 1,11 до 2,71 (сорт Ботаническая 4). В сложившихся метеорологических условиях максимальная урожайность зерна была получена на сорте Тимирязевская 42 при внесении 120 кг д. в-ва на га (9,99 т/га), на сорте Ботаническая 4 при внесении 90 кг д. в-ва на га (7,16 т/га).*

Ключевые слова: ТРИТИКАЛЕ, АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЕ, ПОДКОРМКИ, АЗОТ, МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, УРОЖАЙНОСТЬ, ЗЕРНО

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale Wittm.*)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Введение

Создание высокоурожайных сортов зерновых и кормовых культур, устойчивых к стрессовым абиотическим факторам, является важной задачей, стоящей перед отечественными и зарубежными селекционерами [1]. Одновременно с устойчивостью новые сорта должны обладать высокой отзывчивостью на применяемые агротехнологии. При возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах лимитирующим фактором является азот, который относится к самым мобильным элементам и его содержание зависит от многих факторов: типа почвы, климатических условий, агротехники, предшественника и т.д. [2, 3]. При этом недостаток азота будет сказываться на урожайности возделываемых культур, а его избыток влиять на экологическую составляющую.

Тритикале, по сравнению с другими зерновыми культурами, обладает высокой адаптивностью к стрессовым абиотическим факторам (нестабильные тепло- и влагообеспеченность, низкое плодородие почв и т.д.) и устойчивостью к биотическим факторам (сорные растения, вредные микроорганизмы и насекомые, возбудители болезней) [4]. Селекционеры продолжают улучшение новых сортов с комплексом хозяйственно-ценных признаков, так как потенциал культуры далеко не исчерпан [5, 6]. Сортная агротехника, адаптированная под конкретный сорт и почвенно-климатические условия, позволит раскрыть потенциал сорта и получить максимально возможную урожайность качественного зерна и зелёной массы.

Цель исследований – изучение влияния доз азотных удобрений на урожайность новых сортов яровой тритикале в условиях Московской области.

Материалы и методы

Исследования по изучению влияния азотных удобрений на продуктивность яровой тритикале проводились на опытных полях отдела отдалённой гибридизации (Московская область, Истринский район) ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН в 2020-2021 годах. Почва опытных полей дерново-подзолистая тяжелосуглинистая средней окультуренности. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: высокое и очень высокое содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 166-260 мг/кг, среднее и повышенное

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

содержание обменного калия (K_2O) – 116-164 мг/кг (ГОСТ Р 54650. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО) и очень низкое содержанием гумуса – 1,4-2,0% (ГОСТ 26213. Почвы. Методы определения органического вещества). Реакция солевой вытяжки почвенного раствора в зависимости от года составила 5,8-7,42 (ГОСТ 26483. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО).

Для посева использовались новые сорта яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.) - Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, созданные коллективом авторов ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии». Сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений в 2022 году.

Схема опыта включала следующие варианты внесения азотных удобрений в виде аммиачной селитры (NH_4NO_3): N_{30} , N_{60} , N_{90} , N_{120} , N_{150} – по всходам; N_{90} (по всходам) + N_{30} (в фазу - выход в трубку); N_{90} (по всходам) + N_{60} (в фазу - выход в трубку). Опыт закладывался в 4-кратной повторности, размещение делянок рандомизированное, площадь учётной делянки 10 м² [7].

Учёты и наблюдения во время вегетации проводились в соответствии с общепринятыми методиками. Перед уборкой урожая с каждой делянки были отобраны пробные снопы для анализа структуры урожая.

Метеорологические условия вегетационных периодов были различными по температурному режиму и количеству выпавших осадков. При этом температурный режим был близок к среднегодовым значениям при избыточных осадках.

Результаты исследований и их обсуждение

Наблюдения за динамикой роста и развития растений (фенологические фазы, высота, накопление зелёной и сухой массы) позволяет оценить реакцию сорта на тот или иной элемент технологии возделывания и влияния на них погодных условий в течение вегетации [2, 8, 9]. Элементы технологии возделывания, такие как предшественник, срок посева, удобрения, пестициды, а также метеорологические условия вегетационного периода оказывают существенное влияние на рост и развитие растений. Высота растений характеризуется увеличением линейных размеров вегетативных и генеративных частей

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (×Triticosecale Wittm.)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

стебля и в большой степени зависит от обеспеченности растений азотом [10, 11]. В условиях дерново-подзолистых почв Московской области новые сорта яровой тритикале, Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, показали высокую отзывчивость на внесение азотных удобрений, которая выражалась в пропорциональном увеличении высоты растений по мере возрастания дозы удобрений. У сорта Тимирязевская 42 в фазу молочной спелости высота растений составила от 77,6 см в варианте без внесения удобрений до 90,9 см в варианте с внесением 120 кг д. в-ва азота (рис. 1). При внесении 150 кг д. в-ва азота, высота растений составила 90,5 см, что является несущественной разницей с предыдущим вариантом. Такой эффект связан с тем, что в родительских линиях сорта Тимирязевская 42 были обнаружены гены короткостебельности пшеницы (*Rht*), которые обуславливают высоту этого сорта в пределах 105 см [12, 13].

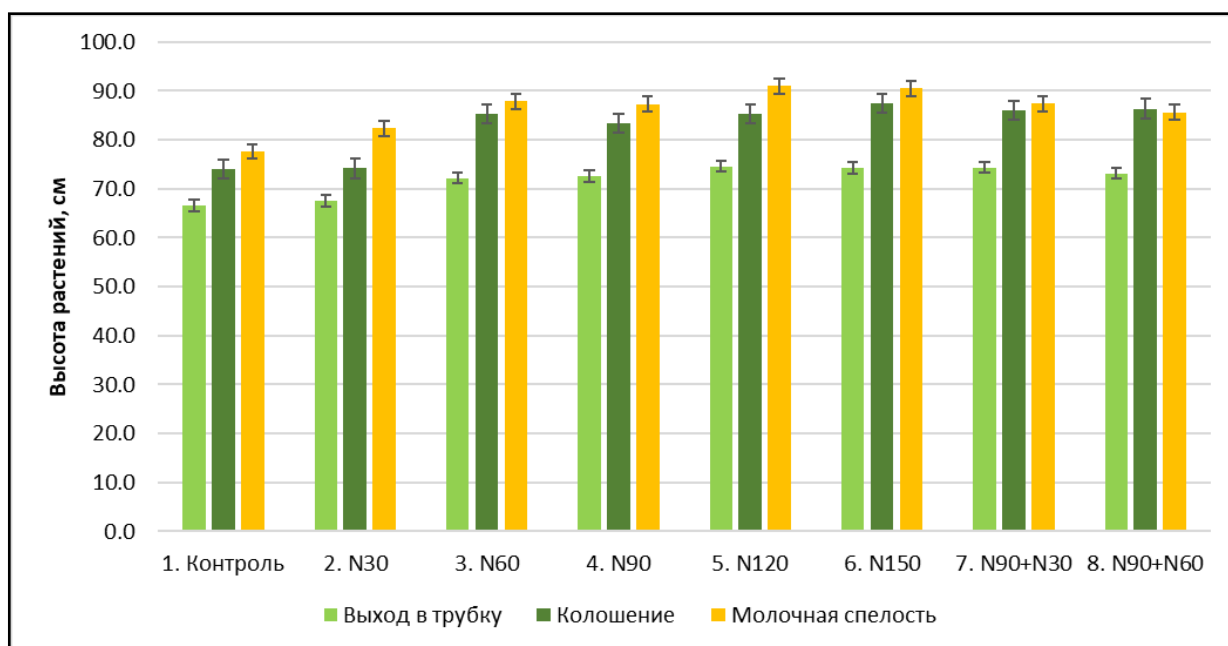


Рис. 1. Динамика роста яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 по фазам вегетации, см

При применении дробных доз азотных удобрений прибавка в высоте сорта Тимирязевская 42 наблюдалась только от первого внесения в дозе 90 кг д. в-ва на га. Она составила 7,9-9,8 см и соответствовала единовременному внесению удобрений в этой же дозе. Внесение азотных удобрений в фазу выхода в трубку, увеличивает длину

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (×Triticosecale Wittm.)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

вегетационного периода тритикале, однако на высоту растений существенного влияния не оказывает [14].

Сорт Ботаническая 4 имеет высоту растений 100-105 см, что на 7-10 см выше, чем у сорта Тимирязевская 42 (рис. 2). Однако известные гены короткостебельности в проведённых ранее исследованиях обнаружены не были [12]. Внесение азотных удобрений в дозе 120-150 кг д. в-ва на га повлияло на увеличение высоты растений на 12,2-14,6 см. Высота растений в посевах без внесения удобрений составила 90,0 см, при внесении 30 кг. д. в-ва на га – 87,9 см. Это говорит о том, что доза азота 30 и меньше кг. д. в-ва не оказывает существенного влияния на высоту растений в условиях выращивания на почвах с низкой обеспеченностью гумусом.

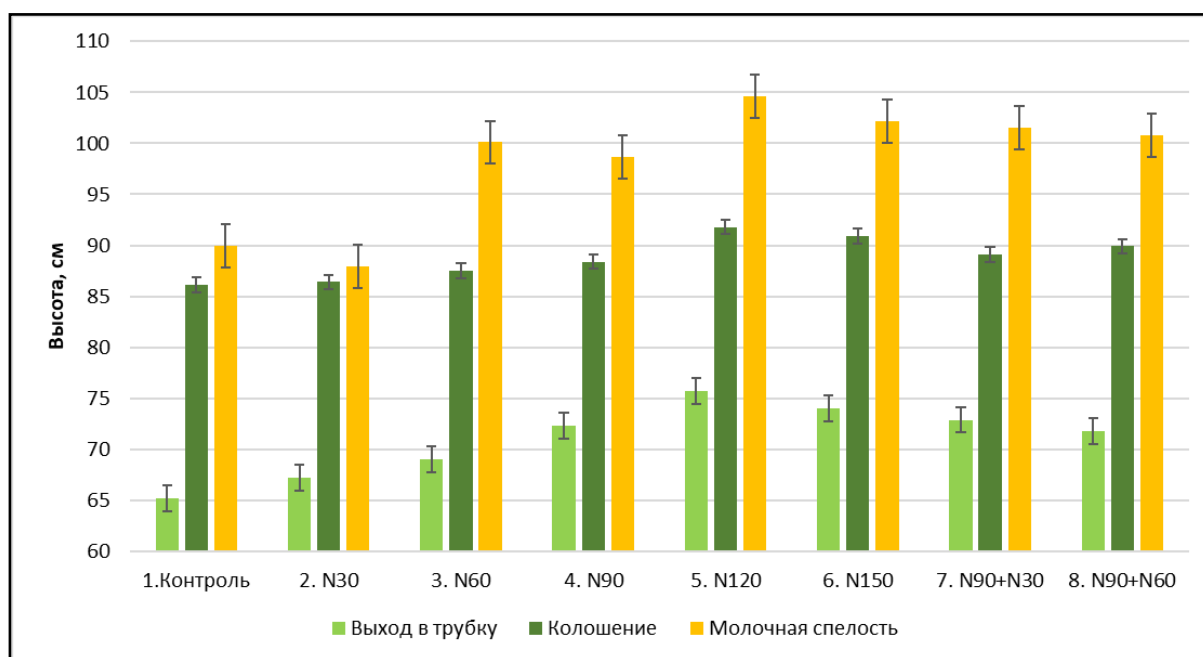


Рис. 2. Динамика роста яровой тритикале сорта Ботаническая 4 по фазам вегетации, см.

Одной из основных целей производства тритикале в мире и в России – это производство на зелёную массу. Наиболее интенсивное накопление вегетативной массы тритикале отмечается от фазы выхода в трубку до цветения. В данный период растения наиболее требовательны к влаге [15]. Проведённые исследования показали, что новые сорта яровой тритикале положительно реагирует на возрастающие дозы азотных удобрений, тем самым повышая урожайность зелёной массы. Азотные удобрения, начиная

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (×Triticosecale Wittm.)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

с дозы 30 кг д. в-ва на га, положительно отразились на накопление зелёной массы в фазе молочной спелости зерна на обоих сортах яровой тритикале.

Урожайность зелёной массы сорта Тимирязевская 42 значительно увеличилась при внесении возрастающих доз азотных удобрений, по сравнению с вариантом без внесения удобрений (рис. 3). Прибавка составила от 56,7% (N₃₀) до 87,7% (N₁₅₀). Наиболее высокая урожайность зелёной массы получена в варианте с максимальной дозой азотных удобрений (N₁₅₀), она составила 43,9 т/га. При дробном внесении азотных удобрений урожайность сорта возрастала на 4,5-4,6 т/га, по сравнению с вариантом без внесения.

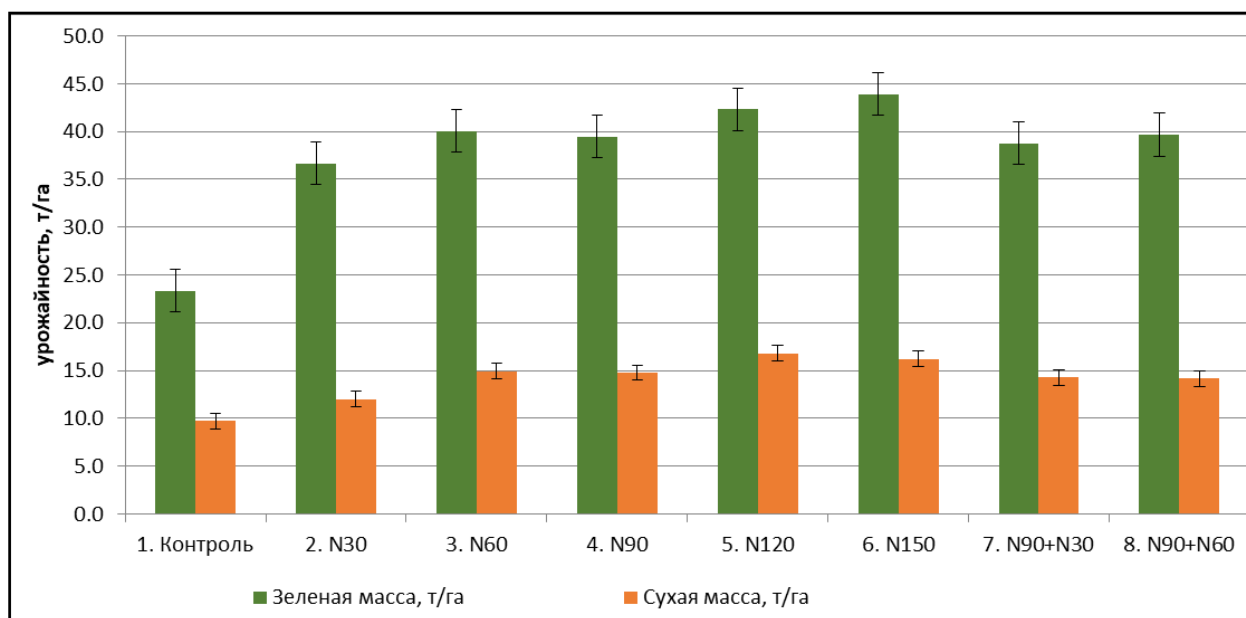


Рис. 3. Накопление зелёной и сухой массы сортом Тимирязевская 42 в фазу молочной спелости, т/га

Исследования показали, что в сложившихся почвенно-климатических условиях урожайность зелёной массы сорта Ботаническая 4 была несколько ниже, чем урожайность сорта Тимирязевская 42 и составила от 23,6 т/га в варианте без внесения удобрений до 32,2 т/га в варианте с дозой азота 150 кг д. в-ва на га (рис. 4). Прибавка урожайности зелёной массы от внесения азотных удобрений составила от 10,6% при внесении 30 кг д. в-ва на га до 36,6% при внесении 150 кг д. в-ва на га. Прибавки зелёной массы нарастали пропорционально возрастающим дозам азотных удобрений. При этом снижения урожайности при внесении высоких доз не наблюдалось.

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

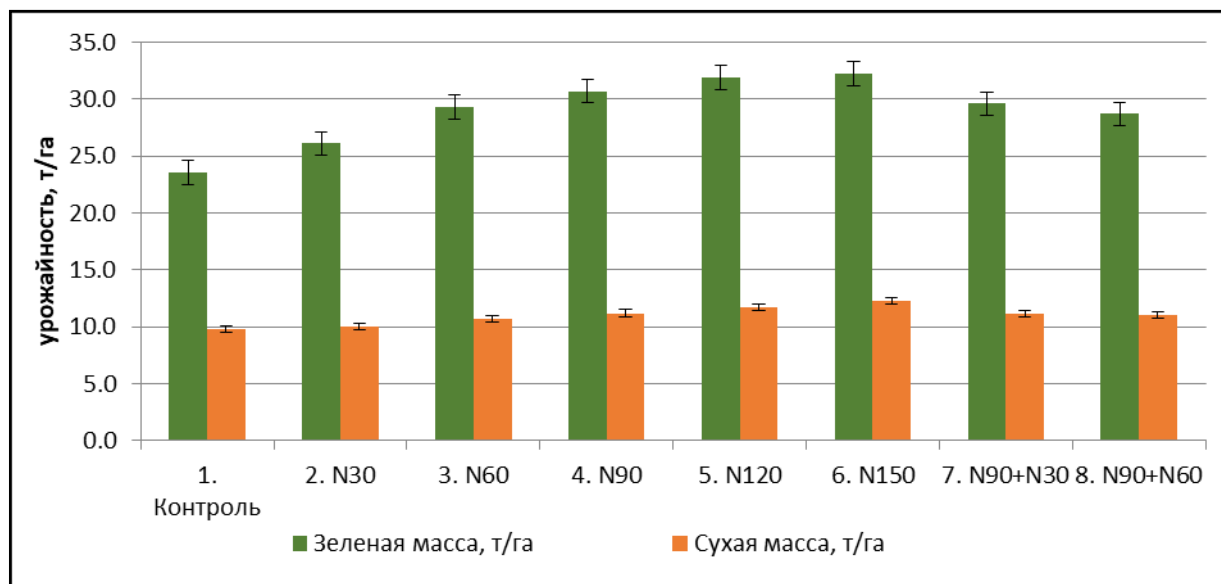


Рис. 4. Накопление зелёной и сухой массы сортом Ботаническая 4 в фазу молочной спелости, т/га

Дробное внесение азотных удобрений на сорте Ботаническая 4, как и ожидалось, не повлияло на прибавку урожайности зелёной массы, по сравнению с вариантами, идентичными по сумме внесённого азота. Это говорит о том, что для получения высокой урожайности зелёной массы яровой тритикале необходимо внесение высоких доз азотных удобрений в ранние фазы развития культуры. Это может быть организовано, как основное внесение в предпосевную культивацию, внесение при посеве или подкормка в фазу начала кущения.

Урожайность зерна является основным показателем эффективности возделывания зерновых культур. В первую очередь урожайность зависит от генотипа сорта и его потенциальной продуктивности. Немаловажную роль в урожайности сорта играют почвенно-климатические условия возделывания и применяемые агротехнологии (сроки и нормы посева, выбор предшественника, удобрения, пестициды).

Применение азотных удобрений, как и ожидалось, положительно отразилось на интенсивности роста и развития яровой тритикале сортов Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, что, в свою очередь, повлияло на увеличение урожайности зерна. Урожайность яровой тритикале Тимирязевская 42 без применения удобрений составила 4,89 т/га. Была отмечена высокая отзывчивость сорта на применение азотных удобрений.

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (×Triticosecale Wittm.)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Применение аммиачной селитры при посеве в дозе от 30 до 150 кг д. в-ва на га позволило увеличить урожайность зерна от 67 до 104% по отношению к контролю. Внесение дробной дозы азотных удобрений увеличивало урожайность зерна от 55 до 77%. Применение удобрений дозой азота 30 кг д. в-ва на га давало прибавку, которая составляла 20% от полученной в варианте без внесения удобрений. При выращивании яровой тритикале на дерново-подзолистой почве с низкой обеспеченностью гумусом, применение азотных удобрений в дозе 30 кг д.в./га является крайне маленькой дозой азота и зачастую урожайность на таком уровне питания приравнивается к урожайности, полученной без внесения азотных удобрений (рис. 5).

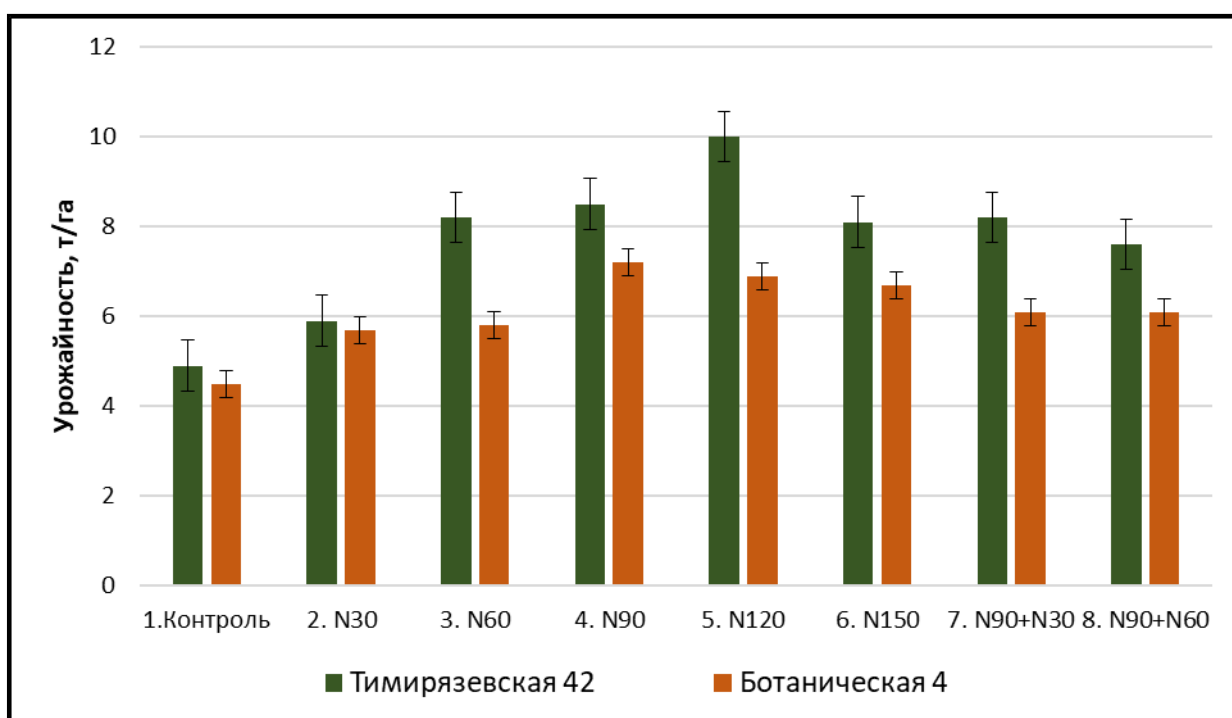


Рис. 5. Урожайность зерна яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, т/га

Самая высокая урожайность зерна на сорте Ботаническая 4 была отмечена в варианте с дозой азота 90 кг д. в-ва на га - 7,16 т/га, что выше, чем урожайность, полученная в варианте без внесения удобрений на 60%. Применение аммиачной селитры как в виде единой дозы, так и дробного внесения достоверно повлияло на урожайность зерна, дав прибавку от 26 до 60%, что показывает хорошую отзывчивость сорта на внесение азотных удобрений.

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Заключение

Новые сорта яровой тритикале Тимирязевская 42 и Ботаническая 4 на дерново-подзолистых почвах с низким содержанием гумуса в сложившихся климатических условиях положительно реагировали на внесение азотных удобрений как при разовом применении по всходам, так и при дробном внесении (первая часть по всходам, вторая часть в фазу выхода в трубку). Сорта Тимирязевская 42 и Ботаническая 4 формируют среднюю урожайность без внесения удобрений на уровне 4,45-4,89 т/га. При этом сорт Тимирязевская 42 отзывается большей прибавкой урожайности от возрастающих доз азотных удобрений, которые составляют от 3,01 до 5,10 т/га. Дробное внесение азотных удобрений на этом сорте позволяет дополнительно получить 2,74-3,33 т/га. Сорт Ботаническая 4 чуть менее отзывчив на применяемые удобрения. Прибавка от возрастающих доз азотных удобрений составила 1,11-2,71 т/га. Дробное внесение азотных удобрений позволяет дополнительно получить 1,65 т/га. В сложившихся климатических условиях с избыточным увлажнением на обоих сортах наблюдалось некоторое снижение урожайности при внесении 150 кг. д. в-ва на га. Это может быть вызвано несбалансированным минеральным питанием и может быть решено за счёт внесения расчётной дозы комплексных удобрений на основе агрохимического анализа почв.

Благодарности

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты» № Госрегистрации 122042500074-5.

Список использованных источников:

1. Малова Г.Я., Шарапов И.И., Шарапова Ю.А. Урожайность и элементы структуры урожая сортов озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания в условиях Самарской области. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2021. - № 2(62). - С. 240-246. DOI: [10.32786/2071-9485-2021-02-25](https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-02-25)

2. Абделаал Х.К., Энзекрей Е.С., Соловьёв А.А. и др. Урожайность зерна и зелёной массы нового сорта яровой тритикале Тимирязевская в зависимости от применения

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

разных доз азотных удобрений в условиях ЦРНЗ / Х.К. Абделаал, Е.С. Энзекрей, А.А. Соловьёв и др. // Кормопроизводство. — 2019. — № 2. — С. 18–22.

3. Дзюин А.Г. Изменение запасов минерального азота в дерново-подзолистой суглинистой почве. *Агрехимический вестник*. – 2019. - №6. – С. 30-33.

4. Марчук Е.В., Золкина Е.И. Эффективность различных систем удобрения при возделывании тритикале и ячменя на дерново-подзолистой почве. *Владимирский земледелец*. – 2021. - № 4(98). - С. 20-26. DOI: [10.24412/2225-2584-2021-4-20-26](https://doi.org/10.24412/2225-2584-2021-4-20-26)

5. Скатова С.Е., Тысленко А.М., Зуев Д.В., Лачин А.Г. Создание новых генотипов ярового тритикале для Нечерноземной зоны РФ с потенциальной урожайностью 6-7 т/га устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам // *Владимирский земледелец*. – 2021. - № 3(97). – С. 61-66. DOI: [10.24412/2225-2584-2021-3-61-66](https://doi.org/10.24412/2225-2584-2021-3-61-66)

6. Турбаев А.Ж., Сергалиев Н.Х., Соловьёв А.А. Сравнительное изучение сортообразцов яровой тритикале по показателям качества зерна // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. – 2019. - № 1. – С.19-33.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М., 1985. — 352 с.

8. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Тритикале. ООО Издательство «ЮГ». Ростов-на-Дону. – 2019. – 440 с.

9. Абделаал Х.К., Энзекрей Е.С., Квитко В.Е., Анохин Д.Е., Реброва Н.В., Лангаева Н.Н., Щуклина О.А., Градсков С.М. и др. Применение регуляторов роста на посевах яровой тритикале в разные по агрометеорологическим условиям // *Кормопроизводство*. – 2019. - № 3. – С. 23-27.

10. Щуклина О.А., Энзекрей Е.С., Абделаал Х.К., Завгородний С.В., Ворончихина О.И., Клименков Ф.И., Клименкова И.Н. и др. Урожайность яровой тритикале при применении азотных удобрений в разных метеорологических условиях вегетационного периода // *Плодоводство и ягодоводство России*. – 2019. – Т.59. – С. 169-175. DOI: [10.31676/2073-4948-2019-59-169-175](https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-59-169-175)

11. Энзекрей Е.С., Щуклина О.А., Завгородний С.В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность зерна яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 // *Кормопроизводство*. – 2021. - № 2(74). - С. 88-93.

12. Коршунова А.Д., Дивашук М.Г., Соловьёв А.А., Карлов Г.И. Анализ распределения генов короткостебельности пшеницы и ржи среди сортообразцов гексаплоидной тритикале (*Triticosecale* Wittm.) // *Генетика*. – 2015. – Т 51, № 3. – С. 334-340.

13. Коршунова А.Д., Дивашук М.Г. Карлов Г.И., Соловьёв А.А. и др. Распространение замещения 2R/2D среди сортообразцов яровой гексаплоидной тритикале (*×Triticosecale* Wittm.) // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. – 2014. - № 6. – С. 5-14.

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В., Лангаева Н.Н.,
Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность
новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

14. Щуклина О.А., Соловьев А.А., Полховская Е.С., Квитко В.Е., Клименкова И.Н.,
Завгородний С.В. и др. Тимирязевская 42 – новый сорт яровой тритикале (*×Triticosecale*
Wittm. ex. Camus), // Кормопроизводство. – 2021. - № 8. – С. 43-46.

15. Shchuklina O., Alenicheva A., Klimenkova I., Kvitko V., Zavgorodniy S. et al.
Morphophysiological features of the reaction of the cv. *×Triticosecale* Wittm. ex. Camus on
Nitrogen fertilizers in contrasting Agrometeorological conditions // IOP Conference Series:
Earth and Environmental Science. – 2022. – Т. 1010. – P. 012109. DOI: [10.1088/1755-
1315/1010/1/012109](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1010/1/012109)

=====

Цитирование:

Аленичева А.Д., Щуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Груздев И.В.,
Лангаева Н.Н., Гарибян Ц.С., Завгородний С.В. Влияние азотных удобрений на рост,
развитие и урожайность новых сортов яровой тритикале (*×Triticosecale* Wittm.) [Электрон.
ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6. –
Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/6/st_633.pdf.
DOI: <https://doi.org/10.51419/202126633>.