

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА И МУКИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

А. А. КУЛЕШОВА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: an_kuleshova00@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.03.2025)

Важным элементом современных технологий производства сельскохозяйственных культур в настоящее время становятся регуляторы роста и микроудобрения. Их применение позволяет оптимизировать питание растений и разработать высокоэффективную систему удобрения для яровой тритикале, обеспечивающую высокую, устойчивую продуктивность, снизить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая.

В данной статье представлены результаты исследований по применению макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна и муки яровой тритикале сорта Садко на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В результате проведенных исследований наибольшую эффективность показали микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Медь Л и комплексное удобрение Нутривант плюс. Максимальная урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим-Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$. Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn, а также МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ 27,9, 27,9 и 29,2 %. Наиболее высокая зольность была отмечена в вариантах с применением МикроСтим-Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51,1 %).

Ключевые слова: макроудобрения, микроудобрения, регуляторы роста, урожайность, качество, яровая тритикале.

Growth regulators and microfertilizers are currently becoming an important element of modern crop production technologies. Their use allows optimizing plant nutrition and developing a highly effective fertilization system for spring triticale, ensuring high, sustainable productivity, reducing the impact of unfavorable meteorological conditions on crop formation. This article presents the results of studies on the use of macro-, micro-fertilizers and growth regulators on the yield and quality of grain and flour of spring triticale of the Sadko variety on sod-podzolic light loamy soil. As a result of the studies, the greatest efficiency was shown by the micro-fertilizer with the growth regulator MicroStim-Copper L and the complex fertilizer Nutrivant plus. The maximum grain yield of spring triticale (5.16 and 5.21 t/ha) was obtained with foliar feeding with micro-fertilizer with growth regulator MicroStim-Copper L and complex fertilizer Grain Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$. The highest content of raw gluten was noted in the variant with the use of complex fertilizer NPK with Cu and Mn, as well as MicroStim-Copper L and Grain Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – 27.9, 27.9 and 29.2 %. The highest ash content was noted in the variants with the use of MicroStim-Copper L and Grain Nutrivant plus against the background of $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51.1 %).

Key words: macro-fertilizers, micro-fertilizers, growth regulators, yield, quality, spring triticale.

Введение

Тритикале – новый вид, полученный с помощью искусственной гибридизации пшеницы с рожью для совмещения в одном растении ценных признаков двух культур. Достоинством новой культуры является комплексный иммунитет к грибным и вирусным болезням. Она не поражается мучнистой росой, твердой и пыльной головней. При высоких интенсивных агротехнологиях эта культура может давать высокую урожайность зерна (5–8 т/га) и зеленой массы (40–70 т/га). Интерес к ней как к кормовой культуре вызван тем, что по сравнению с другими хлебными злаками, она содержит больше белка с лучшим аминокислотным составом (выше на 1,5 %, чем в пшенице, и на 4 %, чем во ржи). В настоящее время зерно и отруби ее используются на фураж как высокобелковый (18–19 %) корм с большим содержанием незаменимых аминокислот, в том числе лизина и триптофана, для всех домашних животных и птицы. Кроме того, в отрубях имеется больше, чем в зерне и муке, марганца, железа и меди [1, с. 168].

Что касается технологических показателей качества зерна, то необходимо отметить, что присутствие хромосом ржи, снижает объем хлеба из муки тритикале. Исследования в этом направлении показали, что хлеб из тритикале по объему уступает пшеничному и превосходит ржаной. Однако по питательной ценности он превосходит как пшеничный, так и ржаной. Во многих странах применяется добавка муки из тритикале при выпечке хлеба из пшеничной муки. По мнению авторов, эта добавка, которая должна составлять 20–50 %, увеличивает усваиваемость и питательную ценность пшеничного хлеба, так как приводит к медленному разложению триптофана и лизина при выпечке [2, 3].

Сегодня тритикале используется и как продовольственная, и как фуражная культура. При переработке зерна тритикале главная трудность – отделить оболочки от эндосперма. Поэтому так нелегко производить высококачественные сорта муки из тритикале. Из обдирной (выход 96 %) и обойной

(выход 87 %) муки тритикале изготавливают богатый белком хлеб с хорошими вкусовыми и ароматическими свойствами. Хлеб из муки тритикале обладает характерным сладковатым вкусом.

Мука из тритикале, ввиду специфического свойства клейковины белков, является отличным сырьем для кондитерской промышленности, что позволяет выпекать более высокого качества, чем из пшеничной муки, печенье, пряники, кексы, бисквиты. Продукция из муки тритикале медленнее черствеет, чем из муки пшеницы [4].

Важным элементом современных технологий производства сельскохозяйственных культур в настоящее время становятся регуляторы роста и микроудобрения. Требуется более глубокое изучение экзогенной регуляции продукционного процесса для разработки систем управления продуктивностью и экологической устойчивостью растений, научного обоснования адаптивных энергосберегающих технологий производства экологически безопасной продукции. Таким образом, исследования по разработке технологии возделывания яровой тритикале, позволяющей формировать высокопродуктивные посевы с качеством зерна, пригодным для продовольственных целей и комбикормовой промышленности, является актуальной научной проблемой и производственной необходимостью.

Цель исследований – изучить влияние комплексных удобрений для допосевого внесения и некорневых подкормок, микроудобрений в хелатной форме, регуляторов роста и комплексных микроудобрений с регуляторами роста на урожайность и качество зерна яровой тритикале.

Основная часть

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Объект исследования – среднеспелый сорт яровой тритикале Садко. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность четырехкратная.

В среднем за 3 года исследований почва опытного участка имела следующие агрохимические показатели: низкое и среднее содержание гумуса (1,5–1,6 %), слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (5,58–6,08), повышенное содержание подвижного фосфора (207,7–249,9 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (177,5–257,8 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,5–1,7 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижного цинка (2,8–3,4 мг/кг) (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опыта

Годы исследований	Гумус, %	pH _{KCl}	м–экв на 100 г почвы			V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn
			N	S	T					
2018	1,5	5,58	1,48	11,4	12,9	88,5	223,9	257,8	1,7	3,2
2019	1,6	6,08	1,36	12,6	14,0	90,3	249,9	177,5	1,5	2,8
2020	1,6	5,91	1,50	12,1	13,6	90,0	207,7	231,0	1,7	3,4

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев проводился рядовым способом пневматической сеялкой СПУ – 3, глубина заделки – 4 см. Предшественники в 2018 г. – горох, в 2019–2020 гг. – подсолнечник. Посев в 2018–2020 гг. осуществлялся 3 мая, 19 и 23 апреля соответственно.

Основные минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили до посева под культивацию в дозах N – 60 кг/га, P₂O₅ – 60–70 кг/га, K₂O – 90–120 кг/га.

Подкормку азотом в дозе 30 кг/га проводили мочевиной дважды: в фазу начала выхода в трубку и фазу флагового листа.

Комплексное удобрение (АФК) марки 16:12:20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной варианту 3 (N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀), где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

Польское микроудобрение Адоб Медь и белорусское комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л применяли в фазу начала выхода в трубку в дозах 0,8 л/га и 0,7 л/га соответственно. Также проводили двукратную обработку комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой (производство Израиль) в дозе 2 кг/га в фазу кущения и фазу начала выхода в трубку.

Удобрение Кристалон особый и коричневый (производство Нидерланды) в дозе 2 кг/га вносили в фазу кущения и в фазу начала выхода в трубку. Комплексное удобрение Адоб Профит (Польша) также вносили дважды в фазу кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил (Беларусь) в дозе 75 мл/га проводили в фазу начала выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексными, микроудобрениями и регулятором роста проводили согласно схеме опыта ранцевым опрыскивателем в необходимые сроки, соответствующие фазам развития растений.

Уборка и учет урожая проводилась селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» поделяночно.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова и М. Ф. Дембицкого, а также с использованием компьютерной программы Microsoft Excel [5, с. 230; 6].

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна и муки яровой тритикале сорта Садко в среднем за 2018-2020 гг.

Варианты	Урожайность, ц/га	Содержание клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Зольность, %	Белизна муки, %
Контроль (без удобрений)	33,8	23,3	112,2	1,3	43,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	39,4	24,4	112,8	1,5	43,2
N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	41,6	25,7	113,7	1,5	45,1
Фон 1 +Адоб Медь	45,2	25,9	117,3	1,5	46,4
Фон 1 +МикроСтим–Медь Л	46,4	27,4	114,6	1,5	46,6
Фон 1 + Нутривант плюс зерновой	47,2	27,9	113,2	1,4	45,1
Фон 1 + Кристалон	45,8	27,0	114,8	1,5	46,8
Фон 1 +Адоб Профит	46,3	25,7	115,1	1,5	46,3
Фон 1 + Экосил	44,8	25,5	113,9	1,4	42,8
АФК с Cu, Mn + N ₃₀ (эквивалентный по NPK варианту 3)	48,8	27,9	115,7	1,5	47,2
N ₆₀₊₃₀₊₃₀ P ₇₀ K ₁₂₀ – фон 2	46,1	26,6	116,9	1,5	45,6
Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	51,6	27,9	117,8	1,5	51,1
Фон 2 + Нутривант плюс зерновой	52,1	29,2	119,2	1,5	51,1
НСР ₀₅	0,97	1,02	0,67	0,92	2,16

Урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко так же, как и у яровой пшеницы, была меньше в 2018 г., что также связано с более поздним сроком сева и недостатком влаги в критические фазы роста. В среднем за 2018–2020 гг. урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко в варианте с применением минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₉₀ по отношению к контролю возросла на 5,6 ц/га, а N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ – на 7,8 ц/га зерна.

Некорневая подкормка яровой тритикале микроудобрениями Адоб Медь и МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ в фазу начала выхода в трубку повышала урожайность зерна на 3,6 и 4,8 ц/га.

Обработка посевов комплексными удобрениями Нутривант плюс зерновой, Кристалон и Адоб Профит на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ обеспечивала прибавку урожайности зерна тритикале 5,6, 4,2 и 4,7 ц/га. Применение на посевах яровой тритикале сорта Садко регулятора роста Экосил на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ увеличило урожайность зерна на 3,2 ц/га.

При использовании комплексного удобрения АФК с Cu и Mn в дозе, эквивалентной N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ при внесении карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия, урожайность зерна тритикале возросла на 7,2 ц/га.

Внесение минеральных удобрений в повышенной дозе N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀, по сравнению с контролем, повышало урожайность тритикале на 12,3 ц/га. Применение микроудобрения МикроСтим–Медь Л на фоне N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀ увеличило урожайность зерна яровой тритикале на 5,5 ц/га. Применение комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне повышенных доз минеральных удобрений (N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀) увеличило урожайность зерна тритикале на 6,0 ц/га.

Максимальная урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне N₆₀₊₃₀₊₃₀P₇₀K₁₂₀.

Среди комплексных удобрений (Нутривант плюс зерновой, Кристалон, Адоб Профит) на фоне N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ наибольшую прибавку урожайности зерна яровой тритикале обеспечивало применение Нутривант плюс зерновой. Применение комплексного удобрения АФК с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn повышало урожайность зерна тритикале на 7,2 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе N₆₀₊₃₀P₆₀K₉₀ вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий (табл. 2).

При возделывании сельскохозяйственных культур наряду с урожайностью большое значение имеет качество производимой продукции, в частности тритикалевая мука, которая используется для питания человека. По таким показателям, как содержание и ИДК клейковины, зольность, белизна муки оцениваются хлебопекарные качества тритикале.

Клейковина – это комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. Тритикале образует клейковину, приближающуюся по качеству к пшеничной. Тесто из муки тритикале образуется гораздо быстрее, а устойчивость к замесу у него менее длительная по сравнению с тестом, полученным из пшеничной муки. Объясняется это тем, что мука тритикале содержит больше водо- и солерастворимых белков, клейковина отличается большей растяжимостью, но менее эластичная. Мука из тритикале обладает более высокой протеолитической

активностью, что ослабляет тесто вследствие гидролиза белков. Из-за низкого содержания клейковины и высокой протеолитической активности для улучшения хлебопекарных свойств тритикале необходимо сокращать время брожения или добавлять улучшители.

Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn, а также МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ 27,9, 27,9 и 29,2 % (табл. 2).

Качество клейковины характеризуется такими ее физическими свойствами, как цвет, упругость, растяжимость и способность к набуханию. Растяжимость – способность клейковины растягиваться в длину. Об эластичности клейковины дают представление растяжимость и упругость. Способность к набуханию – это водопоглотительная способность клейковины. Упругость – свойство клейковины возвращаться в исходное положение после снятия деформирующих усилий. Измеряется на приборе ИДК (измеритель деформации клейковины), и устанавливается группа качества клейковины [7, с. 101].

По вариантам опыта деформация клейковины колеблется в диапазоне от 112,2 до 119,2 ед. ИДК. Следовательно, она неудовлетворительная и слабая, и относится к 3 группе по качеству [7, с. 102].

Зольностью называют выраженное в процентах количество минеральных веществ, остающихся после полного сгорания органических веществ навески муки. Зольность является показателем сорта и выхода муки и по нему судят о содержании периферийных частей зерна в муке [8, с. 37]. По вариантам опыта достоверных различий по зольности отмечено не было.

Показатель белизны имеет существенное значение для практического хлебопечения, поскольку дают возможность судить о степени очистки муки от отрубьянистых частиц и о её сортности. Из светлой муки получается хлеб с более светлым мякишем. Для сорта тритикале Т-60 – не менее 54 % Т-70 – не менее 48 %, Т-80 – не менее 36 %, Т-120 – не менее 15 % [9, с. 3]. Наиболее высокая зольность была отмечена в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51,1 %) (табл. 2).

Заключение

1. Максимальная урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$.

2. Наибольшее содержание сырой клейковины отмечено в варианте с применением комплексного удобрения АФК с Cu и Mn, а также МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ 27,9, 27,9 и 29,2 %. Наиболее высокая зольность была отмечена в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$, (51,1 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кшникаткина, А. Н. Тритикале: вопросы биологии, культивирования и использования: монография / А. Н. Кшникаткина. – Пенза: ПГАУ, 2019. — 216 с.
2. Использование тритикале в хлебопечении / Л. П. Пащенко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 2-3. – С. 26–29.
3. Крючкова, Т. Е. Улучшение технологических показателей хлеба из муки тритикале с помощью пшеничной клейковины / Т. Е. Крючкова // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 82. – С. 569–578.
4. Тритикале – удивительный злак [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.povarenok.ru/articles/show/7992/>. - дата доступа: 06.04.2025.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.
7. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства: учебно-методический комплекс / сост.: Н. В. Винникова. – Горки: БГСХА, 2021. – 178 с.
8. Товароведная оценка качества продукции растениеводства: лабораторный практикум / А. И. Кравцов, Л. Н. Кравцова, Н. А. Козлов. – Горки: БГСХА, 2012. – 155 с.
9. ГОСТ 34142-2017 Мука тритикалевая. Технические условия // Система нормативных документов www.meganorm.ru [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data/646/64666.pdf>. – Дата доступа 06.04.2025.