

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЛИНИИ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Ворончихина Ирина Николаевна, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН»
Email: yarinkaranfilova@gmail.com

Маренкова Алина Геннадьевна, магистрант кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Email: lina.marko@mail.ru

Рубец Валентина Сергеевна, д.б.н., профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Email: valentina.rubets50@gmail.com

Пыльнев Владимир Валентинович, д.б.н., профессор, заведующий кафедрой генетики, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»
Email: pyl8@yandex.ru

Аннотация: представлены результаты разработки элементов сортовой агротехники новой перспективной линии 228озимой тритикале. Было выявлено, что наиболее экономически выгодной системой удобрений в условиях 2020 г является применение в качестве ранневесенней подкормки удобрения марки NPK(S) (15-15-15 (10)) в дозе 200 кг/га. Уровень рентабельности применения данного удобрения составил 88,9 %.

Ключевые слова: тритикале, сортовая агротехника, урожайность, качество зерна, содержание белка, экономическая эффективность

Тритикале способна давать высокие урожаи при минимальных затратах. После создания сорта, для внедрения его в производство необходима разработка сортовой агротехники, включающая систему минерального питания. Минеральные удобрения положительно влияют на урожай и качество озимой тритикале. Азот важен при формировании вегетативной массы растения. Фосфор способствует развитию корневой системы. Калий повышает устойчивость растений к стрессовым факторам: засухе, заморозкам, болезням и вредителям [7]. Сера главным образом оказывает влияние на формирование качества зерновой продукции [1, 2]. Высокое содержание бора способствует увеличению озерненности колоса, железо необходимо растениям для протекания биохимических процессов, происходящих во время дыхания и фотосинтеза [5].

Нами было выполнено исследование в рамках разработки элементов сортовой технологии. Задача исследования состояла в том, чтобы выявить влияние некоторых минеральных удобрений на урожайность зерна и его качество перспективной линии озимой гексаплоидной тритикале.

Материал исследований.

В качестве материала для исследований была использована линия озимой гексаплоидной тритикале 228h, которую планируется передать на государственное сортоиспытание под именем Арина.

Методы исследований.

Работа выполнена в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019 – 2020 гг. Полевые опыты были проведены на полях Полевой опытной станции. Лабораторные анализы – на кафедре генетики, селекции и семеноводства. Почва участка дерново-подзолистая, предшественник - вико-овсяная смесь. После уборки предшественника было проведено лущение стерни, через две недели – основное внесение удобрений (200 кг азофоски на га, т.е. $N_{32}P_{32}K_{32}$) и предпосевная культивация. На фоне основного внесения удобрений были высеяны варианты опыта с последующими подкормками весной.

Посев был проведен 6 сентября 2019 года селекционной сеялкой центрального высева СН-10Ц. Площадь делянки 5 м², повторность трехкратная, размещение рандомизированное. В фазу 3-го листа было проведено опрыскивание посевов баковой смесью гербицида «Алистер Гранд» (0,6 л/га) и фунгицида «Альто супер» (0,5 л/га) (борьба со снежной плесенью). Никакие другие обработки пестицидами до окончания вегетации не проводились.

Весной в середине апреля после схода снега были поведены подкормки минеральными удобрениями (Таблица 1). Растения тритикале находились в фазе кущения.

Селекционная оценка проводилась по методике Государственной комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений [6].

Уборка – селекционным комбайном «Samro 130». Перед уборкой были отобраны пробные площадки для анализа структуры урожая. После уборки и сушки зерно с каждой делянки было взвешено. Были определены физические свойства зерна. Массу 1000 зерен определяли по ускоренной стандартной методике (ГОСТ 12042-80) [3]; натуру зерна – микрометодом, разработанным в Сибирском НИИСХ [8]. Биохимические качества зерна (содержание белка и клейковины) определяли на спектрофотометре «Спектран ИТ».

Полученные данные обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа [4]. Существенность различий сортов оценивалась с учетом величины $НСР_{05}$.

Условия проведения опыта.

Вегетационный период 2019-2020 гг. характеризовался продолжительным осенним периодом, необычно мягкой зимой, ранним сходом снега. В третьей декаде апреля наблюдалась засуха. Цветение (последняя декада мая – первая декада июня) и формирование зерна (первая

и вторая декады июня) тритикале проходили в условиях избыточного увлажнения при пониженной температуре. Дальнейшее развитие зерна проходило при высоком уровне увлажнения и повышенной температуре.

Таблица 1 – Варианты изучаемых весенних подкормок тритикале

Вариант опыта	Марка удобрений	Доза удобрений		Общее количество действующего вещества с учетом основного внесения удобрений
		в действующем веществе	в кг/га	
1	контроль (без подкормок)	–	–	$N_{32}P_{32}K_{32}$
2	аммиачная селитра	N_{30}	87	$N_{62}P_{32}K_{32}$
3	НПК(20-20-0)	$N_{30}P_{30}K_0$	150	$N_{62}P_{62}K_{32}$
4	НПК(16-16-16)	$N_{30}P_{30}K_{30}$	188	$N_{62}P_{62}K_{62}$
5	НПК (S)(15-15-15 (10))	$N_{30}P_{30}K_{30}S_{20}$	200	$N_{62}P_{62}K_{62}S_{20}$
6	НПК (S)(15-15-15 (10))+ микроэлементы (B, Fe)	$N_{30}P_{30}K_{30}S_{20} + 1 \text{ мг/1 м}^2$ каждого	200 + 10 г +10 г	$N_{62}P_{62}K_{62}S_{20} + 10 \text{ г} +10 \text{ г}$

Результаты и их обсуждение.

Прохладные и влажные условия вегетации весной и в начале лета привели к развитию мощной вегетативной массы линии 228h. Высота растений колебалась в пределах 105-120 см, что является пределом для сортов тритикале универсального направления использования. Внесение азотных удобрений увеличило высоту растений на 5-7 см относительно контроля (Таблица 2), однако полегания не было отмечено, не было отмечено и поражения листовыми болезнями.

Внесенная в качестве основного удобрения доза азота обеспечила формирование 58,2 ц/га (Таблица 2). Внесение азота весной привело к росту урожайности во всех вариантах опыта. При этом во втором варианте (подкормка только азотом) получен достоверно более высокий урожай относительно стандарта. Внесение азотно-фосфорного удобрения (3 вариант) не привело к увеличению урожайности зерна. Дополнение к азотно-фосфорному удобрению калия (4 вариант опыта) позволило несколько повысить урожайность, однако это превышение было в пределах НСР₀₅. Максимальная урожайность получена в 5 варианте, где к основному набору элементов добавили серу. Показатели урожайности в 6-м варианте, где ко всему набору добавили микроэлементы, не превышали уровня при использовании чисто азотных подкормок.

В вариантах опыта с серосодержащими удобрениями отмечалась повышенная продуктивная кустистость и масса зерна с колоса (варианты 5 и 6), однако все различия находятся в пределах НСР₀₅. Существенно выше формировалась масса зерна с колоса при весенней подкормке азотными удобрениями (вариант 2) (Таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность и элементы структуры урожая линии 228h озимой тритикале, 2020 г.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Отличие от стандарта (ц/га)	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Продуктивная кустистость	Масса зерна с колоса, г
1	58,2	-	110	5	1,9	1,69
2	65,4	+7,2	115	5	1,9	2,16
3	58,3	+0,1	115	5	2,0	1,46
4	63,8	+5,6	117	5	1,9	1,66
5	72,1	+13,9	117	4	2,1	1,90
6	65,4	+7,2	115	5	2,4	1,71
НСР ₀₅	6,6	-	-	-	0,5	0,47

Оценка качества зерна показала, что в 2020 году у линии 228h сформировалось крупное зерно с высокой натурой, близкой к пшенице (700-740 г/л). В вариантах с подкормками показатели масса 1000 зерен и натура несколько увеличились в сравнении с контролем, однако различия статистически недостоверны (Таблица 3). То есть линия 228h не увеличивает крупность зерна при увеличении доз удобрений.

В условиях чрезмерного увлажнения в 2020 году, несмотря на подкормки, во всех вариантах опыта сформировалось зерно с низким содержанием белка (Таблица 3). Различия между вариантами достоверны, однако нет ясной картины влияния подкормок на этот показатель. Очевидно, на результаты опыта повлияли погодные условия, в первую очередь – вымывание азота при чрезмерном увлажнении. Видно, что максимальное содержание белка имеют варианты с 3 по 6, где сочетаются разные варианты элементов в подкормках. При этом сбор растительного белка с единицы площади постепенно растет, достигая максимального значения у варианта 5. Здесь сочетаются высокая урожайность и среднее содержание белка.

Вымывание азота в условиях переувлажнения 2020 года привело также к низкому содержанию клейковины в зерне линии 228h во всех вариантах опыта. О высоких хлебопекарных качествах в данных условиях говорить не приходится.

Таблица 3 – Качество зерна линии 228h озимой тритикале, 2020 г.

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Сбор белка, ц/га	Стекловидность, %
1	48,9	740	10,9	9,4	6,3	25,0
2	46,7	735	10,4	7,8	6,8	13,5
3	50,8	731	11,4	10,3	6,6	59,0
4	50,9	736	11,1	9,7	7,1	36,2
5	47,1	737	11,0	9,5	7,9	45,7
6	50,2	752	11,3	10,2	7,4	38,5
НСР ₀₅	5,3	28	0,2	0,8	-	26,8

Зерно тритикале характеризуется пониженной стекловидностью зерна в сравнении с пшеницей (в среднем значения варьируют в пределах 45-55%). В 2020 г. зерно изученной линии 228h показало очень низкую стекловидность во всех вариантах опыта независимо от внесенных подкормок. Значения показателя варьируют по вариантам, однако вследствие широкого размаха варьирования достоверных различий нет.

Нами была рассчитана экономическая эффективность применения подкормок под озимую тритикале. При расчете за основу были приняты следующие показатели: стоимость аммиачной селитры – 16356 руб./т, NPK (20-20-0) – 32600 руб./т, NPK (16-16-16) – 19100 руб./т, NPK(S) (15-15-15 (10)) – 20500 руб./т, микроэлементов (15 г) – В – 9,5 руб., Fe – 12 руб. Закупочная цена 1 тонны зерна тритикале составило 9000 руб. Производственные затраты на обработку 1 га поля на Полевой опытной станции составляют в среднем 28000-30000 руб. Мы приняли максимальное значение (Таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность внесения минеральных подкормок на посевах линии озимой тритикале 228h

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость, руб./ц	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
1	58,2	52380	30000	515,5	22380	74,6
2	65,4	58860	35140	537,3	23720	67,56
3	58,3	52470	31673	543,3	20797	65,7
4	63,8	57420	33841	530,4	23579	69,7
5	72,1	64890	34350	476,4	30540	88,9
6	65,4	58860	34364,3	525,4	24496	71,3

Оценки показывают, что контрольный вариант имеет достаточно высокую рентабельность, то есть без подкормок линия тритикале 228h способна давать высокий уровень рентабельности за счет относительно высокой урожайности и отсутствию дополнительных затрат на весеннюю подкормку растений. Максимальный уровень рентабельности выявлен в варианте 5 – 88,9%. В этом же варианте выявлен самый высокий сбор растительного белка с гектара.

Остальные варианты опыта показывают уровень рентабельности ниже контроля, то есть затраты на дополнительное внесение удобрений не окупаются прибавкой урожайности.

Заключение. Результаты опыта показывают, что линия 228h способна обеспечивать высокую урожайность зерна без дополнительных подкормок минеральными удобрениями. Однако наиболее экономически выгодной системой удобрений линии 228h озимой тритикале в условиях 2020 года на дерново-подзолистых почвах Полевой опытной станции было применение в качестве ранневесенней подкормки в фазу кущения комплексного минерального удобрения марки NPK(S) (15-15-15 (10)) в дозе 200 кг/га. Такая подкормка обеспечивает уровень рентабельности 88,9%.

Библиографический список

1. Аристархов, А. Н. Агрохимия серы / А. Н. Аристархов. - М., 2007. - 272 с.
2. Ворончихина, И. Н. Влияние минеральных подкормок на урожайность и качество зерна линий яровой пшеницы 281Н-9Б в условиях ЦРНЗ / И. Н. Ворончихина, В. В. Ворончихин, В. С. Рубец, Т. И. Хупацария, Ю. Н. Котенко, В. А. Коробкова // Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - №4. - С. 20-29.
3. ГОСТы СССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества Ч. II. Издание официальное. – М.: Изд-во Стандарты, 1991. – 415 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта/ Б. А. Доспехов. - М.: Колос.1979. – 238 с.
5. Маслова, И. Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И. Я. Маслова // Новосибирск: ВО Наука, 1993. - 217 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть / Под общей ред. М. А. Федина. М., 1985.
7. Морозова, Т. С. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от видов и доз удобрений на черноземе типичном в условиях юго-западной части ЦЧР / Т. С. Морозова, С. Д. Лицуков // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2018. - №4. - С. 119-128.
8. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / Пыльнев В. В., Коновалов Ю. Б., Березкин А. Н., и др. - КолосС, 2008. – 378 с.

Influence of mineral elements on the yield and quality of grain of the prospective line in winter tritikale

Voronchikhina I.N., Research Officer

*Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences
127276, Russia, Moscow, Botanical str.,4*

Marenkova A.G., Undergraduate

Rubets V. S., D.Sc. in Biology

Pylnev V. V., D.Sc. in Biology

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy
127550, Russia, Moscow, Timiryazevskayastr., 49*

***Abstract:** The results of elements development of varietal agrotechnics of a new high-potential line 238h of winter tritikale presented. It was identified that under the conditions of 2020 the most cost effective fertilizer system is an early spring application of NPK (S) (15-15-15 (10)) at a dose of 200kg/ha. The profitability level of this fertilizer was 88,9%.*

***Key words:** tritikale, varietal agrotechnics, crop productivity, grain quality, protein content, economic efficiency*