

Внесение алюминия в почву приводило к повышению образования свободных радикалов в растениях. Однако, закрепление его в почве и эффективная работа антиоксидантной системы во всех вариантах опыта ограничивала его токсичное влияние. Применение селена и кремния в этой ситуации несколько стимулировало реализацию адаптивных реакций.

Выводы. Окислительные стрессы, моделированные в водной культуре: алюмоокислотный и осмотический тормозили рост и поглотительную функцию корневой системы проростков ячменя, причем алюмоокислотный стресс в большей степени. ПОС селеном и кремнием уже на этапе проростков активировала систему защиты растений от воздействия стрессов и способствовала поступлению ^{15}N в надземную часть растений.

В вегетационном опыте доза алюминия 25 мг/кг почвы не повлияла на продуктивность и накопление биомассы соломы ячменя, что связано с детоксикацией соли алюминия повышенным содержанием P_2O_5 в поч-

ве, а небольшое количество алюминия, не связанное почвой, стимулировало поглощение NO_3^- растениями.

Окислительный стресс, индуцированный засухой, действовал на растения ячменя сильнее алюмоокислотного стресса, что выражалось в повышенной депрессии продуктивности.

Применение биогенных элементов существенно сокращало период, когда азотный обмен был подавлен, что снижало потери зерна ячменя в условиях почвенной засухи.

Литература

1. Второй оценочный доклад об изменении климата на территории РФ. – М.: Росгидромет, 2014.-1008 с.
2. Игнатьева С.Л., Большакова Л.С., Павлова Н.И., Пухальская Н.В., Зиангирова Ю.Р., Веселова Ю.Н. Исследование влияния солей алюминия на ростовые процессы зерновых культур //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 1. - С. 53-62.
3. Mobin M. Effects of cadmium-induced oxidative stress on growth and nitrogen assimilation in blackgram. //J. of agr. Science. - 2013. - Vol. 58. - № 1. - P. 31-39.

INFLUENCE OF SELENIUM AND SILICON APPLICATION ON ADAPTIVE CAPACITY OF SPRING BARLEY UNDER THE ACTION OF OXIDATIVE STRESS

L.V. Osipova¹, I.V. Vernichenko², L.V. Romodina²,
T.L. Kurnosova¹, I.A. Bykovskaya¹, A.A. Lapushkina²

¹Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, E-mail: legos4@yandex.ru;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, Moscow, 127434, Russia

In terms of laboratory and vegetation experiments identified common and specific features of the reaction of barley plants on oxidative stress induced by high content of aluminum in soil and soil drought. Presowing seed treatment (PST) nutrients prepared plants barley for possible stress influences, contributing to the reduction of malonic dialdehyde (MDA) in plants stimulate the absorption activity of the root system and increase content chlorophyll b and carotenoids as well as reduce the period of the nitrogen exchange depression, which ultimately reduced the loss of productivity of barley under conditions of oxidative stress, particularly drought-induced.

Key words: spring barley, selenium, silicon, seed treatment, productivity, soil drought, aluminum toxicity, oxidative stress, malonic dialdehyde, photosynthetic pigments, tagged nitrogen.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРА РОСТА РЭГГИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Х.К. Абделаал (Египет), РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

127550, Россия, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 3, E-mail: h.kamal2007@gmail.com

Рассмотрены вопросы влияния различных сроков применения регулятора роста Рэгги на урожай и качество зерна яровой тритикале в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Наиболее эффективна обработка растений препаратом Рэгги у сортов яровой тритикале Тимирязевская и Кармен в фазе кушения: урожайность повышалась у сорта Тимирязевская на 0,48 т/га при урожае на контроле 5,22 т/га, а у сорта Кармен – на 0,13 т/га при урожае на контроле 5,10 т/га. У сорта Укро при обработке растений препаратом Рэгги в фазе кушения прибавка урожая незначительна и составила в среднем 0,01 т/га. Больший эффект от применения препарата Рэгги у сорта Укро получен при двукратной обработке растений в фазы кушения и выхода в трубку. Прибавка урожая составила 0,51 т/га при урожае на контроле 5,11 т/га. Применение регулятора роста Рэгги не оказало существенного влияния на качество зерна изучаемых сортов яровой тритикале.

Ключевые слова: яровая тритикале, урожайность зерна, качество, масса 1000 семян, натура, белок, клейковина, регулятор роста.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.05

Обеспечение отрасли животноводства качественными кормами – одна из стратегических задач агропромышленного комплекса Российской Федерации. Решить ее можно, возделывая зерновые культуры с высокой потенциальной урожайностью и хорошими адаптационными показателями. Такой культурой является яровая тритикале. Зерно яровой тритикале может при-

меняться для производства муки и выпечки кондитерских изделий, в перерабатывающей промышленности для производства крахмала, спирта. Однако, основное направление её использования - на зернофураж, так как эта культура имеет определенное преимущество перед другими яровыми зерновыми по кормовым достоинствам, в частности, по содержанию незаменимых

аминокислот: лизина, метионина и цистеина. Высокая кормовая ценность зерна тритикале обеспечивает среди всех зерновых культур самый высокий показатель эффективности корма. Установлено, что замена 40% зерна в обычных комбикормах зерном тритикале увеличивает привесы свиней на откорме на 18-30% и экономит 15-20% корма. Поэтому зерно яровой тритикале используют в основном в качестве хорошего компонента для приготовления комбикормов. Сорты кормового направления предназначены на зеленый корм, для приготовления травяной муки, сенажа и др. Однако, яровая тритикале используется в производстве не в должной мере, да и набор сортов ограничен. Сорты яровой тритикале особенно необходимы в зонах с жесткими условиями перезимовки озимых сортов.

В технологии возделывания тритикале большое значение имеет рациональное применение минеральных удобрений, в том числе азотных, которые способствуют повышению продуктивности культуры и качества зерна. Это особенно важно при использовании её на кормовые цели [5]. Однако, высокие дозы удобрений часто вызывают полегание посевов, что является одной из причин значительных (от 15 до 50%) потерь урожая зерновых культур.

Применение высоких доз минеральных удобрений приводит к полеганию даже короткостебельных сортов, к большим потерям урожая зерна и снижению его качества. Потери зерна при полегании достигают 50%, а в отдельные годы и более [3, 7, 9].

При полегании ухудшаются условия фотосинтеза, повышается заболеваемость растений, происходит излом соломины, ухудшаются корневое питание и поступление влаги и элементов питания к листьям. Зерно формируется щуплое, с небольшой массой 1000 семян. На таких посевах практически невозможно получить хороший семенной материал и зерно с высокими технологическими свойствами.

Основным технологическим приемом, повышающим устойчивость растений к полеганию является обработка посевов ретардантами. Это позволяет снизить высоту растений за счёт замедления роста междоузлий, а также стимулировать развитие механических тканей, что приводит к увеличению толщины и диаметра соломины. Применение ретардантов увеличивает массу корневой системы растений и способствует более глубокому ее залеганию, повышает содержание хлорофилла, что ведет к улучшению фотосинтетической деятельности посевов и элементов структуры урожая [4, 6].

Цель исследований - изучить особенности формирования урожайности и качества зерна новых сортов яровой тритикале при применении регулятора роста Рэгги в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.

Методика. Комплексные исследования выполнены на Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в 2016-2018 г. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гумуса - 1,9-2,0 %, общего азота - 0,11-0,12%, подвижного P_2O_5 - 193-308,0 мг/кг, обменного K_2O - 134-160 мг/кг, pH_{KCl} - 4,8-5,3. Объект исследований - тритикале яровая (*Triticosecale* Wittm.) сортов Тимирязевская, Кармен и Укро. Повторность опыта трехкратная, расположение вариантов рендомизированное. Учетная площадь делянки 5 - 10 м². Предшественник яровой тритикале - горчица. Посев проводили в оптимальные для данной культуры сроки. Агротехника включала: после уборки

предшественника лущение стерни и зяблевая вспашка на 20-22 см John Deere с навесным плугом Lemken EurOpal 7. Весной – ранневесеннее боронование. Предпосевную обработку почвы проводили ротационной бороной KE-330 (Amazon). За день до посева семена обрабатывали фунгицидом Максим (1,5 л/т) и инсектицидом Круйзер (0,7 л/т).

Посев осуществляли сеялкой Amazone с шириной захвата 1 м. Норма высева 4 млн всхожих семян на 1 га. В фазе кущения тритикале для борьбы с сорняками применяли гербицид Секатор Турбо, норма расхода 0,075 л/га + Тренд 90 (100 г/100 л). Урожай учитывали сплошным методом, поделочно. Уборку проводили в фазе полной спелости комбайном «Сампо» SR-130.

Обработку препаратом Рэгги осуществляли в фазы кущения и выхода в трубку ранцевым опрыскивателем. Норма расхода препарата – 1 л/га.

При выполнении исследований использовали следующие научные методы: метод полевого опыта, лабораторные, лабораторно-полевые методы, статистические, метод научного программирования. Исследования проводили по методике полевого опыта [1], оценку сортов по основным хозяйственно-биологическим свойствам и качеству зерна - по методике государственного сортоиспытания (1985).

Результаты и их обсуждение. Урожайность яровой тритикале является основным показателем эффективности применения регулятора роста Рэгги. Именно она позволяет выявить влияние ретардантов на рост и развитие растений яровой тритикале.

Результаты исследований показали, что урожайность всех изучаемых сортов тритикале в значительной степени зависела от уровня влагообеспеченности вегетационного периода. В изучаемые годы не наблюдалось сильного полегания зерновых культур. Даже более высокорослый сорт Укро имел слабое полегание (до 3%) в самом влажном 2017 г. Поэтому у растений на опытных делянках не было большого преимущества перед контрольным вариантом.

В разные по влагообеспеченности годы сорта имели неодинаковую реакцию на применение регулятора роста, в большинстве случаев прибавка или снижение урожайности не была статистически достоверной. В сильно увлажненном 2017 г. препарат был менее эффективен, чем в 2016 и 2018 г., что связано с технологией его использования. В период применения Рэгги отмечалось обильное выпадение осадков, что привело к существенному снижению эффективности его действия. Однако, в 2017 г. была получена самая высокая урожайность яровой тритикале всех изучаемых сортов. При этом закономерного увеличения или снижения урожайности зерна от применения регулятора роста зафиксировано не было. В условиях недостатка влаги в 2016 и 2018 г. существенного влияния его на урожайность яровой тритикале не выявлено, отмечалась лишь тенденция к увеличению урожайности зерна при применении препарата в фазе кущения и при двукратной обработке в фазы кущения и выхода в трубку.

В среднем за 3 года обработка растений препаратом Рэгги в фазе кущения способствовала повышению урожайности зерна сортов яровой тритикале Тимирязевская - на 0,48 т/га и Кармен – на 0,13 т/га по сравнению с контролем сорта Укро при двукратной обработке в фазы кущения и выхода в трубку - на 0,51 т/га (табл. 1).

Существенных различий по величине урожая у изучаемых сортов яровой тритикале при применении препарата Рэгги не отмечено. В среднем за три года исследований все изучаемые сорта яровой тритикале имели примерно одинаковый уровень урожайности зерна – 5,1-5,7 т/га. Наиболее отзывчивым на обработку регулятором роста Рэгги оказался сорт тритикале Тимирязевская, прибавка составила 0,24-0,48 т/га. У сорта яровой тритикале Кармен прибавка урожая зерна была менее ощутимой и в среднем за 3 года составила 0,10-0,13 т/га, тогда как у сорта Укро достаточно высокой – 0,01-0,51 т/га.

Будучи очень эффективным средством предупреждения полегания, данный препарат положительно воздействует на компоненты структуры урожая. Он повышает количество боковых побегов, зерен в колосе, а в ряде случаев и массу 1000 зерен [2].

По данным [10], применение препарата хлормекват-хлорида в дозах 1 и 2 л/га значительно уменьшило высоту тритикале, не снижая при этом урожайность и качество зерна.

В исследованиях все изучаемые сорта яровой тритикале при применении регулятора роста Рэгги незначительно различались по качеству зерна.

Средняя масса 1000 зерен при применении препарата Рэгги незначительно отличалась от массы зерна контрольного варианта.

1. Влияние регулятора роста Рэгги на урожайность зерна яровой тритикале, т/га

Вариант опыта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 3 года	
				урожай, т/га	прибавка, т/га
Тимирязевская					
Контроль	3,81	6,31	5,55	5,22	-
Кушение	4,57	6,23	6,3	5,7	0,48
Выход в трубку	4,27	6,59	5,52	5,46	0,24
Кушение+выход в трубку	4,11	6,22	6,12	5,48	0,26
Кармен					
Контроль	3,63	7,32	4,34	5,10	-
Кушение	4,76	6,57	4,36	5,23	0,13
Выход в трубку	4,44	6,01	4,85	5,10	0
Кушение+выход в трубку	3,65	7,34	4,61	5,20	0,1
Укро					
Контроль	5,28	6,25	3,8	5,11	-
Кушение	4,56	6,51	4,29	5,12	0,01
Выход в трубку	5,53	6,78	3,91	5,41	0,3
Кушение+выход в трубку	5,71	6,51	4,63	5,62	0,51
НСР ₀₅ :					
по фактору А	0,38	0,5	0,46	-	-
по фактору Б	0,43	0,58	0,54	-	-
по АБ	0,75	1,00	0,93	-	-

В среднем за три года более высокую массу 1000 зерен имел сорт Укро при обработке растений ретардантом Рэгги в фазе выхода в трубку (табл. 2).

2. Влияние ретарданта Рэгги на массу 1000 семян и натуру зерна яровой тритикале

Вариант опыта	Масса 1000 зерен, г				Натура, г/л			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за 3 года
<i>Тимирязевская</i>								
Контроль	48,6	50	46,2	48,3	674	670	688	677
Кушение	48,5	48,6	45,6	47,5	678	677	680	678
Выход в трубку	46,7	49,3	47	47,7	673	673	694	680
Кушение+выход в трубку	47,8	46,8	44,8	46,4	684	673	678	678
<i>Кармен</i>								
Контроль	48	44,8	49,2	47,3	623	652	680	652
Кушение	49,8	45,7	45,1	46,9	653	655	653	654
Выход в трубку	48,7	44,7	47,6	47	641	656	672	656
Кушение+выход в трубку	46,9	45,5	43,1	45,2	648	647	667	654
<i>Укро</i>								
Контроль	49,1	48,3	48,5	48,6	671	681	665	672
Кушение	48,1	46,8	46,5	47,1	671	670	642	661
Выход в трубку	48,4	50,8	48,5	49,2	651	669	657	659
Кушение+выход в трубку	48,3	47,5	46,1	47,3	669	719	653	680
НСР ₀₅ : по фактору А	1,41	1,3	1,17	-	15,1	12,9	10,1	-
по фактору Б	1,62	1,5	1,36	-	17,4	21,1	11,7	-
по АБ	2,81	2,6	2,35	-	30,2	36,5	20,2	-

Важным показателем зерна является натурная масса, базисная норма которой для зерна тритикале равна 700 г/л. Исследования технологических качеств показали, что зерно тритикале всех изучаемых сортов по этому показателю не отвечало предъявляемым требованиям (табл. 2).

Важнейший показатель питательной ценности зерна тритикале – содержание белка. При высоком значении этого показателя улучшается питательная ценность зерна и продуктов его переработки, а также увеличивается кормовая привлекательность тритикале.

В среднем за три года содержание белка у сортов яровой тритикале варьировало от 12,7 до 14 % (табл. 3).

Содержание клейковины при применении препарата Рэгги у всех изучаемых сортов яровой тритикале различалось незначительно (табл. 3).

Заключение. Таким образом обработка растений препаратом Рэгги является важным агротехническим приемом, позволяющим повысить урожайность и качество зерна яровой тритикале. На посевах тритикале сортов Тимирязевская и Кармен эффективна обработка растений препаратом Рэгги в фазе кушения, где урожайность повышалась, соответственно, на 0,48 и 0,13 т/га при урожае на контроле 5,22 и 5,10 т/га. У сорта Укро наибольший эффект от применения препарата Рэгги получен при двукратной обработке растений в фазы кушения и выхода в трубку. Прибавка урожая составила 0,51 т/га при урожае на контроле 5,11 т/га.

3. Влияние регулятора роста Рэгги на содержание белка и клейковины яровой тритикале

Вариант опыта	Белок, %				Клейковина, %			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за 3 года	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за 3 года
<i>Тимирязевская</i>								
Контроль	13,9	13,7	13,9	13,8	18,7	11	19,1	16,3
Кушение	13,3	13,5	13,9	13,5	16,5	11,9	18,8	15,7
Выход в трубку	13,7	14,4	14,0	14,0	17,1	10,9	19,2	15,7
Кушение+выход в трубку	13,8	12,9	14,3	13,6	18,4	11,2	17,6	15,7
<i>Кармен</i>								
Контроль	11,5	11,7	15,4	12,8	16,9	11,9	20,6	16,5
Кушение	11,6	11,7	14,7	12,7	17,1	12,1	19,0	16,1
Выход в трубку	11,3	11,6	15,3	12,7	18,7	11,6	20,5	16,9
Кушение+выход в трубку	11,3	12,1	15,2	12,9	15,2	13,1	20,1	16,1
<i>Укро</i>								
Контроль	14,4	12,5	13,8	13,5	18,1	14,1	17,8	16,7
Кушение	14,3	12,5	13,8	13,5	17,8	14,1	17,6	16,5
Выход в трубку	14,4	13,1	13,7	13,7	18,5	15,5	17,6	17,2
Кушение+выход в трубку	13,8	12,8	13,6	13,4	19,1	15,2	17,4	17,2
НСР ₀₅ : по фактору А	0,36	0,24	0,41	-	0,51	0,78	1,03	-
по фактору Б	0,41	0,28	0,48	-	0,59	0,9	1,18	-
по АБ	0,71	0,48	0,83	-	1,03	1,56	2,05	-

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Колос, 1985. - 352 с.
2. Кефели, В. И., Прусакова, Л. Д. Химические регуляторы растений // Биология. - 1985.
3. Кирилов, М. П., Первов, Н. Г., Аникин А. С. Кормовые ресурсы животноводства. Классификация, состав и питательность кормов. - М.: Росинформагротех, 2009. - 404 с.
4. Привалов, Ф.И. Ретарданты в посевах ярового ячменя / Ф.И. Привалов // Защита и карантин растений. - 2012. - №12. - С.24-26.
5. Сечняк, Л. К. История гибридизации пшеницы с рожью: синтез, селекция и агроэволюция тритикале / Л. К. Сечняк, Ю. Г. Сулима // Тритикале. - М., 1984. - С. 7-21.
6. Скатова, С.Е.; Тысленко, А.М. Яровая тритикале: возделывание в Нечерноземной зоне России / С.Е. Скатова, А.М. Тысленко [редкол.:

С.М. Лукин, Л.И. Ильин] // ФГБНУ ВНИИОУ. - Владимир: Тринзит-ИКС, 2017. - 3 с.

7. Словоцков, Р.И. Влияние азотных подкормок на продуктивность и кормовую ценность зерна и зелёной массы озимой тритикале // Кормопроизводство. - 2015. - № 5. - С. 27-31.
8. Тысленко, А.М. Инновационные сорта и технологии возделывания яровой тритикале / Тысленко А.М. и др. - Иваново: ПресСто, 2017. - 295 с.
9. Шаповал, О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П. Ретарданты // Защита и карантин растений. - 2010. - №8. - С. 4-7.
10. Murtic, S. Impact of growth regulator 'Cycocel 750' on the yield and quality of grain of triticale (x Triticosecale Wittm. cv. 'Oskar') / S. Murtic, S. Muminovic, H. Civic, // J. Chem. Bio. Phy. Sci. Sec.- 2017. - V. 7(1). - P. 319-325.

YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING TRITICALE VARIETIES UNDER APPLYING REGGAE RETARDANT UNDER CONDITIONS OF CENTRAL REGION OF NON-CHERNOZEM ZONE

H.K. Abdelaal

RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127434 Moscow, Russia, E-mail: h.kamal2007@gmail.com

In this article we study the effect of using plant growth retardant at the different stages of spring triticale growth on grain yield and quality. The data showed that treatment the spring triticale varieties Timiryazevskaya and Carmen with Reggae in the tillering stage gave the highest grain yield compared to control and other treatments. For Timiryazevskaya variety the yield was increased about (0.48 t/ha) over the control, while for Karmen this increasing reached about (0.13 t/ha) over the control. For the Ukro variety, treating plants with Reggae in the tillering stage, increased yield insignificantly (in average 0.01 t/ha). The highest yield increase for Ukro was obtained under the treatment with Reggae in both stages (tillering stage and flowering stage) and this increase was about 0.51 t/ha over the control. The grain quality of all the studied varieties of spring triticale was slightly different under the Reggae retardant treatment in the different stages.

Keywords: spring triticale, grain yield, quality, 1000 grain weight, protein, gluten, retardant.