

АГРОНОМИЯ

УДК 633.1 и 631.95

DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.001

О.И. Акимова, В.И. Кадычегова, А.С. Грудинин

ЯРОВАЯ ТРИТИКАЛЕ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

Ключевые слова: яровая тритикале, сорта, элементы продуктивности, урожайность; адаптивность, степная зона, Хакасия, корреляция, дисперсионный анализ, вклад факторов.

Яровая тритикале – ценная кормовая культура, мало известная большой агрономической общественности, в том числе и в Республике Хакасия. Товарных посевов данной культуры в настоящее время нет. В статье приведены результаты агроэкологического изучения 4 сортов яровой тритикале в степной зоне Хакасии. Выявлено влияние метеорологических условий и генотипа на прохождение онтогенеза и формирование продуктивности культуры тритикале в степной зоне Республики Хакасия. Определяющее влияние на изменчивость показателей продуктивности тритикале в условиях резко континентального климата республики оказал фактор «год исследований», вклад которого составил 69,75 - 97,10 %. Средняя по опыту урожайность изучаемых сортов была 2,02 т/га. Масса 1000 штук зерен варьировала от 39,4 г у сорта Россия до 47,9 г у сорта Кармен. Зерно отличалось высокими кормовыми достоинствами. Сорта при недостаточном увлажнении в степной зоне Хакасии были устойчивы к полеганию. Наименьшая высота растений отмечалась у сорта Россия, максимальная – у сорта Кармен. В опыте выявлена сильная положительная корреляционная зависимость между высотой растений тритикале и урожайностью зерна ($r = 0,86$). При этом отмечалось значительное варьирование урожайности по годам вследствие неблагоприятных метеорологических условий, коэффициент вариации урожайности достигал у разных сортов 46,3 – 79,9 %. Показатель гомеостатичности был низким и варьировал от 2,02 до 4,53. Данные сорта не могут обеспечить стабильных урожаев в экологических условиях степной зоны Хакасии. Однако различия между изучаемыми сортами были также существенны. Более высокая адаптивность отмечалась у сортов Кармен и Заозерье.

O. Akimova, V. Kadychegova, A. Grudinin

SPRING TRITICALE IN THE STEPPE ZONE OF THE KHAKASS REPUBLIC

Keywords: spring triticale, varieties, productivity elements, yield, adaptability, steppe zone, Khakassia, correlation, dispersion analysis, share of factors.

Spring triticale is a valuable forage crop, little-known to the large agronomic community, including the Republic of Khakassia. There are no commercial dropping of this crop currently. The article presents the results of agroecological study of 4 varieties of spring triticale in the steppe

zone of Khakassia. The influence of meteorological conditions and genotype on ontogenesis and formation of productivity of triticale culture in the steppe zone of the Republic of Khakassia was revealed. The determining influence on the variability of triticale productivity indicators in the sharply continental climate of the Republic was provided by the factor "year of research", share of factor was 69,75-97,10 %. The average yield of the studied varieties was 2,02 t/ha. Weight of 1000 pieces of grain varied from 39,4 g in the Rossika variety, to 47,9 g in the Carmen variety. The grain was distinguished by high feed qualities. Varieties were resistant to lodging in conditions of insufficient moistening in the steppe zone of Khakassia. The lowest plant height was observed in the Rossika variety, the maximum in the Carmen variety. The experiment revealed strong positive correlation dependence between the height of triticale plants and grain yield ($r = 0,86$). At the same time there was a significant variation of yield over the years due to unfavourable weather conditions, the yield variation coefficient reached 46,3 – 79,9% for different varieties. The ranking of varieties by homeostaticity allows us to distinguish the Zaozyorye variety ($Hom = 4,53$) and the Carmen variety ($Hom = 4,20$) (table.2). These varieties have higher homeostasis in the studied set of varieties. Zaozyorye and Carmen varieties are more promising for adaptive technologies of culture cultivation.

¹**Акимова Ольга Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии сельскохозяйственного института; e-mail: ranet51@rambler.ru

Olga I. Akimova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Agronomy Chair of the Agricultural Institute; e-mail: ranet51@rambler.ru

Кадычегова Валентина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии сельскохозяйственного института; e-mail: kadychegov@mail.ru

Valentina I. Kadychegova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Agronomy Chair of the Agricultural Institute; e-mail: kadychegov@mail.ru

Грудинин Анатолий Сергеевич, заведующий Бейским ГСУ; e-mail: bejskij.gsu@mail.ru

Anatoly S. Grudinin, Head of the Beya Seed-Trial Ground; e-mail: bejskij.gsu@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова», Абакан, Республика Хакасия, Россия

Khakass State University named after N. F. Katanov, Abakan, the Khakass Republic, Russia

²ФГБУ «Госкомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва, Бея, Республика Хакасия, Россия

"State Commission" Federal State Budgetary Institution in the Krasnoyarsk Territory, Republic of Khakassia and Republic of Tyva; Beya village, the Khakass Republic, Russia

Введение. Тритикале – перспективная кормовая культура для условий Республики Хакасия. На высоком агротехническом фоне урожайность современных сортов тритикале достигает 5,0-8,0 т/га. В зерне тритикале содержится на 1,5 % больше белка, чем в зерне пшеницы, оно отличается повышенным содержанием незаменимых аминокислот, особенно лизина и триптофана. Кроме цельного зерна используют и отруби для скармливания скоту, птице и свиньям в качестве высокобелкового корма с повышенным содержанием незаменимых аминокислот, марганца, железа и меди.

Солома также с успехом используется на корм животным, зеленая масса - для приготовления силоса, гранул, брикетов, травяной муки [4]. Достоинством тритикале является устойчивость к болезням и вредителям [8], поэтому при возделывании культуры пестициды применяются меньше, что позволяет получить экологически чистую продукцию с меньшими затратами [9].

Тритикале успешно возделывается в странах Европы (Польша, Германия, Беларусь, Франция), где производство зерна в 2016 году достигло 12,26 млн тонн, урожайность – 5,0-7,0 т/га. В Рос-

сии посевные площади, занятые тритикале, в 2016 году составили 229 тыс. га, что составило 0,5 % в структуре посевов зерновых и зернобобовых культур, собрано 624 млн. тонн зерна, урожайность составила 2,78 т/га. Основные площади возделывания тритикале сосредоточены в Белгородской, Волгоградской, Ростовской, Воронежской и Псковской областях, Республике Башкортостан, [4]. Товарных посевов яровой тритикале в Республике Хакасия в настоящее время нет.

У тритикале имеются озимые и яровые формы. Озимые зерновые культуры не могут обеспечить высоких устойчивых урожаев в условиях степной зоны Хакасии из-за недостаточного уровня снежного покрова при перезимовке [1]. Сорты яровой тритикале с высоким потенциалом продуктивности при невысокой требовательности к плодородию почвы, отличающиеся высокой стабильностью и адаптивностью к экологическим факторам республики, позволят решить проблему производства зерна на кормовые цели в Хакасии.

В Государственном реестре селекционных достижений в 2019 году к использованию в целом по Российской Федерации допущено 17 сортов яровой тритикале, в том числе по Восточно-Сибирскому региону: Доброе, Заозерье, Кармен [3]. Однако опыта возделывания данных сортов в республике до настоящего времени не было.

Целью проведенных исследований являлось выявление сортов яровой тритикале, обеспечивающих высокую продуктивность в условиях степной зоны Республики Хакасия.

Условия и методы исследования. Исследования проводились в 2016-2018 годах в степной зоне Республики Хакасия в рамках договора между ФГБУ «Госкомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва и ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова» по методике государственного сортоиспы-

тания [5]. Изучались сорта Кармен (ст), Доброе, Заозерье, Россика. Предшественник – чистый пар. Норма высева яровой тритикале – 6 млн всхожих семян на 1 га, площадь учетной делянки – 25 м², повторность – четырехкратная. Урожайность зерна определяли поделочно при уборке комбайном Sampo Rosenlew-500. Статистическая обработка результатов была выполнена с помощью программы обработки данных полевого опыта Field Expert v1.3 Pro (свидетельство о государственной регистрации № 9455) согласно методическим рекомендациям О.И. Акимовой и Д.Н. Акимова [2].

Индивидуальная реакция сортов ярового тритикале на изменчивость погодных условий определена методом вариационного анализа и гомеостатичность – по В.В. Хангильдину [10].

По данным ГУ «Хакасский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», в районе исследований среднемесячные температуры воздуха в период вегетации были в основном на уровне среднемноголетних значений. Однако в мае и июне 2017 года среднемесячные температуры воздуха были соответственно на 1,4 и 2,5°C выше среднемноголетних значений. В 2018 году жарким был июнь, среднемесячная температура месяца была на 2,7 °C выше нормы. Высокие температуры ускоряли прохождение фенологических фаз растений тритикале. Сумма осадков первой половины вегетации (апрель-июнь) в годы исследований была на уровне среднемноголетних значений или превышала. При этом в июне 2016 года выпали две месячные нормы осадков – 88 мм. Засушливыми были апрель и июнь 2018 года, отмечалось 3,0 и 21,5 мм осадков, соответственно. Осадки периода июль-август в годы исследований в 1,5-2,3 раза превышали среднемноголетние значения.

Опыты закладывались на черноземе обыкновенном, маломощном, средне-суглинистом гранулометрического со-

става. Средневзвешенное содержание гумуса в пахотном слое - 2,7 %; подвижного фосфора - 57,8 мг/кг; калия - 221,8 мг/кг; нитратного азота - 7,1 мг/кг. Реакция почвенного раствора слабощелочная ($pH = 8,0-8,1$).

Результаты исследований и их обсуждение. Продолжительность вегетационного периода тритикале определялась метеорологическими условиями в годы исследований (99,77 %). Увеличение продолжительности фенологических фаз роста и развития тритикале отмечалось в 2016 году, когда в первую половину вегетации выпадали осадки выше среднемноголетних значений. При этом средняя продолжительность периода от всходов до колошения по опыту была 96 дней, в последующие годы – на 12-15 дней короче. Существенных различий в прохождении онтогенеза отдельных сортов не отмечалось.

Актуальной проблемой для тритикале является невысокая устойчивость к полеганию [7]. Полегание отрицательно сказывается на уровне и качестве урожая зерна, нередко снижая его на 30-50% и затрудняя механизированную уборку, и в значительной степени зависит от высоты растений тритикале, количества и характера осадков вегетационного периода [6].

На основании дисперсионного анализа опытных данных двухфакторного опыта выявлено, что высота растений тритикале изучаемых сортов существенно различалась в годы исследований. Вклад сорта в изменчивость высоты растений – 20,18 %. Высота растений сортов тритикале Доброе, Заозерье и Россияка была на 2-25 см меньше, чем у сорта Кармен (St), высота которого составила 88 см в среднем за три года исследований. Самым короткостебельным был сорт Россияка, высота растений варьировала в годы исследований от 40 до 88 см. Вклад метеорологических условий в изменчивость высоты растений был определяющим и составил 78,31 %. В 2016 году на фоне благоприятных метеороло-

гических условий высота растений тритикале была максимальной 95 см. В 2017 году при повышенных температурных условиях июня высота растений в среднем по опыту была существенно меньше на 10,5 см. Минимальная высота растений отмечалась в 2018 году при жарком и засушливом июне. В целом по опыту не отмечалось полегания растений тритикале в годы исследований. Сорта показали высокую устойчивость к полеганию (5 баллов) на фоне недостаточного уровня влагообеспеченности в опыте и формирования высоты растений ниже потенциальных значений сортов.

В двухфакторном опыте при увеличении высоты растений отмечалось увеличение урожайности зерна тритикале. Между высотой растений тритикале и урожайностью зерна изучаемых сортов отмечалась сильная положительная корреляционная зависимость, коэффициент корреляции (r) равен $0,86 \pm 0,09$, коэффициент детерминации (r^2) – 0,75, при этом фактическое значение критерия Стьюдента (t_r) равно 10,0 при критическом (t_{05}) – 2,0.

Благоприятные условия увлажнения июля - августа обеспечили формирование высоких значений показателя «масса 1000 зерен» в годы исследований. Так, в 2016 году масса 1000 зерен в среднем по опыту составила 40,6 г. В 2017 и 2018 годах масса 1000 штук зерен существенно увеличивалась до 41,5 и 49,3 г, соответственно, при $НСР_{05} = 0,06$ г. Вклад фактора «год исследований» в изменчивость признака составил 69,75 %. Низкие значения показателей продуктивности, формирующихся на I-IX этапах органогенеза, частично компенсировались повышенной массой 1000 зерен.

Вклад сорта в изменчивость массы 1000 зерен тритикале был также существенен (26,52 %). Максимальное значение показателя отмечалось у сорта Кармен (47,6 г), существенно меньшее у сортов Заозерье (44,1 г), Доброе (43,6 г) и Россияка (39,4 г).

В условиях резко континентального климата степной зоны Республики Хакасия урожайность зерна изучаемых сортов тритикале определялась метеорологическими условиями в годы исследований. Вклад фактора «год исследований» в изменчивость урожайности составил 97,10 %. Максимальная урожайность в опыте отмечалась в 2016 году – 3,36 т/га, в 2017 году урожайность

была на 1,4 т/га меньше. В 2018 году при неблагоприятных метеорологических условиях урожайность была минимальной – 0,67 т/га (табл. 1). Для сравнения, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Хакасия, урожайность яровой пшеницы в 2016-2018 годах составляла в среднем 1,66 т/га.

Таблица 1 – Урожайность зерна яровой тритикале, т/га

Сорта	Год исследований			Среднее
	2016	2017	2018	
Кармен (St)	3,40	2,19	0,88	2,16
Доброе	3,46	2,13	0,71	2,10
Заозерье	3,40	2,20	0,90	2,17
Россика	3,31	1,43	0,18	1,64
Среднее	3,39	1,99	0,67	2,02
НСР ₀₅ для частных различий	0,152			
НСР ₀₅ для фактора «год исследований»	0,076			
НСР ₀₅ для фактора «сорт»	0,088			
НСР ₀₅ для взаимодействия	0,044			

Доминирующий вклад фактора «год исследований» в изменчивость урожайности позволяет сделать вывод о необходимости разработки адаптивных технологий, позволяющих стабилизировать урожайность культуры в меняющихся условиях среды.

На основании результатов статистической обработки полученных данных двухфакторным дисперсионным анализом выявлено, что влияние фактора «сорт» на изменчивость урожайности зерна в опыте было достаточно низким, однако существенным (2,48 %). Урожайность сортов Кармен, Доброе и Заозерье в среднем за три года исследований находилась в пределах 2,0 и более тонн. Существенно меньшая урожайность была у сорта Россика, которая составила 1,64 т/га. В целом по опыту, средняя урожайность составила 2,02 т/га, что свидетельствует о высоком потенциале культуры в степной зоне Хакасии.

Определение качества зерна тритикале урожая 2016 года в лаборатории ФГБУ ГСАС «Хакасская» показало его высокую кормовую ценность. Содержание сырого протеина варьировало от 17,26 % (сорт Кармен) до 16,23 % (сорт Заозерье), переваримого протеина – 138,1 до 129,8 г в 1 к. ед., кормовых единиц в 1 кг зерна 1,24 и 1,17, соответственно. Остальные сорта занимали промежуточное положение.

Индивидуальная реакция сортов на изменчивость экологических условий внешней среды может быть оценена через их адаптивность. Высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в различных условиях возделывания сорта. Стабильность урожайности определена методом вариационного анализа. Высокие значения коэффициента вариации отмечены у всех изучаемых сортов (табл. 2), что говорит об их низкой адаптивности к экологиче-

ским условиям степной зоны Хакасии. Одним из показателей адаптивности сорта может быть гомеостатичность. Показателем гомеостатичности сорта служит низкая вариабельность признаков при его высоком значении [10]. Ранжирование сортов по величине гомеостатично-

сти позволяет выделить сорт Заозерье ($Hom = 4,53$) и сорт Кармен ($Hom = 4,20$). Данные сорта обладают более высоким гомеостазом в изучаемом наборе сортов. Сорта Заозерье и Кармен более перспективны для использования в адаптивных технологиях возделывания культуры.

Таблица 2 – Параметры адаптивности сортов яровой тритикале

Сорта	Средняя урожайность (\bar{x}), т/га	Гомеостатичность (Hom)	Коэффициент вариации (V), %
Кармен (St)	2,16	4,20	46,3
Доброе	2,10	3,87	54,4
Заозерье	2,17	4,53	47,9
Россика	1,64	2,02	79,9

Заключение. На основании трехлетних опытов по сортоиспытанию яровой тритикале выявлено, что в экологических условиях степной зоны Хакасии определяющее влияние на изменчивость показателей продуктивности оказал фактор «год исследований» (от 69,75 до 97,10 %). Изучаемые сорта отличались нестабильной урожайностью по годам, имели низкую адаптивность к изменяющимся условиям возделывания. Однако отмечались существенные различия значений показателей продуктивности и адаптивности между сортами. Сорт Заозерье и Кармен наиболее перспективны для использования в адаптивных технологиях возделывания культуры в степной зоне Хакасии.

Для окончательных выводов о возможности возделывания культуры яровой тритикале в степных условиях Хакасии необходимо продолжить исследования по сортоиспытанию новых перспективных для зоны сортов.

Библиографический список

1. Акимова О.И. Эффективность применения агротехнических приемов возделывания озимых зерновых культур в лесостепной и степной зонах Минусинской впадины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул,

2006. – 19 с.

2. Акимова О.И., Акимов Д.Н. Использование статистических методов обработки опытных данных при выполнении студенческих научных работ // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2016. – № 18. – С. 76 - 78.

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформгротех», 2019. – 516 с.

4. Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале: коллективная монография / А.М. Тысленко, Е.Н. Богомолова, С.Е. Скатова [и др.]; редакционная коллегия: С.М. Лукин, И.В. Русакова, А.М. Тысленко. Владимир: ФГБНУ ВНИИ-ОУ, 2017. – 294 с.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 279 с.

6. Пинкаль А.В. Зимостойкость и устойчивость к полеганию гибридов озимой тритикале // Омский научный вестник. – 2012. – № 2 (114). – С. 167 - 172.

7. Пыльнев В.В., Рубец С.В., Игонин В.Н. История и достижения селекции тритикале в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Агробиология. – 2014. – № 1 (109). – С. 16 - 23.

8. Стёпочкин П.И. Формообразователь-

ные процессы в популяциях тритикале: монография. – Новосибирск, 2008. – 164 с.

9. Утилизация вторичных продуктов переработки тритикале с получением кормового микробно-растительного концентрата для прудовых рыб / Н.П. Андреев, В.В. Колпакова, В.Г. Гольдштейн [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2017. – Т. 12. – № 4. – С. 90 - 104.

10. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 111 - 116.

1. Akimova O.I. Efficiency of application of culture practice of cultivation of winter crops in forest-steppe and steppe zones of the Minusinsk depression. Candidate's dissertation abstract. Barnaul. 2006. 19 p. [in Russian].

2. Akimova O.I., Akimov D.N. The Use of Statistical Methods for Processing of Experimental Data when Performing Student Research Papers. *Vestnik Hkakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. F. Katanova*. 2016. No 18. pp. 76 - 78 [in Russian].

3. State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List). Vol. 1. "Plant varieties" (official publication). M. *FGBNU "Rosinformagrotekh"*. 2019. 516 p. [in Russian].

4. Tyslenko A.M., Bogomolova E.N., Skatova S.E. [et al.] Innovative varieties and cultivation technology of spring triticale: collective monograph; Ed. board: S.M. Lukin, I.V., Rusakova, A.M. Tyslenko. *Vladimir. FGBNU VNIIOU*. 2017. 294 p. [in Russian].

5. Methods of state variety testing of agricultural crops. Moscow. Kolos. 1989. Vol. 2. 279 p. [in Russian].

6. Pinkal A.V. Winter resistance and tolerance to lodging of winter triticale hybrids. *Omskii nauchnyi vestnik*. 2012. No. 2 (114). pp. 167 – 172 [in Russian].

7. Pylnev V.V., Rubets S.V., Igonin V.N. History and achievements of triticale selection in the RGAU-MSHA named after K.A. Timirjazev. *Ahrobiolohiya*. 2014. No. 1 (109). pp. 16 – 23 [in Russian].

8. Stepochkin P. I. Formative processes in populations of triticale. Novosibirsk. 2008. 164 p. [in Russian].

9. Andreev N.R., Kolpakova V.V., Goldshteyn V.G. et al. Utilization of secondary triticale processing products with production of fodder microbial-vegetative concentrate for pond fish. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* (South of Russia: ecology, development). 2017. Vol. 12. N. 4. pp. 90 – 104 [in Russian].

10. Khangildin V.V. On the principles of simulation of intensive-type variety. Moscow. Nauka. 1978. pp. 111 - 116 [in Russian].

УДК 631.5

DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.002

А.П. Батудаев, З.К. Хахаева, В.А. Соболев, А.Д. Манханов, Б.Ж. Галсанова

АГРОНОМИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В БУРЯТИИ

Ключевые слова: почва, сидеральные культуры, донник, солома, продуктивность яровой пшеницы.

В статье рассматриваются некоторые современные агрономические приемы и их влияние на продуктивность яровой пшеницы на различных почвах Республики Бурятия. Приведены материалы, полученные на опытных полях Бурятской ГСХА им. В.П. Филиппова в 2002-2007, 2006-2011 и в 2012-2015 годах. В исследованиях показана высокая эффективность сидерита (донник), поскольку его последствие в целом не ниже