

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ
ПО УРОЖАЙНОСТИ В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЗОНЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

V.I. Nikitina, M.A. Khudenko, A.A. Kolichenko

**ENVIRONMENTAL STABILITY OF TRITICALE VARIETIES BY PRODUCTIVITY IN AGRICULTURAL
ZONE OF KRASNOYARSK REGION**

Никитина В.И. – д-р биол. наук, проф. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: vi-nikitina@mail.ru

Худенко М.А. – канд. с.-х. наук, ст. лаборант каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: vi-nikitina@mail.ru

Количенко А.А. – начальник филиала ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва, г. Красноярск.

E-mail: vi-nikitina@mail.ru

Nikitina V.I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: veranikitina@rambler.ru

Khudenko M.A. – Cand. Agr. Sci., Senior Laboratory Assistant, Chair of Landscape Architecture, Botany, Agroecology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: vi-nikitina@mail.ru

Kolichenko A.A. – Chief, Branch FSBI “State Commission of the Russian Federation on Test and Protection of Selection Achievements” for Krasnoyarsk Region, the Republic of Khakassia and the Republic of Tyva, Krasnoyarsk.

E-mail: vi-nikitina@mail.ru

Цель исследования – выявление потенциальных возможностей сортов яровой и озимой тритикале, проходящих испытание на сортоучастках Красноярского края, их экологической стабильности. Анализировали трехлетние данные (2016–2018 гг.) урожайности 4 сортов яровой тритикале (Кармен, Заозерье, Россия, Доброе) по 2 сортоучасткам (Назаровский, Минусинский) и 7 сортов озимого тритикале (Цекад 90, Бард, Каприз, Сирс 57, Торнадо, ТИ 17, Топаз), проходящих испытание на 4 сортоучастках (Казачинский, Краснотуранский, Назаровский, Сухобузимский). Взаимодействие «генотип × среда», достоверность влияния отдельных факторов на урожайность определяли методом трехфакторного дисперсионного анализа. Экологическую стабильность изучаемых сортов оценивали по методике Н.А. Соболева. Закладка опытов, учеты и наблюдения на сортоучастках проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выявлено, что вклад изучаемых факто-

ров в изменчивость урожайности озимого и ярового тритикале различен. Основная часть изменчивости урожайности у ярового тритикале вызвана фактором «годы» (60,6 %), озимого – «географический пункт» (64,0 %). Доля генотипических различий в формировании урожайности неодинакова: яровой тритикале – 12,7 %, озимой – 2,0 %. Сорта яровой и озимой тритикале отличаются по средней и стабильной урожайности. Яровая тритикале показывает среднюю урожайность достоверно выше, чем озимая, но она более подвержена влиянию факторов внешней среды, поэтому по стабильной урожайности они не имеют существенных различий. По экологической стабильности выделены наиболее адаптивные сорта для растениеводства края: яровая тритикале – Заозерье; озимая – Сирс 57, Цекад 90, – способные давать относительно высокую, но при этом стабильную урожайность не только в благоприятных, но и в контрастных условиях, как во времени, так и в пространстве. Яровая и озимая тритикале суще-

ственно превосходят по урожайности яровую мягкую пшеницу, поэтому рекомендуем активно внедрять эту культуру в производство, расширяя посевные площади под ее посевами.

Ключевые слова: тритикале, урожайность, генотип, взаимодействие, изменчивость, стабильность, адаптивность.

The research objective was the identification of potential opportunities of summer and winter triticale varieties, passing test on variety sites of Krasnoyarsk Region, their ecological stability. Three-year data (2016–2018) productivity of 4 varieties summer triticale (Carmen, Zaozerye, Rossika, Dobroe) on 2 variety sites (Nazarovsky, Minusinsk) and 7 varieties of winter triticale (Tsekad 90, Bard, Kapriz, Sirs 57, Tornado, TI 17, Topaz) passing test on 4 testing plots (Kazachinsky, Krasnoturansky, Nazarovsky, Sukhobuzimsky) were analyzed. The interaction of "the genotype × environment", the reliability of influence of separate factors on productivity determined the interaction by method of three-factorial dispersive analysis. Ecological stability of studied varieties was estimated by N.A. Sobolev's technique. The laying of experiments, accounts and observations on testing plots was made according to the technique of state variety crops testing. It was revealed that the contribution of studied factors to variability of productivity of winter and summer triticale had been various. The main part of variability of productivity was in summer triticale by a factor "years" (60.6 %), winter – "geographical point" (64.0 %). The share of genotypic distinctions in formation of productivity was not identical: summer triticale – 12.7 %, winter – 2.0 %. Summer and winter varieties differed in triticale in average and stable productivity. Summer triticale showed average productivity authentically above, than winter, but it was more subject to influence of factors of environment therefore on stable productivity they had no essential distinctions. On ecological stability the most adaptive varieties for regional plant growing were allocated: summer triticale – Zaozerye; winter – Sears 57, Cekad 90, capable of giving rather high, but thus stable productivity not only in favorable, but also in contrast conditions, both in time, and space. Spring and winter triticale significantly exceeded spring soft wheat in terms of yield; therefore this culture was recommended for

active introducing in production, expanding cultivated areas under its crops.

Keywords: triticale, productivity, genotype, interaction, variability, stability, adaptability.

Введение. В настоящее время в России возрастает интерес к перспективной зерновой культуре – тритикале. Многие исследователи считают, что возможности роста урожайности тритикале значительно выше, чем у пшеницы, у которой почти исчерпан генетический ресурс. Это подтверждается урожайностью тритикале, полученной на полях производственниками, и результатами сортоиспытания в Госсортосети. Кроме этого, данная культура обладает устойчивостью к засухе, вирусам и грибным заболеваниям, повышенной зимостойкостью, высоким биологическим потенциалом, менее требовательна к плодородию почв.

Внедрение яровой и озимой тритикале в растениеводство Красноярского края происходит очень медленно. Производственники очень осторожно относятся к этой культуре, боятся, что не смогут реализовать полученное зерно.

Возделывание тритикале в крае позволит расширить набор зерновых культур, повысить урожайность, сбор ценного белка и адаптивные возможности растениеводства за счет снижения пестицидной нагрузки на экологию среды.

Цель исследования: выявление потенциальных возможностей сортов яровой и озимой тритикале, возделываемых на госсортоучастках края, их экологической стабильности.

Исходный материал и методы исследования. Анализировали трехлетние данные (2016–2018 гг.) урожайности 4 сортов ярового тритикале (Кармен, Заозерье, Россика, Доброе) по 2 сортоучасткам (Назаровский, Минусинский) и 7 сортов озимого тритикале (Цекад 90, Бард, Каприз, Сирс 57, Торнадо, ТИ 17, Топаз), проходящих испытание на 4 сортоучастках (Казачинский, Краснотуранский, Назаровский, Сухобузимский).

Взаимодействие «генотип × среда», достоверность влияния отдельных факторов на урожайность определяли методом трехфакторного дисперсионного анализа [1]. Экологическую

стабильность изучаемых сортов оценивали по методике Н.А. Соболева [2].

Закладка опытов, учеты и наблюдения на сортоучастках проводятся в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [3, 4].

Результаты исследования и их обсуждение. Сорта тритикале могут существенно различаться по их реакции на изменение условий вегетации. Погодные условия в период вегетации оказывают влияние на формирование урожайности, и различия между ними составляют средовую компоненту изменчивости. Значительные различия сортов рангами по изучаемому признаку в разные годы и в разных пунктах вызывают взаимодействие «генотип × среда».

Как показывают некоторые исследователи, достоверным является влияние взаимодействия «генотип × среда», если в опытном наборе образ-

цов имеются сорта с различающимися коэффициентами регрессии [5]. Данное взаимодействие создает трудности в оценке сортов и селекционного материала, позволяет выяснить, в какой степени результаты воздействия среды зависят от генетических различий между сортами.

Результаты дисперсионного анализа показывают, что основной вклад в изменчивость урожайности ярового тритикале вносят условия вегетации (годы) (рис. 1). На генетические различия на изменчивость признака приходится 12,7 %. Место возделывания оказывает менее существенное влияние в амплитуде колебаний урожайности, всего 3,3 %. Все взаимодействия между изучаемыми факторами имеют место, и доля их влияния составляет от 3,1 % («сорт × годы») до 10,2 % («годы × географический пункт»).

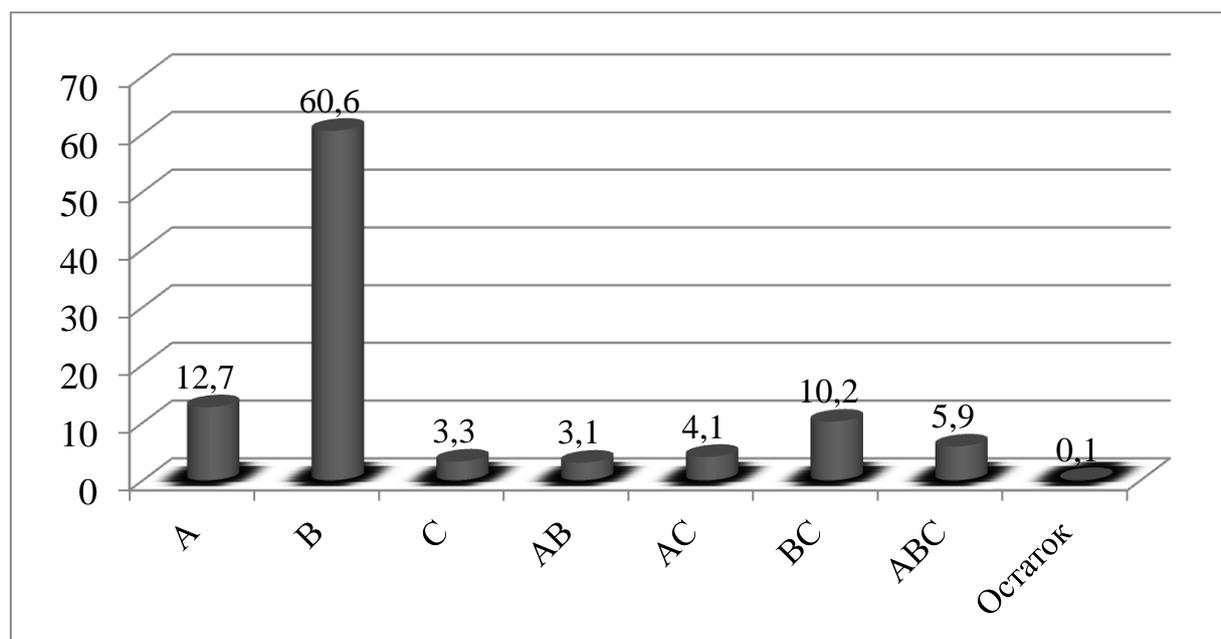


Рис. 1. Влияние изучаемых факторов на изменчивость урожайности ярового тритикале (2016–2018 гг.), %: А – сорта; В – годы; С – сортоучастки (географические пункты). Достоверно при $P \leq 0,05$

Получены иные вклады факторов и их взаимодействия, влияющие на изменчивость урожайности озимого тритикале. Дисперсионный анализ урожайности зерна показал, что уровень

рассматриваемого признака в большей степени зависит от условий географических зон – 64,0 % (рис. 2).

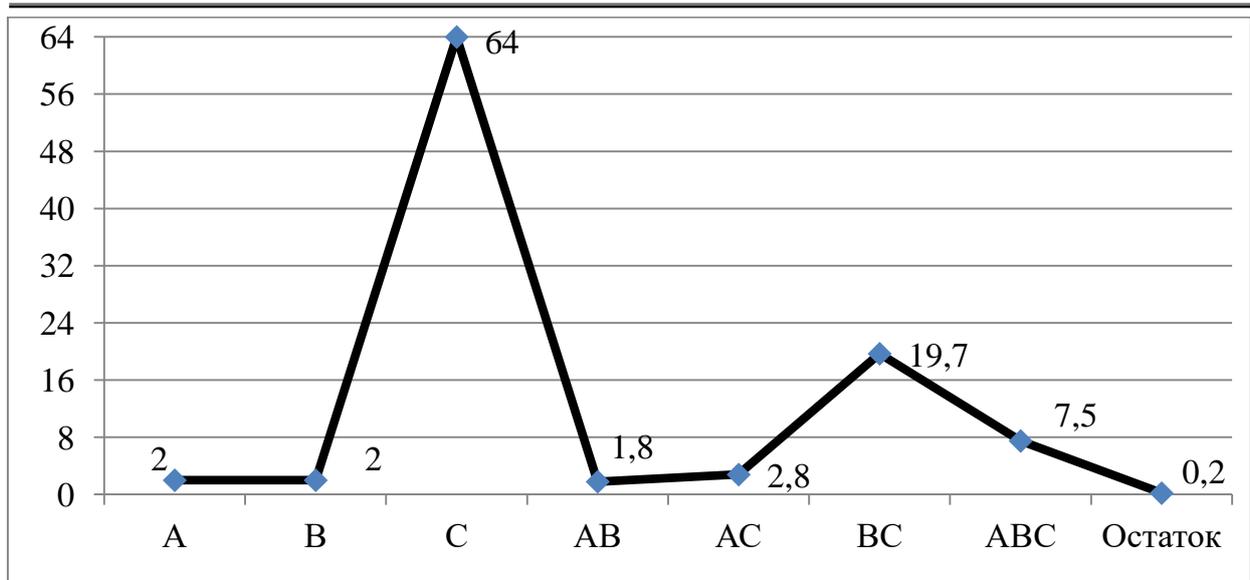


Рис. 2. Влияние изучаемых факторов на изменчивость урожайности озимого тритикале (2016–2018 гг.), %: А – сорта; В – годы; С – сортоучастки (географические пункты). Достоверно при $P \leq 0,05$

Значительная изменчивость также вызвана взаимодействием факторов «годы × географический пункт» – 19,7 % и «сорт × годы × географический пункт» – 7,5 %. На генотипические различия в урожайности приходится всего 2,0 %. Уровни вкладов других взаимодействий не превышают 2,8 %, но они также достоверны.

Неустойчивость погоды по годам и в разных географических пунктах приводит к значительной изменчивости урожайности.

Основной задачей селекции, сортоиспытания и семеноводства является высокая потенциальная продуктивность в сочетании с хорошими технологическими показателями зерна и муки, с устойчивостью к действию абиотических и биотических стрессов на уровне сорта, агроценоза, агроэкосистемы и агроландшафта [6].

Производственников интересуют сорта с высокой урожайностью, стабильной по годам. В зависимости от поведения сортов в неодинаковых географических условиях произрастания и в разные годы можно оценивать их генетическую стабильность и принимать соответствующие решения по их выращиванию и размещению.

В наших исследованиях из четырех сортов яровой тритикале высокую среднюю и стабильную урожайность показал сорт Заозерье (табл. 1). Он имел и более высокую величину относительной стабильности признака – 0,76. На уровне с сортом Заозерье имел относительную стабиль-

ность признака и сорт Россия, но по средней и стабильной урожайности его показатели были существенно ниже. Данный сорт обладает меньшими потенциальными возможностями реализации своей потенциальной продуктивности в сибирских условиях.

Неустойчивостью урожайности по годам и пунктам и достоверно более низкими ее показателями по сравнению с сортом Заозерье характеризовались сорта Кармен и Доброе. Эти сорта сильно реагируют на ухудшение условий вегетации, по ним наблюдается максимальный недобор урожая зерна в неблагоприятные годы и гораздо ниже средняя стабильная урожайность.

Сорта озимой тритикале в меньшей степени отзываются на варьирование условий вегетации и проявляют более высокие показатели относительной стабильности признака (табл. 2). Это связано с тем, что у озимой тритикале более длительный вегетационный период по сравнению с яровой. Озимая тритикале формирует корневую систему осенью при достатке почвенной влаги и меньше страдает от весенне-летней засухи, под которую попадает яровая тритикале.

Средняя урожайность, по сравнению с сортом ТИ 17, существенно выше у всех сортов, кроме сорта Каприз, у которого она находится в пределах ошибки опыта с ТИ 17. Значительно выше урожайность у сортов Сирс 57, Цекад 90 и Бард.

Параметры экологической стабильности сортов ярового тритикале по признаку урожайности в 2016–2018 гг. в двух географических пунктах

Сорт	Средняя урожайность \bar{x} , т/га	Стабильная урожайность A, т/га	Показатель стабильности st^2
Кармен	3,57	2,56	0,52
Заозерье	4,29	3,73	0,76
Россика	3,39	3,03	0,80
Доброе	3,58	2,58	0,52
НСР ₀₅	0,17	0,11	

Параметры экологической стабильности сортов озимой тритикале по признаку урожайности в четырех географических пунктах (2016–2018 гг.)

Сорт	Средняя урожайность \bar{x} , т/га	Стабильная урожайность A, т/га	Показатель стабильности st^2
Цекад 90	3,44	3,07	0,80
Бард	3,35	2,99	0,80
Каприз	3,04	2,67	0,76
Сирс 57	3,57	3,31	0,86
Торнадо	3,26	2,92	0,80
ТИ 17	2,97	2,67	0,81
Топаз	3,18	2,90	0,83
НСР ₀₅	0,13	0,13	

По средней стабильной урожайности достоверно выделяются по отношению к сортам ТИ 17 и Каприз остальные изучаемые сорта, особенно Сирс 57, Цекад 90. Заслуживает внимание производителей сорт Сирс 57, который в резко различающихся агроэкологических условиях обеспечивает более устойчивую урожайность, имея самый высокий показатель от-

носительной стабильности признака и стабильной урожайности.

При сравнении средней и стабильной урожайности яровой мягкой пшеницы и тритикале видно, что культура тритикале существенно превышает мягкую пшеницу как по средней, так и по стабильной урожайности (рис. 3).

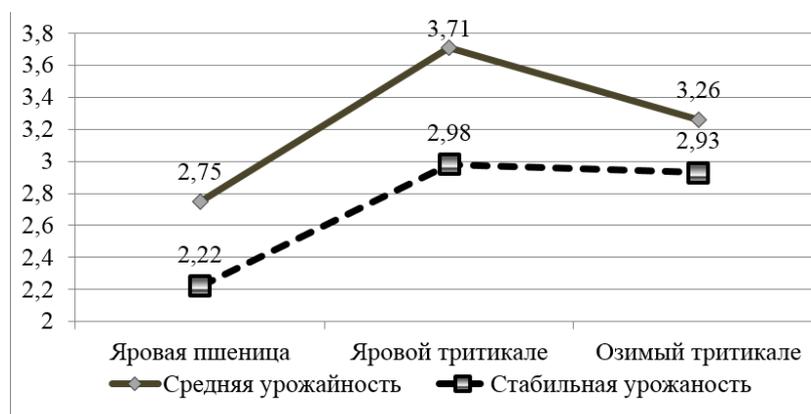


Рис. 3. Средняя и стабильная урожайность яровой пшеницы и тритикале по сортоучасткам края (2016–2018 гг.), т/га. НСР₀₅ = 0,19 т/га для средней урожайности; НСР₀₅ = 0,15 т/га для стабильной урожайности

У яровой тритикале средняя урожайность достоверно выше, чем у озимой, но по стабильной урожайности они пребывают на одном уровне.

Заключение. Анализ экологической стабильности сортов ярового и озимого тритикале, проходящих испытание на сортоучастках Красноярского края, позволил выделить наиболее адаптивные сорта для растениеводства: яровой – Заозерье, озимой – Сирс 57, Цекад 90, – которые способны давать относительно высокую, но при этом стабильную урожайность не только в благоприятных, но и в контрастных условиях, как во времени, так и в пространстве. Вышеназванные сорта представляют особый интерес для широкого возделывания в производстве как исходный материал для селекции в качестве доноров стабильности по урожайности.

Так как яровая и озимая тритикале существенно превосходят по урожайности яровую мягкую пшеницу, рекомендуется активно внедрять ее в растениеводство края, расширяя посевные площади под посевами этой культуры.

Литература

1. *Снедекор Дж.У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Изд-во с.-х. литературы, 1961. – 503 с.
2. *Соболев Н.А.* Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов // Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – Киев: Наук. думка, 1980. – С. 100–106.
3. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур (общая часть). Вып. 1. – М.: Колос, 1985. – 269 с.
4. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые

культуры / ред. А.И. Григорьева. – М.: Колос, 1989. – 194 с.

5. *Комаров Н.М.* Некоторые аспекты проблемы взаимодействия «генотип-среда» // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 7. – С. 39–41.
6. *Жученко А.А.* Пути повышения устойчивости сельскохозяйственного производства в современных условиях. Главные приоритеты адаптации растениеводства к неблагоприятным погодным условиям // Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. (13–15 июля 2005 г.). – Орел, 2005. – С. 6–11.

Literatura

1. *Snedekor Dzh.U.* Statisticheskie metody v primenenii k issledovanijam v sel'skom hozjajstve i biologii. – М.: Izd-vo s.-h. literatury, 1961. – 503 s.
2. *Sobolev N.A.* Metodika ocenki jekologicheskoj stabil'nosti sortov i genotipov // Problemy otbora i ocenki selekcionnogo materiala. – Kiev: Nauk. dumka, 1980. – S. 100–106.
3. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур (общая часть). Вып. 1. – М.: Колос, 1985. – 269 с.
4. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / ред. А.И. Григорьева. – М.: Колос, 1989. – 194 с.
5. *Komarov N.M.* Nekotorye aspekty problemy vzaimodejstvija «genotip-sreda» // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2012. – № 7. – S. 39–41.
6. *Zhuchenko A.A.* Puti povyshenija ustojchivosti sel'skohozjajstvennogo proizvodstva v sovremennyh uslovijah. Glavnye priority adaptacii rastenievodstva k neblagoprijatnym pogodnym uslovijam // Mat-ly Vseros. nauch.-prakt. konf. (13–15 ijulja 2005 g.). – Orel, 2005. – S. 6–11.