

Зенкина Кристина Владимировна

младший научный сотрудник

Асеева Татьяна Александровна

д-р с.-х. наук, директор

ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский

институт сельского хозяйства»

с. Восточное, Хабаровский край

РЕАКЦИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация: особое значение в экстремальных условиях выращивания приобретает способность сортов и линий зерновых культур противостоять действию абиотических и биотических стрессоров окружающей среды. В агроэкологических условиях Среднего Приамурья была проведена оценка и кластеризация сортов и линий ярового тритикале по параметрам экологической пластичности и фенотипической стабильности по основным хозяйственно-биологическим признакам – урожайности, крупности зерновки и содержанию белка в зерне. Вклад изменчивости признаков продуктивности, вызванной условиями выращивания, составляет 49–57%. Средняя урожайность сортов ярового тритикале изменяется в пределах 2,2–2,9 т/га, однако при воздействии факторов внешней среды зерновая продуктивность варьирует от среднего значения в 2 раза как в положительную, так и в отрицательную стороны. В результате исследований выявлена противоположная реакция стандартного сорта яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка на крайне неблагоприятные факторы окружающей среды в сравнении с популяцией тритикале. Потенциальная продуктивность образцов Лана, Золотой Гребешок, Узор, ЗГ 186, Ровня, Лосиновске, Згуривский, Sandio увеличивается под влиянием оптимизации условий выращивания. Сорта Укро, АС Certa, Скорый, Ульяна, Лотос, Ярило, Память Мережко, Виктория отличаются высокой экологической устойчивостью и слабой реакцией на воздействие негативных стрессоров внешней среды.

Ключевые слова: яровое тритикале, экологическая пластичность, фенотипическая стабильность, реакция сортов, Среднее Приамурье.

Одна из причин кризисного состояния сельского хозяйства – уравнительность систем природопользования и нарушение требований о размещении культивируемых видов и сортов в строгом соответствии с особенностями их адаптивности, то есть в наиболее благоприятных для их возделывания почвенно-климатических макро-, мезо- и микронивах [9, с. 617]. В решении проблемы повышения экономической эффективности производства зерна важная роль отводится сорту, как одному из малозатратных, экономически оправданных и экологически безвредных факторов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [4, с. 663]. Изменение экологических условий произрастания сельскохозяйственных культур в агроэкосистеме непосредственно оказывает влияние на продуктивность растений, темпы их роста и способность функционировать [7, с. 83]. Изменчивость растительного организма обусловлена генетической предрасположенностью и зависит от условий выращивания, включая метеорологические особенности периода вегетации [12, с. 217]. В настоящее время в связи с изменяющимися климатическими условиями скрининг на адаптивность и стабильность считается одним из важных этапов при оценке селекционного материала [3, с. 615]. Поэтому основная задача адаптивной селекции – выявление сочетания в одном генотипе высокой продуктивности и экологической стабильности при воздействии неблагоприятных факторов среды.

Тритикале – культура, созданная человеком за счет сочетания положительных признаков и свойств, приобретенных от родителей ржи и пшеницы. Тритикале обладает высоким потенциалом продуктивности, устойчивостью к комплексу абиотических и биотических факторов среды, а в отдельные годы и превосходит по урожайности важнейшие сельскохозяйственные культуры [11, с. 21]. В повышении урожайности и валовых сборов зерна яровой тритикале, улучшении ее качества и стрессоустойчивости большое значение придается созданию и широкому внедрению в сельскохозяйственное производство новых

высокопродуктивных сортов [10, с. 197]. Для культуры тритикале, с ее еще недостаточной цитогенетической и экологической стабильностью, абиотические факторы играют значимую роль, воздействуя на продукционный процесс [8, с. 255].

Экологическая пластичность ярового тритикале, характеризующаяся как отзывчивость генотипа на изменение условий внешней среды и антропогенных факторов изучена недостаточно. В связи с необходимостью расширения ареала культивирования зерновых культур и изменчивостью климатических условий Среднего Приамурья оценка генофонда культуры тритикале по адаптивной способности и стабильности особенно актуальна.

В связи с этим цель исследований – изучить реакцию сортов ярового тритикале на изменение условий окружающей среды.

Материалы и методы исследований.

Полевые опыты проводили в период 2015–2018 гг. на базе Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва участка – лугово-бурая оподзоленно-глеевая тяжелосуглинистая. Агротехника – общепринятая для условий региона и включала: вспашку поля с осени на зябь, весеннюю культивацию, боронование в два следа. Объект исследований – сорта и линии ярового тритикале. Стандарты – районированный сорт яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка и первый сорт ярового тритикале Укро, рекомендованный для использования в данной экологической зоне. Посев зерновых культур проводили сеялкой «ССФК-7М» на делянках площадью 4 м² рендомизировано в 3-кратной повторности с нормой высева 5,5 млн. всхожих зерен на гектар.

Все наблюдения и анализы проводили в полном соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5, с. 267] и методами биохимических исследований растений [2, с. 267]. Взаимодействие генотип-среда исследовали методом дисперсионного анализа [1, с. 351]. Параметры экологической пластичности и фенотипической стабильности оценивали по методу, предложенному S.A. Eberhart, W.A. Russell в

изложении В.З. Пакудина [6, с. 40], основанному на расчете коэффициента линейной регрессии (b_i), и дисперсии (S^2_{di}). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью дисперсионного и кластерного анализа в системе Statistica 10.0 («StatSoft, Inc.», США).

Результаты и обсуждение.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований были разнообразными, довольно полно отражали особенности региона, что и позволило оценить с высоким уровнем достоверности реакцию сортов ярового тритикале на изменение условий окружающей среды. Климатические условия периодов вегетации по годам создали необходимый градиент сред для установления взаимодействия генотип-среда и вычисления параметров экологической пластичности. В результате дисперсионного анализа установлено, что наибольшее действие на зерновую продуктивность оказывает фактор «год», объединяющий биотические и абиотические условия в период активной вегетации ярового тритикале (рис. 1). В среднем доля влияния данного фактора на урожайность, крупность зерновки и содержания белка в зерне составило более 49–57%. Взаимодействие факторов «сорт – год» также было существенным.

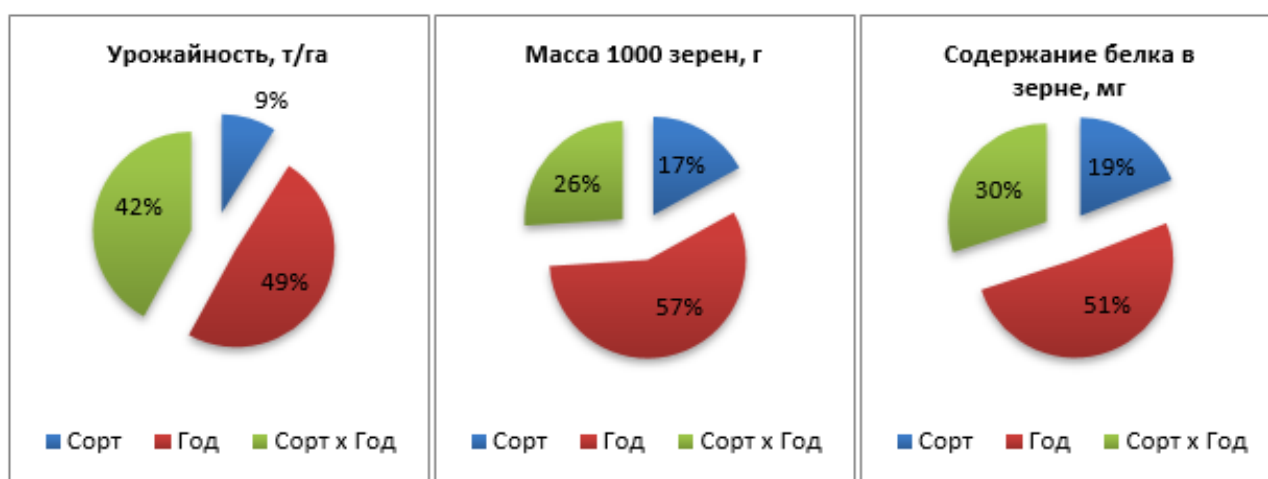


Рис. 1. Вклад факторов в изменчивость продуктивности ярового тритикале

Урожайность зерна является важнейшим показателем при оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта, что дает представление об уровне интенсивности технологии его возделывания и позволяет судить об

отзывчивости его на улучшение или ухудшение условий. Высокий потенциал продуктивности сортов ярового тритикале в почвенно-климатических условиях Среднего Приамурья проявляется в зависимости от конкретных условий года, при этом их индивидуальная реакция на условия окружающей среды различна (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность ярового тритикале в агроценозах Среднего Приамурья

№ ВИР	Сорт, стандарт	Урожайность, т/га			Масса 1000 зерен, г			Содержание белка в зерне, мг		
		X	b_i	S^2_{di}	X	b_i	S^2_{di}	X	b_i	S^2_{di}
64108	Хабаровчанка	2,2	-0,88	34,79	31,5	0,78	18,93	15,5	1,04	1,18
3644	Укро	2,2	0,70	33,21	35,7	1,03	26,56	15,0	1,23	1,45
3592	АС Certa	2,8	0,88	77,88	29,0	0,50	6,70	14,9	0,47	0,38
3630	Лана	2,9	1,87	191,47	32,4	1,49	44,26	14,5	1,38	3,41
3676	Скорый	2,2	0,26	3,89	33,8	1,76	64,23	15,5	1,13	1,59
3677	Золотой гребешок	2,7	1,37	78,53	33,3	1,45	46,24	14,9	0,51	0,59
3887	Ульяна	2,8	0,69	55,14	31,0	0,33	4,05	14,4	1,25	1,57
3888	Узор	2,7	1,87	155,74	31,0	1,18	29,47	14,2	1,08	1,27
3889	Лотос	2,6	1,13	50,11	31,7	0,66	9,51	14,5	1,53	2,58
3895	Ярило	2,3	0,82	30,01	27,5	1,53	61,45	14,1	0,82	1,85
3907	ЗГ 186	2,4	1,31	64,55	30,6	1,32	47,82	14,3	1,15	1,53
3916	Память Мережко	2,4	1,26	63,28	29,9	0,45	7,28	14,2	1,65	2,56
3922	Виктория	2,7	0,18	7,46	30,5	0,86	15,17	13,9	0,77	0,82
3935	Ровня	2,8	1,44	203,09	35,1	1,16	26,94	13,8	0,41	0,39
3959	Лосиновске	2,6	1,75	119,63	33,4	0,60	14,14	14,9	0,51	1,05
3960	Згуривский	2,4	1,02	48,65	33,9	1,50	47,12	14,9	0,60	0,47
3988	Sandio	2,9	1,88	166,53	31,2	0,18	6,57	14,0	0,93	0,93

Примечание: X – среднее значение, b_i – коэффициент регрессии, S^2_{di} – дисперсия.

В гидротермических условиях большинство генотипов ярового тритикале сформировали среднюю урожайность – 2,2–2,9 т/га. Коэффициент регрессии у сортов Сорта Лана, Золотой гребешок, Узор, Лотос, ЗГ 186, Память Мережко, Ровня, Лосиновске, Згуривский, Sandio свидетельствует о прогрессивном увеличении урожайности сорта под влиянием улучшения условий окружающей среды. Данные сорта реализуют максимальный потенциал продуктивности в оптимальных гидротермических условиях. Установлено, что при воздействии стрессовых факторов внешней среды сорта Укро, АС Certa, Скорый, Ульяна, Ярило, Виктория формируют наибольшую урожайность в отличие от других генотипов ($b_i < 1$), а стандартный сорт яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка характеризуется противоположной реакцией на крайне неблагоприятные условия выращивания ($b_i = -0,88$).

Стабильное формирование урожайности – важнейшее требование, предъявляемое к сортам для регионов с жестким характером, а также непостоянством метеорологических условий периода вегетации. В наших исследованиях большинство генотипов ярового тритикале характеризовались сравнительно высокими значениями дисперсии, что напрямую связано со значительной вариабельностью урожайности по годам. У сорта Ровня показатель фенотипической стабильности наиболее высокий, что указывает на наличие специфической сортовой реакции на определенные условия среды. Сортообразцы Скорый и Виктория слабо реагируют на изменения экологических факторов, данные сорта имеют преимущество при низком уровне плодородия или при воздействии других негативных факторов.

По степени реакции на изменение условий окружающей среды с помощью кластерного анализа сорта ярового тритикале ранжировали на 3 группы – интенсивного, экстенсивного и нейтрального типа (рис. 2). При этом каждый генотип имеет свою специфическую реакцию на изменения условий окружающей среды.

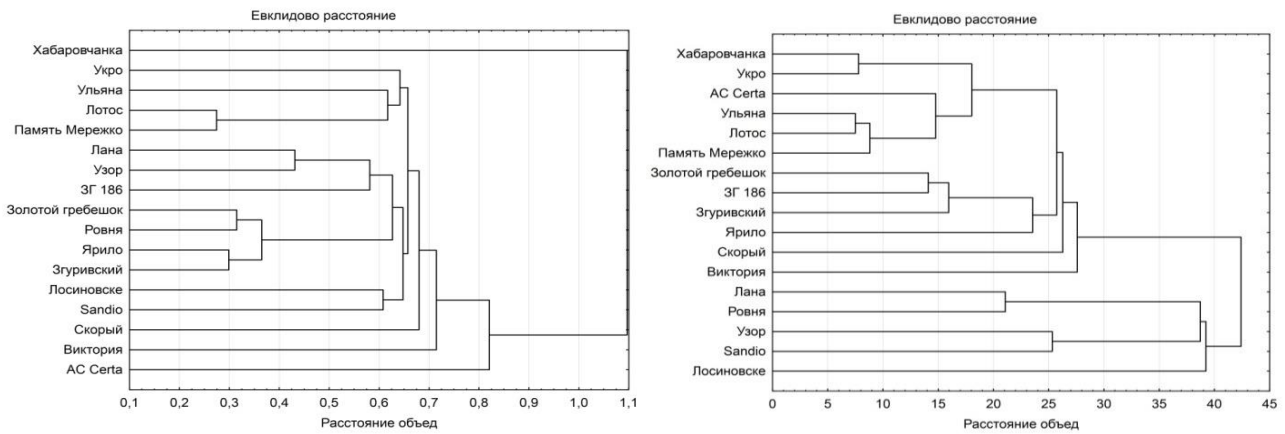


Рис. 2. Дендрограммы экологической пластичности (справа) и фенотипической стабильности (слева) сортообразцов ярового тритикале

Сорта Лана, Золотой Гребешок, Узор, ЗГ 186, Ровня, Лосиновске, Згуривский, Sandio отзывчивы на изменение факторов внешней среды ($b_i > 1$). Данные генотипы относятся к группе интенсивных, и их превосходство наблюдается только в благоприятные по теплу и влагообеспеченности годы, в неблагоприятных условиях оно нивелировалось. Средняя урожайность данных сортов составила 2,7 т/га и в оптимальные по гидротермическому режиму годы они обеспечивают максимальный урожай (до 5 т/га), однако в условиях стресса они значительно снижают продуктивность. Следовательно, по мере увеличения адаптивности данных генотипов к благоприятным погодным условиям, уровень их экологической устойчивости снижается.

Сорта Укро, АС Certa, Скорый, Ульяна, Лотос, Ярило, Память Мережко, Виктория слабо реагируют на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изученной популяции. Данные генотипы характеризуются как экстенсивные в условиях данной экологической зоны. Формирование признаков продуктивности данных сортообразцов соответствует изменению условий выращивания, т.е. данные сорта способны формировать высокий урожай и качество зерна в различных условиях среды и при воздействии лимитированных факторов внешней среды продуктивность генотипов снижается незначительно. Такие сорта адаптированы к средним и худшим средам, что необходимо учитывать в производственных условиях при формировании сортовой структуры посевов,

так как при минимуме затрат будет максимальная реализация потенциальной продуктивности.

Стандартный сорт яровой мягкой пшеницы Хабаровчанка относится к нейтральному типу с низкой экологической пластичностью, он слабо отзывается на изменения факторов среды и в условиях интенсивного земледелия не может достигать высоких результатов, но при неблагоприятных условиях у него меньше снижаются показатели продуктивности в сравнении с сортами интенсивного типа.

Степень стабильности реакции является важным параметром всеобъемлющей оценки генотипов в процессе их изучения. В агроэкологических условиях Среднего Приамурья минимальные значения дисперсии по комплексу морфобиологических признаков отмечены у сортов Хабаровчанка, Укро, Скорый, Ярило, Виктория, Згуривский, что свидетельствует о высокой экологической устойчивости во времени и пространстве.

Таким образом, в результате исследований установлена различная реакция сортов ярового тритикале на изменение условий окружающей среды. Сортоспецифичность популяции тритикале определяется совокупным влиянием биотических и абиотических факторов, а также индивидуальной реакцией генотипа, обусловленной наследственной природой. Выделены образцы интенсивного (Лана, Золотой Гребешок, Узор, ЗГ 186, Ровня, Лосиновске, Згуривский, Sandio) и экстенсивного типа (Укро, АС Certa, Скорый, Ульяна, Лотос, Ярило, Память Мережко, Виктория). Исходя из этого, яровое тритикале может возделываться в данной экологической зоне, формируя высокий урожай при соответствующем подборе сортов.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков [и др.]. – Л.: Колос, 1972. – С. 267–288.

3. Королев К.П. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях северо-восточной части Беларуси / К.П. Королев, Н.А. Боме // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – №3, т. 52. – С. 615–621.
4. Мадыкин Е.В. Реакция сортов зерновых культур на изменения погодных условий / Е.В. Мадыкин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – №2, т. 19. – С. 663–668.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. – М.: Колос, 1985. – 267 с.
6. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов / В.З. Пакудин // Генетический анализ количественных признаков с помощью математико-статистических методов. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. – С. 40–44.
7. Панова М.Л. Влияние изменения климатических факторов на экологические условия произрастания сельскохозяйственных культур на территории юга Тюменской области / М.Л. Панова // Вестник Тюменского государственного университета. Серия: Экология и природопользование. – 2013. – №12. – С. 83–91.
8. Пономарев С.Н. Адаптивный потенциал сортов озимой тритикале в северной части Среднего Поволжья / С.Н. Пономарев, М.Л. Пономарева, С.И. Фомин // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса в Верхневолжье: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. – Новый, 2011. – С. 255–264.
9. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур / И.А. Рыбась // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – №5, т. 51. – С. 617–626.
10. Тысленко А.М. Продуктивность и адаптивные свойства яровой тритикале в Нечерноземной зоне / А.М. Тысленко, Д.В. Зуев, С.Е. Скатова // Бюллетень науки и практики. – 2019. – №4, т. 5. – С. 197–205.
11. Шаболкина Е.Н. Технологические и хлебопекарные качества тритикале / Е.Н. Шаболкина, Н.В. Анисимкина, М.В. Беляева // Зерновое хозяйство России. – 2019. – №2. – С. 21–26.

12. Шафигуллин Д.Р. Интенсивность вариации количественных признаков исходного материала сои / Д.Р. Шафигуллин, Е.В. Романова, М.С. Гинс [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2017. – №3, т. 12. – С. 217–225.