

УДК 633.1 ДВ

Т.А. АСЕЕВА, К.В. ЗЕНКИНА

Влияние агроэкологических факторов на реализацию продуктивных качеств тритикале в условиях Среднего Приамурья

С целью получения сортов зерновых культур, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам зоны Дальневосточного региона, исследовано влияние гидротермических условий на формирование продуктивности тритикале – гибридного сельскохозяйственного злака зернового и кормового назначения – различного происхождения. Выделены источники хозяйственно ценных признаков для дальнейшего использования в селекции зернофуражных культур. Установлены корреляционные зависимости между урожайностью сортов тритикале и параметрами факторов окружающей среды: суммой температур приземного слоя воздуха и количеством выпавших осадков. Лучшие по хозяйственно полезным признакам образцы тритикале признаны перспективными и вовлечены в селекционный процесс в качестве родительских форм.

Ключевые слова: мировая коллекция, сорта, тритикале, вегетационный период, устойчивость, продуктивность, погодно-климатические факторы, корреляционные связи, селекция, Среднее Приамурье.

Influence of climatic conditions on triticale productivity of the Middle Priamurye Region. T.A. ASEEVA, K.V. ZENKINA (Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk Krai, Vostochnoe village).

To obtain the varieties of grain crops, stable to biotic and abiotic stress factors of the Far-East region zone, we studied the weather and climate factors of the environment on the formation of the productivity of triticale – a hybrid of cereals and animal-feed cereals of various origins. Sources of agronomic characters for further usage in selection of fodder-drain crops have been selected. We studied the relationship between yield of triticale and parameters of environmental factors: sum of air temperatures and precipitation amount. The best triticale samples on economic traits were recognized as promising source material and were involved in the breeding process as parent forms.

Key words: world collection, varieties, triticale, vegetation period, sustainability, productivity, weather and climatic factors, correlation bonds, breeding, Middle Priamurye.

Введение

Климат российского Дальнего Востока, в том числе Хабаровского края, резко отличается от климата основных земледельческих районов Российской Федерации и сопредельных государств. По комплексу почвенно-климатических факторов Среднее Приамурье относится к зоне рискованного земледелия. Весна здесь во всех районах поздняя, затяжная и холодная. Осадков в весенний и раннелетний периоды, как правило, не хватает. Вторая половина лета, наоборот, изобилует теплом и осадками, влажность приземного слоя воздуха достигает 100 %. Такие условия в период созревания зерновых колосовых культур способствуют массовому распространению болезней, в том числе пыльной головни, фузариоза, темно-бурой пятнистости и других [2]. Все это отрицательно сказывается на реализации генетического потенциала продуктивности, особенно у сортов инорайонной

*АСЕЕВА Татьяна Александровна – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ЗЕНКИНА Кристина Владимировна – аспирант (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровский край, с. Восточное). *E-mail: aseeva59@mail.ru

и зарубежной селекции, которые не выдерживают переувлажнения и высокой инфекционной нагрузки [1].

В структуре посевных площадей Хабаровского края зерновые культуры занимают 15,5 %. Особое значение в экстремальных условиях выращивания приобретает способность сортов и гибридов противостоять действию абиотических и биотических стрессоров окружающей среды [5]. На современном этапе селекционных исследований сортов и новых линий зерновых культур большое внимание уделяется стабильности формирования продуктивности и их экологической пластичности [6]. Тритикале, в сравнении с другими злаками, выделяется более высокой экологической пластичностью. Благодаря сочетанию таких важных признаков родителей, как многоколосковость ржи и многоцветковость пшеницы, тритикале обладает высокими потенциальными возможностями в повышении продуктивности [4] и является реальным претендентом на роль третьего хлебного растения в нашей стране после пшеницы и ржи [10].

В связи с этим цель исследований – изучить влияние погодно-климатических факторов Среднего Приамурья на реализацию продуктивных качеств сортов и гибридов тритикале различного эколого-географического происхождения.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2015–2017 гг.

Посевы тритикале размещались в селекционном севообороте после пара. Агротехника возделывания – общепринятая для зерновых культур в условиях Среднего Приамурья. В качестве исходного материала были взяты 40 сортообразцов тритикале из мировой коллекции ВИР, созданных в различных эколого-географических зонах. Образцы высевались на делянках площадью 4 м² сеялкой ССФК-7М. Стандарты – районированный в зоне сорт пшеницы Хабаровчанка селекции Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства и первый сорт тритикале Укро, включенный в реестр Госсорткомиссии и рекомендованный для возделывания в Дальневосточном регионе, высевали через девять номеров. Полевые наблюдения и учеты проводились согласно Международному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [8] и Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [9]. Учет урожая проводили методом поделяночного сплошного обмолота комбайном «Хеге-125» с последующим взвешиванием и приведением к стандартной влажности и чистоте. Данные об урожае обрабатывали методом дисперсионного анализа [3].

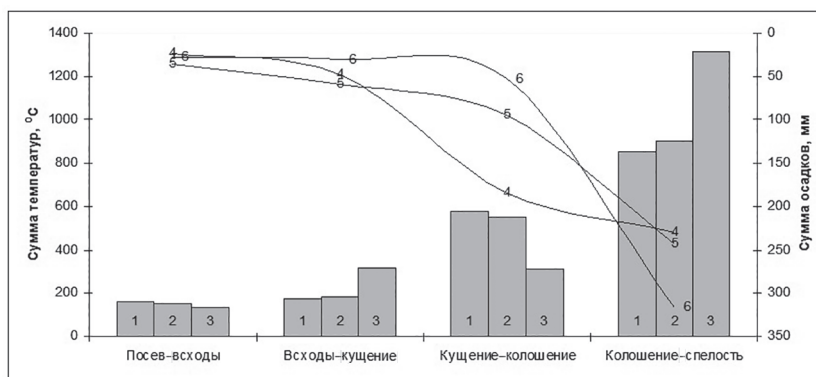
Результаты и обсуждение

Резко различающиеся гидротермические условия периодов вегетации тритикале в годы исследований позволили с высоким уровнем достоверности оценить их влияние на рост, развитие и формирование структурных показателей урожая в условиях Среднего Приамурья и установить степень зависимости урожайности от условий окружающей среды.

В 2015 и 2016 гг. из-за сильного переувлажнения почвы посев провели в конце второй – начале третьей декады мая, в 2017 г. – в оптимальные сроки, 21 апреля.

Характерными чертами метеорологических условий в последние годы являются недостаток тепла в июне с резкой амплитудой колебания дневных и ночных температур приземного слоя воздуха и дождливая ливневая погода (см. рисунок).

В зависимости от гидротермических условий период вегетации длится 79–115 дней (табл. 1). При благоприятных условиях окружающей среды он наиболее короткий у сортов Ульяна, Золотой гребешок, Виктория, Узор, ЗГ 186, при ухудшении условий произрастания



Характеристика гидротермических условий в годы исследований. 1–3 – сумма температур: 1 – 2015 г., 2 – 2016 г., 3 – 2017 г.; 4–6 – сумма осадков: 4 – 2015 г., 5 – 2016 г., 6 – 2017 г.

увеличивается на 21–29 дней. Только у сорта Обериг харьковский вегетационный период был таким же, как у стандартного сорта пшеницы Хабаровчанка, и в наименьшей степени удлинялся при неблагоприятных условиях среды.

При оптимальной обеспеченности теплом и влагой в основные периоды роста и развития сортообразцы тритикале превосходили по урожайности стандартный сорт яровой пшеницы Хабаровчанка на 1,3–15,9 ц/га, стандартный сорт тритикале Укро на 2,0–18,7 ц/га. Максимальный потенциал урожайности в этих условиях отмечен у сортообразцов Sandio, Ровня, Лана, Узор, Лосиновске.

При отклонении условий внешней среды в ту или иную сторону от оптимума урожайность снижается у всех изучаемых сортообразцов и в большей степени – у обладающих высоким потенциалом, что указывает на их более низкую адаптивность. Так, урожайность

Таблица 1

Потенциальная продуктивность и экологическая устойчивость сортообразцов тритикале

Сорт	Происхождение	Продолжительность вегетации, дни		Максимальная урожайность*, ц/га	Минимальная урожайность* (в экстремальных условиях)	
		min	max		ц/га	% от максимальной
Хабаровчанка	Россия	82	96	29,5	15,3	51,9
Укро	– " –	82	106	26,7	14,3	53,4
Скорый	– " –	82	103	28,7	20,9	72,8
Золотой гребешок	– " –	80	101	37,5	15,8	42,1
Ярило	– " –	81	107	29,8	17,9	60,1
Память Мережко	– " –	83	110	34,8	17,6	50,6
Ровня	– " –	82	107	45,2	24,2	53,5
Лана	Белоруссия	82	104	44,2	18,1	41,0
Ульяна	– " –	79	108	34,3	27,5	80,2
Лотос	– " –	81	110	34,9	17,7	50,7
Виктория	Украина	80	106	30,8	24,7	80,2
Кобзар	– " –	83	110	37,9	17,3	45,6
Лосиновске	– " –	82	108	40,7	15,1	37,1
Згуривский	– " –	83	110	32,2	16,4	50,9
Обериг харьковский	– " –	82	96	32,9	17,6	53,5
АС Certa	Канада	81	101	35,8	22,9	64,0
Sandio	Швейцария	86	115	45,4	20,6	45,4
Узор	Белоруссия	80	106	43,7	16,6	38,0
ЗГ 186	Россия	80	106	35,4	16,3	46,0

*В течение длительного периода наблюдений.

сортообразцов Sandio, Ровня, Лана, Узор, Лосиновске оказалась ниже потенциальной на 46,5–62,9 % от (табл. 1).

Наибольшую устойчивость в неблагоприятных условиях среды и наибольшие по сравнению с максимально возможными урожаи – 80,2 % имеют сортообразцы Виктория из Украины и Ульяна из Белоруссии, 72,8 % – Скорый из России. Большинство сортообразцов обладает достаточно низкой относительной устойчивостью: урожайность менее 65,0 % от потенциальной.

Для оценки основных компонентов адаптивного потенциала, на основе которых изучают такие свойства, как зависимость урожая возделываемых культур от факторов внешней среды, наиболее широко применяют статистический анализ. Проведенный нами расчет корреляционных зависимостей урожая от гидротермических условий в отдельные периоды вегетации сортообразцов ярового тритикале и яровой пшеницы свидетельствует о высокой степени зависимости (табл. 2). При этом установлено, что потребности в тепле и влаге в отдельные периоды вегетации у яровой пшеницы и ярового тритикале диаметрально противоположны. Так, в период кущение–колошение как высокие температуры приземного слоя воздуха, так и обильные осадки снижают урожайность сортообразцов тритикале, ухудшая условия для опыления. У растений яровой пшеницы, наоборот, потребность в тепле в этот период выше, чем у тритикале. В период формирования и налива зерна растениям тритикале нужны высокие температуры приземного слоя воздуха и достаточная влагообеспеченность, но эти же условия отрицательно сказываются на формировании урожая растениями яровой пшеницы.

Совместное влияние погодных факторов на урожай оценивается индексом множественной корреляции. Урожай ярового тритикале находится в тесной зависимости от погодных условий, о чем свидетельствует множественный коэффициент корреляции (R), характеризующий тесноту линейной связи между одной переменной и совокупностью других ($R = 0,775$).

Таким образом, в условиях Среднего Приамурья урожайность зерна в среднем на 60 % (коэффициент детерминации $\times 100$ %) определяется гидротермическими условиями периода вегетации. Коэффициент детерминации ($R^2 = 0,60$) статистически значим, и уравнение регрессии статистически надежно. Стандартизированная форма уравнения регрессии имеет вид:

$$T_y = 0,237x_1 + 1,45x_2 - 0,574x_3 + 0,967x_4 + 0,612x_5 - 0,256x_6 - 0,0657x_7,$$

где x_1 – сумма температур воздуха в фазу кущение–колошение, x_2 – сумма температур воздуха в фазу колошение–спелость, x_3 – сумма температур воздуха за весь вегетационный период, x_4 – сумма осадков в фазу кущение–колошение, x_5 – сумма осадков в фазу колошение–спелость, x_6 – сумма осадков за вегетационный период, x_7 – гидротермический коэффициент.

Из уравнения регрессии следует, что из гидротермических условий основная роль в повышении урожайности тритикале принадлежит обеспеченности посевов теплом в период колошение–спелость (коэффициент регрессии равен 1,45) и влагой в период кущение–колошение (0,967).

Уровень урожайности определяется структурными элементами продуктивности, к которым относятся длина колоса, число колосков и зерен в колосе и масса 1000 зерен. Число зерен в колосе – наиболее важный компонент продуктивности и зависит от фертильности цветков и числа колосков.

По числу колосков в колосе лидируют сорта Память Мережко и Виктория, однако наибольшее количество зерен в колосе имели сортообразцы Кобзар и АС Certa (табл. 3). Масса 1000 зерен у всех изучаемых сортообразцов была ниже, чем у стандартного сорта Укро. У сорта Ровня отмечены наибольшая крупность зерна и масса зерна с колоса.

Коэффициент множественной корреляции структурных элементов продуктивности, гидротермических условий и данных об урожае свидетельствует о несущественной

Таблица 2

**Корреляционная зависимость (коэффициент корреляции Пирсона) между урожайностью тритикале
и гидротермическими условиями по периодам вегетации**

Сорт	Посев-всходы			Всходы-кущение			Кущение-кошение			Кошение-спелость		
	Σ t, °C	Σ осадков, мм	ГТК	Σ t, °C	Σ осадков, мм	ГТК	Σ t, °C	Σ осадков, мм	ГТК	Σ t, °C	Σ осадков, мм	ГТК
Хабаровчанка	0,487	0,769	-0,352	-0,736	0,955	0,987	0,613	0,184	-0,163	-0,515	-0,523	0
Укро	-0,148	-0,945	0,000	0,451	-0,789	-0,866	-0,603	0,115	0,500	0,452	0,629	0
Скорый	-0,815	-0,419	0,327	0,956	-0,990	-0,982	-0,935	-0,597	0,189	0,933	0,900	0
Золотой гребешок	-0,623	-0,655	0,500	0,837	-0,990	-1,000	-0,851	-0,422	0,000	0,826	0,937	0
Ярило	-0,464	-0,786	0,327	0,718	-0,946	-0,982	-0,586	-0,082	0,189	0,664	0,611	0
Память Мережко	-0,699	-0,575	0,585	0,888	-0,999	-0,995	-0,940	-0,415	-0,101	0,879	0,904	0
Ровня	-0,993	0,301	1,000	0,905	-0,636	-0,524	-0,941	-0,968	-0,852	0,931	0,963	0
Лана	-0,438	-0,803	0,300	0,698	-0,937	-0,976	-0,645	-0,125	0,217	0,648	0,568	0
Ульяна	-0,556	-0,715	0,427	0,789	-0,976	-0,997	-0,709	-0,178	0,082	0,779	0,908	0
Лотос	-0,699	-0,575	0,585	0,888	-0,999	-0,995	-0,854	-0,351	-0,101	0,871	0,912	0
Виктория	0,184	-1,000	-0,327	0,134	-0,544	-0,189	-0,149	0,488	0,756	0,118	0,389	0
Кобзар	-0,747	-0,516	0,640	0,918	-0,999	-0,985	-0,961	-0,478	-0,171	0,910	0,931	0
Лосиновск	-0,641	-0,637	-0,854	0,849	-0,993	-1,000	-0,988	-0,491	-0,023	0,862	0,923	0
Згуривский	-0,443	-0,800	0,305	0,702	-0,939	-0,977	-0,788	-0,113	0,212	0,688	0,726	0
Обериг харьковский	-0,332	-0,866	0,189	0,611	-0,891	-0,945	-0,801	-0,116	0,327	0,517	0,371	0
АС Сета	-0,079	-0,965	-0,069	0,388	-0,744	-0,829	-0,377	0,173	0,559	0,350	0,439	0
Sandio	-0,641	-0,637	0,520	0,849	-0,993	-1,000	-0,912	-0,294	-0,520	0,894	0,766	0
Узор	-0,904	-0,254	0,831	0,992	-0,950	-0,897	-0,971	-0,693	-0,441	0,986	0,999	0
ЗГ 186	-0,772	-0,483	0,669	0,932	-0,997	-0,937	0,965	-0,496	-0,452	0,915	0,959	0

Примечание. Множественный коэффициент корреляции 0,775, коэффициент детерминации 0,600. ГТК – гидротермический коэффициент.

Элементы продуктивности сортообразцов тритикале

Сорт	Длина главного колоса, см		Число колосков в колосе, шт.		Число зерен в колосе, шт.		Масса зерен в колосе, г		Масса 1000 зерен, г	
	\bar{x}	V, %	\bar{x}	V, %	\bar{x}	V, %	\bar{x}	V, %	\bar{x}	V, %
Хабаровчанка	9,1	16	15	13	43	22	1,32	10	32,8	13
Укро	9,2	11	23	5	41	9	1,60	14	38,6	21
Скорый	9,7	12	21	10	43	29	1,28	40	34,9	27
Золотой гребешок	8,5	18	21	11	41	6	1,30	18	33,6	25
Ярило	10,5	5	23	0	48	10	1,55	2	26,9	35
Память Мережко	9,3	7	25	10	48	14	1,55	1	30,7	9
Ровня	9,2	11	21	7	48	3	1,75	15	35,5	18
Лана	8,9	9	23	5	45	8	1,48	23	33,0	24
Ульяна	8,8	9	21	11	39	10	1,21	14	31,1	8
Лотос	9,3	11	21	11	44	9	1,42	19	32,1	11
Виктория	9,9	17	25	10	46	10	1,40	8	30,5	16
Кобзар	9,2	8	23	5	55	15	1,52	39	31,8	32
Лосиновске	9,7	6	19	11	42	5	1,43	23	34,3	12
Згуривский	9,0	0	23	6	39	10	1,32	35	34,7	24
Обериг харьковский	9,8	8	21	5	44	2	1,49	21	33,5	17
АС Certa	9,3	8	21	6	50	8	1,40	14	28,6	11
Sandio	11,3	10	23	5	45	12	1,68	6	32,9	1
Узор	9,5	5	21	6	38	9	1,14	27	31,3	21
ЗГ 186	10,0	5	23	5	48	12	1,43	18	30,1	28

Примечание. V – коэффициент вариации; \bar{x} – среднее значение.

взаимосвязи (0,525), коэффициент детерминации (0,276) статистически незначим, и уравнение регрессии ненадежно.

Среднее Приамурье характеризуется крайне высоким инфекционным фоном. Грибковые заболевания являются наиболее вредоносными и опасными, они вызывают снижение урожая и ухудшение посевных качеств семян. Нами отмечено, что заражение фузариозом колоса происходит в том случае, если в фазу цветения тритикале сохраняется высокая влажность приземного слоя воздуха, что подтверждается расчетом множественной корреляционной зависимости между гидротермическими факторами и устойчивостью к болезням (множественный коэффициент равен 0,607). Из гидротермических факторов наибольшее прямое воздействие на развитие фузариоза оказывает количество осадков в фазу кущение–колошение ($r = 0,454$). Сорта Память Мережко, АС Certa и Sandio обладают средней устойчивостью к фузариозу, остальные сортообразцы более восприимчивы к заболеванию.

Из всех болезней тритикале наибольшее беспокойство вызывает его восприимчивость к спорынье. Примесь более 5 % спорыньи делает зерно непригодным ни для питания, ни для скармливания животным [7]. При избыточном увлажнении в период цветения, которое наблюдалось в 2017 г., сорта Укро, ЗГ 186 и Sandio были поражены спорыньей.

Заключение

Сравнительное изучение влияния погодно-климатических факторов на рост, развитие и формирование урожая тритикале и яровой пшеницы показало, что их потребности в тепле и влаге в отдельные периоды вегетации диаметрально противоположны. В первой половине вегетационного периода для тритикале необходимы более низкие температуры и меньшее количество осадков, чем для пшеницы. В период формирования и налива зерна растениям тритикале требуются высокие температуры приземного слоя

воздуха и недостаточная влагообеспеченность, эти же условия отрицательно влияют на формирование урожая растениями яровой пшеницы. В связи с выявлением таких зависимостей можно рекомендовать тритикале в качестве страховой культуры в структуре зернового клина в регионах с неустойчивыми погодно-климатическими условиями.

Результаты экологического испытания сортов ярового тритикале свидетельствуют о его больших потенциальных возможностях. При изучении основных параметров продуктивности у сортообразцов Виктория, Ульяна и Скорый отмечены высокие пластичность и стабильность, а также хорошая адаптированность при возделывании в условиях Среднего Приамурья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асеева Т.А., Карачева Г.С., Ломакина И.В., Рубан З.С. Влияние погодных условий на формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в Среднем Приамурье // Вестн. ДВО РАН. 2016. № 2. С. 64–70.
2. Асеева Т.А., Карачева Г.С. Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства яровых зерновых культур в Хабаровском крае // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. 2016. № 59. С. 61–71.
3. Дорофеев В.Ф., Куркиев У.К. Мировая коллекция тритикале и использование их в селекции // Тритикале. Изучение и селекция. Л., 1975. С. 12–24.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1108 с.
6. Карачева Г.С., Ломакина И.В., Рубан З.С. Формирование продуктивности и качества зерна яровой пшеницы в условиях Приамурья // Актуальные направления исследований ученых в Дальневосточном регионе. Хабаровск, 2009. С. 51–58.
7. Лаптев Ю.П., Хлопкин В.М. Феномен тритикале. М.: Колос, 1992. 143 с.
8. Международный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. Л.: ВИР, 1984. 84 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. 194 с.
10. Шульдин А.Ф. Генетические основы синтеза различных тритикале и их селекционное улучшение // Тритикале. Изучение и селекция. Л., 1975. С. 53–68.