

УДК 633.11:631.559

Урожайность яровой мягкой пшеницы и ее связь с элементами продуктивности в разные по метеорологическим условиям годы

Волкова Людмила Владиславовна, кандидат биол. наук, зав. лабораторией ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», г. Киров, Россия

E-mail: niish-sv@mail.ru

В результате семилетних исследований, проведенных на 322 коллекционных сортах яровой мягкой пшеницы в условиях Кировской области, выявлено влияние метеорологических условий на элементы продуктивности в отдельные фазы вегетации. Установлена тесная положительная связь между урожайностью и количеством осадков в период активного роста растений - фазы выхода в трубку-колошение ($r = 0,87$). Определены пределы варьирования урожайности ($148-500 \text{ г/м}^2$) и ее структурных элементов, выявлены закономерности изменчивости признаков в благоприятные и неблагоприятные по тепло- и влагообеспеченности годы. С ухудшением условий и понижением среднего уровня урожайности коэффициент межсортной вариации достоверно увеличивался от 22 до 40%. Показана нестабильность значений парных корреляций между урожайностью и ее структурными элементами и, соответственно, изменение вкладов в урожай отдельных признаков в зависимости от смены лимитирующих факторов среды. С понижением общего уровня урожайности усиливалась ее сопряженность с длиной вегетационного периода и продуктивностью главного колоса. В комфортных условиях произрастания увеличивалась связь урожайности с продуктивной кустистостью и массой 1000 зерен. Корреляция урожайности с высотой растений была стабильно высокой независимо от условий года. По результатам множественного регрессионного анализа выявлены наиболее информативные показатели: высота растений, продолжительность периода от всходов до колошения, продолжительность вегетационного периода, длина колоса, масса зерна с колоса. Даны рекомендации для отборов, что позволит повысить эффективность селекции на экологическую стабильность наиболее лимитированных признаков.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, коллекция, урожайность, метеорологические условия, элементы продуктивности, варьирование

Для прогнозирования продуктивности селекционного материала необходимо учитывать как можно больше факторов, в первую очередь тех, которые лимитируют развитие нужных признаков. Колебания погодных условий в годы исследований осложняют объективную оценку генотипов из-за их высокой модификационной изменчивости. Кроме того, фенотипическое проявление признака в оптимальных и стрессовых условиях может контролироваться разными генетическими системами, что обусловлено эффектами взаимодействия «генотип-среда» [1, 2]. Поскольку те или иные составляющие в различных условиях среды вносят неодинаковый вклад в урожайность, возникает вопрос о том, можно ли строить стратегии отборов, основываясь на постоянном наборе количественных признаков.

В литературе имеются противоречивые сведения о взаимосвязи урожайности и ее элементов в разных агроэкологических условиях. Многие исследователи рекомендуют проводить отборы в типичные для каждого района годы [3]; оценивать растения на благоприятном фоне при максимальном проявлении признаков [4]; указывают на трудность проведения отборов в условиях стресса из-за увеличения вкладов неаддитивных эффектов в генетической дисперсии количественных признаков [5]. Другие авторы утверждают, что в годы со

стрессовыми условиями наблюдается закономерное повышение коэффициентов корреляции между урожаем и признаками продуктивности колоса, что дает селекционеру возможность отобрать наиболее адаптированные генотипы [6, 7, 8].

Определение уровней парных и множественных корреляций позволит выявить наиболее связанные с урожаем показатели при смене лимитирующих факторов среды и повысить надежность оценки генотипов.

Цель исследований – определить степень выраженности и изменчивость количественных признаков у яровой пшеницы; установить корреляционную зависимость урожайности от составляющих ее элементов в различные по погодным условиям годы.

Материал и методы. Экспериментальная часть работы проведена в период с 2009 по 2015 г. в ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» (г. Киров). Объектом для исследований служили восемь наборов коллекционных сортов яровой мягкой пшеницы, полученных из мирового генофонда ВИР в 2006...2013 гг. (всего 322 сортообразца). Каждую группу сортов изучали в течение трех лет. Сроки посева – 28 апреля...5 мая. Учетная площадь делянки $0,9 \text{ м}^2$, норма высева 3 млн шт./га. Агротехника – принятая для яровой пшеницы, предшественник – чистый пар. Почва участка дерново-подзоли-

тая, среднесуглинистая, с содержанием гумуса 2,6%. Учеты, наблюдения и оценки в период вегетации выполняли согласно методическим указаниям по изучению коллекции [9]. Структуру урожая оценивали по 20 растениям каждого варианта. О взаимоотношениях между признаками судили по величине и значимости коэффициентов парной (по каждой группе сортов) и множественной (по средним групповым значениям) корреляций. Статистическую обработ-

ку результатов проводили с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Для количественной характеристики агроклиматических условий использовали суммы месячных осадков, среднемесячные значения температуры воздуха и гидротермический коэффициент (ГТК). Годы исследований существенно отличались по погодным условиям в период вегетации (табл. 1).

Таблица 1

Агроклиматические условия в годы исследований (г. Киров)

Год	Май			Июнь			Июль			Август		
	t°	Σ_{oc}	ГТК									
2009	12,6	35	1,3	16,9	115	3,8	17,4	63	1,5	15,4	95	3,0
2010	15,7	39	1,1	17,2	125	3,4	23,1	9	0,2	18,6	51	1,2
2011	12,7	45	1,7	16,7	86	2,4	21,2	91	1,8	16,1	19	0,6
2012	12,9	33	0,9	17,3	103	2,8	19,3	103	2,3	16,6	62	1,7
2013	12,5	42	1,8	19,0	45	1,1	19,7	68	1,5	18,0	37	0,9
2014	14,9	11	0,4	15,3	108	3,5	16,8	26	0,7	17,9	54	1,4
2015	14,9	26	0,8	18,7	69	1,7	15,6	99	3,0	14,0	104	3,7
Среднее	13,7	33	1,1	17,3	93	2,7	19,0	65,5	1,6	16,6	60,3	1,8

Примечание: t° – среднемесячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; Σ_{oc} – сумма осадков за месяц, мм; ГТК – гидротермический коэффициент.

Условия внешней среды, в которых проходит жизненный цикл растения, определяют фенотипическую выраженность того или иного количественного признака. Известно, что решающее значение для формирования урожая зерна имеет уровень влагообеспеченности растений в первую половину вегетации, когда происходит интенсивный рост и закладка основных элементов продуктивности [10,11]. На начальном и конечном этапе значительное влияние оказывает и температурный режим [12].

В условиях Кировской области установлена достоверная корреляция урожайности пшеницы с суммой осадков и ГТК (соответственно $r = 0,87$ и $0,83$) в критические фазы развития растений – выход в трубку-колошение (2-3 декады июня). Погодные условия в другие этапы органогенеза оказывали неоднозначное влияние на урожайность (рис. 1).

Средняя продолжительность вегетационного периода у яровой пшеницы в разные годы варьировала от 71 до 91 суток. При этом скорость прохождения фенофаз зависела от среднесуточной температуры воздуха июля ($r = -0,80$) и августа ($r = -0,59$), количества

осадков в июне ($r = 0,69$) и августе ($r = 0,77$), т.е. повышенная температура и недостаток влаги ускорили созревание.

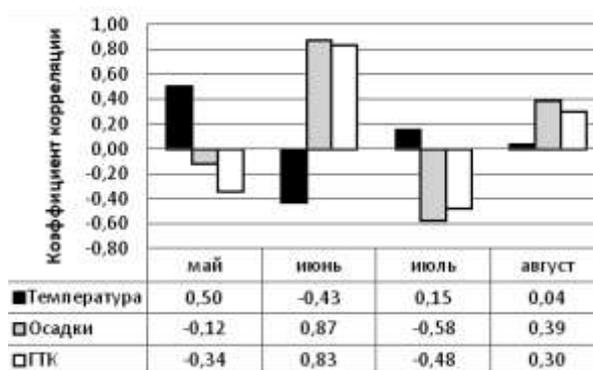


Рис. 1. Корреляционная зависимость урожайности яровой пшеницы от погодных условий в период вегетации (2009...2015 гг.)

Среднее значение высоты растений в коллекции изменялось по годам от 63 до 89 см. На выраженность признака значительное влияние оказывали погодные условия июня: месячная сумма осадков ($r = 0,85$) и температура воздуха ($r = -0,58$). Отмечена существенная корреляция с ГТК июня ($r = 0,83$).

Продуктивная кустистость в годы исследований варьировала от 1,1 до 2,1 стеблей, увеличение признака происходило при понижении среднесуточной температуры и повышении количества осадков в первую половину вегетации. В благоприятных условиях различия у сортов коллекции по продуктивной кустистости были выражены сильнее ($V = 21,2...24,1\%$), чем в лимитированных условиях ($V = 11,8...13,6\%$). Поэтому отбор растений, обладающих потенциально высокой кустистостью, целесообразнее проводить во влажные годы, когда признак реализуется в наибольшей степени.

Среднее значение длины колоса у сортов коллекции составляло от 6,4 (2013 г.) до 8,2 см (2011 г.). В благоприятных и неблагоприятных условиях соответствующее увеличение и снижение этого показателя происходило одновременно у всех групп сортов, при этом размах межсортового варьирования значительно не менялся ($V = 9,9...13,2\%$), что говорит о высокой генотипической стабильности признака и надежности отбора по нему в любые годы.

Число зерен с колоса и масса зерна с колоса – взаимосвязанные показатели. Среднее значение числа зерен в колосе у генотипов коллекции изменялось в годы исследований от 25,2 до 33,0 шт., массы зерна с колоса – от 0,89 до 1,26 г. На выраженность этих признаков негативное влияние оказывали повышение среднесуточной температуры воздуха в июне ($r = -0,29...-0,32$) и избыток осадков в июле ($r = -0,32...-0,35$). В благоприятные годы различия между генотипами коллекции несколько сглаживались, в стрессовых условиях межсортовая вариабельность возрастала.

Масса зерна с растения – сложный признак, который зависит от способности генотипа образовывать дополнительные продуктивные побеги и формировать на них полноценное зерно. Условия тепло- и влагообеспеченности растений оказывают влияние на этот признак во все фазы онтогенеза. В наших исследованиях между продуктивностью растения и ГТК первой половины вегетации корреляция была слабой положительной ($r = 0,15...0,31$), между продуктивностью растения и ГТК второй половины вегетации – отрицательной ($r = -0,32...-0,38$). Варьирование признака во все годы было высоким – от 1,09 до 2,30 г ($V = 21,0...33,3\%$).

Среднее значение массы 1000 зерен у разных групп сортов изменялось от 34,7

(2012 г.) до 43,4 г (2015 г.). На величину признака оказывала влияние среднесуточная температура воздуха июля ($r = -0,75$) и августа ($r = -0,43$). Корреляция с ГТК в аналогичные периоды была слабой и средней положительной (соответственно $r = 0,22$ и $r = 0,52$). Изменение внешних факторов не оказывало существенного влияния на величину межсортового варьирования, которое составляло 9,6...11,7%. Отборы по крупности зерна следует проводить в благоприятные годы, с тем чтобы выявить наиболее пластичные генотипы.

Размах изменчивости средней урожайности по годам у наборов сортов в коллекционном питомнике был высоким и составлял от 148 г/м² в 2013 г. до 500 г/м² в 2010 г. Коэффициент вариации урожайности внутри групп также изменялся под воздействием факторов среды – в неблагоприятных условиях (недостаток влаги) при снижении общей урожайности размер генотипического варьирования достоверно увеличивался: в среднем от 22 до 40% (рис. 2). Это объясняется экспрессией генов жаро- и засухоустойчивости при смене лимфакторов среды [1].

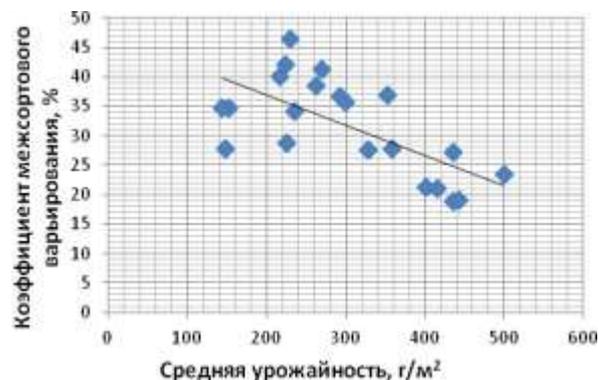


Рис. 2. Величины межсортового варьирования при изменении средней урожайности у наборов коллекционных сортов ($n = 21$; значимо на уровне 0,05).

Расчет уравнений множественной линейной регрессии и парный корреляционный анализ количественных признаков позволяют определить основные факторы, достоверно влияющие на урожайность яровой пшеницы в конкретных условиях. Как показали исследования, общая изменчивость урожайности за 2009...2015 гг. на 27,7...52,3% определялась вариацией девяти изученных переменных, из них 25,9...45,8% изменчивости детерминировали 3-5 основных показателя (табл. 2).

Таблица 2
Сопряженность урожайности и элементов продуктивности у коллекционных сортов в годы исследований

Год изучения	№ коллекции (количество изученных номеров)	Средняя урожайность, г/м ²	Коэффициенты парной корреляции (r) признаков с урожайностью										Коэффициент детерминации, R ²	
			высота	период всходы-кошение	вегетационный период	продуктивная кусти-ность	длина колоса	число зерен с колоса	масса зерна с колоса	масса зерна с растения	масса 1000 зерен	общий	выделенных признаков	
2009	1 (30)	435	0,46*	0,35	0,47**	0,08	0,46*	0,17	0,39*	0,26	0,33	52,3	45,8	
	2 (32)	401	0,56**	0,46**	0,35*	-0,03	0,29	0,09	0,37*	0,44*	0,57**			
2010	1 (30)	435	0,80**	0,01	-0,15	0,37*	0,47**	0,09	0,29	0,45*	0,30			
	2 (32)	500	0,13	-0,29	-0,19	0,38*	-0,14	0,04	0,21	0,37*	0,30	35,1	28,8	
	3 (47)	416	0,46**	-0,06	-0,05	0,20	0,20	0,20	0,25	0,32*	0,01			
2011	2 (32)	292	0,46**	-0,05	0,23	0,12	0,22	-0,01	0,25	0,26	0,48**			
	3 (47)	236	0,51**	-0,14	-0,03	-0,16	-0,13	-0,05	0,10	-0,01	0,26	31,6	27,7	
	4 (49)	224	0,43**	0,13	0,11	0,11	-0,06	-0,16	-0,01	0,13	0,15			
	3 (47)	225	0,36*	0,21	0,22	0,38**	0,28*	0,39**	0,47**	0,51**	0,38**			
2012	4 (49)	329	0,42**	0,21	0,21	0,06	0,30*	0,41**	0,62**	0,56**	0,53**	41,7	39,1	
	5 (49)	230	0,62**	0,18	0,19	0,18	0,49**	0,56**	0,66**	0,62**	0,52**			
	4 (49)	148	0,48**	0,23	0,06	-0,09	0,34*	0,23	0,25	0,22	0,06			
2013	5 (49)	153	0,38**	0,36*	0,34	-0,01	0,19	0,09	0,35*	0,46**	0,45**	31,9	29,6	
	6 (51)	144	0,55**	0,34*	0,18	0,41*	0,25	0,63**	0,63**	0,67**	-0,22			
	5 (49)	359	0,44**	0,50**	0,23	0,06	0,53**	0,50**	0,51**	0,48**	0,29*			
2014	6 (51)	300	0,48**	0,33*	0,07	-0,24	0,26	0,48**	0,50**	0,39**	-0,19	27,7	25,9	
	7 (16)	443	0,49*	-0,09	-0,15	0,43	0,13	-0,18	-0,07	0,23	0,16			
2015	8 (48)	217	0,17	0,16	0,01	0,12	-0,06	-0,04	-0,10	-0,12	0,05			
	6 (51)	269	0,49**	0,40**	-0,07	0,19	0,14	0,20	0,17	0,26	-0,14			
	7 (16)	353	0,67**	-0,04	-0,56*	0,24	-0,02	-0,16	-0,11	0,13	-0,25	36,4	29,8	
	8 (48)	263	0,23	0,21	-0,09	0,32*	0,11	0,29*	0,42**	0,47**	0,14			

Примечание: *,** - значимо соответственно на уровне 0,05 и 0,01 по результатам парного корреляционного анализа;

жирным шрифтом выделены показатели с достоверно высоким вкладом в урожайность по результатам множественного регрессионного анализа

Наиболее высокой и стабильной была связь урожайности с высотой растений. Достоверная корреляция между этими признаками указывает на то, что в условиях Волго-Вятского региона высокорослые генотипы потенциально более высокоурожайны. Многие исследователи объясняют это тем, что с увеличением высоты растения происходит накопление биомассы надземной части, хорошо развитая вегетативная масса продуцирует большое количество ассимилятов, которые определяют потенциальную продуктивность растения [13, 14].

Сопряженность других количественных признаков с урожайностью менялась в зависимости от условий вегетации. Например, в 2009 году у наборов коллекции № 1 и № 2 урожайность положительно коррелировала с продолжительностью периода всходы-колошение, продолжительностью вегетационного периода, массой зерна с колоса, массой 1000 зерен. В аномально жарком 2010 году связь урожайности с этими признаками ослабевала до недостоверных значений, но возрастал вклад продуктивной кустистости и массы зерна с растения.

Общий анализ всех значений ($n = 872$) позволил выделить пять основных признаков, детерминирующих урожайность на 44,8%: высота растений, продолжительность периода от всходов до колошения, длина вегетационного периода, длина колоса, масса зерна с колоса. Необходимо отметить, что величина периода от всходов до колошения – более информативный показатель для прогнозирования урожайности по сравнению с продолжительностью вегетационного периода. Обращает на себя внимание и тот факт, что с уменьшением длины межфазных периодов их связь с урожайностью усиливается.

Корреляционная связь урожайности с характеристиками главного колоса (длина, масса зерна с колоса) колебалась от слабых отрицательных до высоких положительных значений. Направление и теснота связи «урожайность – длина колоса» не зависели от изменения уровня урожайности, тогда как корреляция «урожайность – масса зерна с колоса» со снижением общей урожайности незначительно усиливались. Можно констатировать, что в неблагоприятных условиях оценка по массе зерна с колоса позволит повысить эффективность отбора на стрессоустойчивость и адаптивность яровой пшеницы.

Выводы. Многолетнее изучение генетически разнообразного коллекционного мате-

риала яровой пшеницы в условиях Кировской области позволило выявить наиболее информативные для селекционной работы признаки: высота растений, продолжительность периода от всходов до колошения, продолжительность вегетационного периода, длина колоса, масса зерна с колоса.

Установлено, что тепло- и влагообеспеченность влияют на среднюю величину признаков, размах межсортового варьирования и тесноту корреляций с урожайностью. При дефиците влаги со снижением общей урожайности достоверно усиливались сортовые различия, увеличивалась значимость таких признаков, как продолжительность вегетационного периода и продуктивность главного колоса. В благоприятных условиях возрастала информативность продуктивной кустистости, массы зерна с растения, массы 1000 зерен. Сопряженность урожайности и высоты растений была достоверно высокой независимо от условий года.

Установленные взаимосвязи позволяют рекомендовать систему отбора в зависимости от смены лим-факторов среды. Отбор по продуктивной кустистости и массе 1000 зерен, т.е. признакам, способным компенсировать воздействие стрессовых факторов, рекомендуется проводить в оптимальных условиях, чтобы обеспечить высокий потенциал и широкую норму реакции этих признаков у вновь создаваемых сортов. Отборы по длине колоса могут быть эффективными вне зависимости от условий вегетации, значимость этого признака доказывается на высоком уровне. Надежность оценок по числу зерен и массе зерна с колоса возрастает при сниженном общепопуляционном уровне этих показателей, поскольку повышается эффективность отбора на высокую экологическую стабильность.

Список литературы

1. Драгавцев В.А. Эпигенетические преобразования эколого-генетической структуры количественных признаков продуктивности // Экологическая генетика культурных растений: материалы школы молодых ученых. М.: ОАО «Щербинская типография», 2014. С. 60-70.
2. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. Мн.: Тэхналогія, 1997. 372 с.
3. Сизиков А.П. Изменчивость генотипических корреляций количественных признаков яровой пшеницы и ее роль в селекции: дис.... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 1983. 237 с.
4. Ласкин В.П., Панкратова А.П. Роль агротехнических фонов на ранних этапах селекции // Селекция и семеноводство. 1984. №8. С. 19-21.

5. Вьюшков А.А., Мальчиков П.Н., Сюков В.В., Шевченко С.Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы: изд. 2-е, исправленное и дополненное. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. 266 с.

6. Тищенко В.Н., Чекалин Н.М. Корреляционно-регрессионный анализ количественных признаков у озимой мягкой пшеницы: парные и частные коэффициенты генетической корреляции между урожаем и признаками продуктивности колоса у линий и сортов озимой пшеницы // Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы в зоне лесостепи. Полтава, 2005. С. 60-66.

7. Кумаков В.А., Березин Б.В., Евдокимова О.А. и др. Продукционный процесс в посевах пшеницы. Саратов, 1994. 203 с.

8. Розова М.А., Зиборов А.И. Корреляционные связи продуктивности с ее элементами и морфологическими признаками у сортов яровой твердой пшеницы в благоприятных условиях и при раннелетней засухе в Приобской лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. №1. С. 17-20.

9. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы. Л., 1977. 28 с.

10. Маркин Б.К. Особенности формирования и моделирования качества зерна яровой мягкой пшеницы // Зерновые культуры. 2000. № 6. С. 15-17.

11. Евдокимов В.С., Юсов В.С. Зависимость урожайности яровой твердой пшеницы и ее компонентов от метеофакторов в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Доклады Российской академии с.-х. наук. 2005. №1. С. 10-13.

12. Кобцева Л.В., Ступина Л.А. Изучение влияния природно-климатических факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы на разных этапах органогенеза // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. №5 (91). С. 21-25.

13. Коновалов Ю.Б., Тарарина В.В. Потенциальные и реальные показатели продуктивности колоса у яровой пшеницы различных лет селекции // Известия ТСХА. 1989. Вып. 2. С. 42-49.

14. Цильке Р.А. Изменчивость количественных признаков коллекционных образцов яровой мягкой и твердой пшеницы в условиях Западной Сибири // Селекция сельскохозяйственных растений: итоги, перспективы: Сб. науч. тр. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. Новосибирск, 2005. С. 192-222.

Productivity of spring wheat and its relation to elements of yield structure in years differ by meteorological conditions

Volkova L.V., PhD, head of laboratory

North-East Agricultural Research Institute, Kirov, Russia

The result of seven years of research conducted on 322 collectible varieties of spring wheat in conditions of Kirov region shows the influence of meteorological conditions on the elements of productivity in the individual phases of the growing season. There was close positive correlation between yield and amount of precipitations during active plant growth - phase of elongation - earing ($r = 0.87$). The limits of variation of yield ($148 - 500 \text{ g/m}^2$) and its structural elements are determined; the regularities of variability of the traits in years favourable and unfavourable by heat and humidity. Within deteriorating conditions and a decrease in the average level of productivity a coefficient of intervarietal variation was increased significantly by 22 to 40 %. Unstability is shown of the values of pair correlations between productivity and its structural elements and accordingly the change in contribution of individual traits into yield depending on change of the limiting environmental factors. With a decrease in the total level of productivity its association with length of growing season and productivity of the main spike was intensified. In a comfortable growth conditions correlation between productivity and productive tillering and mass of 1000 grains was increased. Correlation of productivity with plant height was consistently high regardless of the year conditions. According to the results of the multiple regressions analysis the most informative traits were identified: plant height, the duration of the period from germination to ear emergence, length of growing season, length of spike, mass of grain per ear. Recommendations are given for selection that will improve the efficiency of breeding for environmental stability of the most limited traits.

Key words: *soft spring wheat, collection, productivity, weather conditions, elements of yield structure, variation*

References

1. Dragavtsev V.A. *Epigeneticheskie preobrazovaniya ekologo-geneticheskoy struktury kolichestvennykh priznakov produktivnosti*. [Epigenetic conversion of ecological and genetic structures of quantitative characters of productivity]. *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy: materialy shkoly molodykh ucheynykh*. [Ecological genetics of cultivated plants: Proceedings of the school of young scientists]. Moscow: OAO «Shcherbinskaya tipografiya», 2014. pp. 60-70.

2. Kil'chevskiy A.V., Khotyleva L.V. *Ekologicheskaya selektsiya rasteniy*. [Ecological plant breeding]. Minsk: *Tekhnologiya*, 1997. 372 p.

3. Sizikov A.P. *Izmenchivost' genotipicheskikh korrelyatsiy kolichestvennykh priznakov yarovoy pshenitsy i ee rol' v selektsii: diss.... kand. s.-kh. nauk*. [Genotypic variability of correlations of quantitative traits of spring wheat and its role in breeding: PhD Thesis]. Novosibirsk, 1983. 237 p.

4. Laskin V.P., Pankratova A.P. *Rol' agrotekhnicheskikh fonov na rannikh etapakh selektsii*. [The role of agro-technical backgrounds at the early stages of breeding]. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1984. no.8. pp. 19-21.

5. V'yushkov A.A., Mal'chikov P.N., Syukov V.V., Shevchenko S.N. *Selektsionno-geneticheskoe uluchshenie yarovoy pshenitsy: izd. 2-e, ispravlennoe i*

dopolnennoe. [Breeding and genetic improvement of spring wheat: Second edition, revised and enlarged]. Samara: *Samarskiy nauchnyy tsentr RAN*, 2012. 266 p.

6. Tishchenko V.N., Chekalin N.M. *Korrelatsionno-regressionnyy analiz kolichestvennykh priznakov u ozimoy myagkoy pshenitsy: parnye i chastnye koeffitsienty geneticheskoy korrelyatsii mezhdu urozhaem i priznakami produktivnosti kolosa u liniy i sortov ozimoy pshenitsy*. [Correlation and regression analysis of quantitative traits in soft winter wheat: pair and private rates of genetic correlation between yield and spike productivity traits in the lines and varieties of winter wheat]. *Geneticheskie osnovy adaptivnoy seleksii ozimoy pshenitsy v zone lesostepi*. [Genetic bases of adaptive selection of winter wheat in forest-steppe zone]. Poltava, 2005. pp. 60-66.

7. Kumakov V.A., Berezin B.V., Evdokimova O.A. et al. *Produksionnyy protsess v posevakh pshenitsy*. [Production process in wheat sowings]. Saratov, 1994. 203 p.

8. Rozova M.A., Ziborov A.I. *Korrelyatsionnyye svyazi produktivnosti s ee elementami i morfologicheskimi priznakami u sortov yarovoy tverdoy pshenitsy v blagopriyatnykh usloviyakh i pri ranneletney zasukhe v Priobskoy lesostepi Altayskogo kraya*. [Correlation of productivity with its elements and morphological traits in spring durum wheat in favorable conditions and in early summer drought in the Ob' steppe of Altai territory]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012. no. 1. pp. 17-20.

9. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii pshenitsy*. [Guidelines for the study of world wheat collection]. Leningrad, 1977. 28 p.

10. Markin B.K. *Osobennosti formirovaniya i modelirovaniya kachestva zerna yarovoy myagkoy pshenitsy*. [Features of formation and simulation of grain quality in spring wheat]. *Zernovye kul'tury*. 2000. no. 6. pp. 15-17.

11. Evdokimov V.S., Yusov V.S. *Zavisimost' urozhaynosti yarovoy tverdoy pshenitsy i ee komponentov ot meteofaktorov v usloviyakh lesostepnoy zony Zapadnoy Sibiri*. [The dependence of productivity of spring durum wheat and its components from the meteorological factors in the conditions of forest-steppe zone of Western Siberia]. *Doklady Rossiyskoy akademii s.-kh. nauk*. 2005. no. 1. pp. 10-13.

12. Kobtseva L.V., Stupina L.A. *Izuchenie vliyaniya prirodno-klimaticheskikh faktorov na urozhaynost' yarovoy myagkoy pshenitsy na raznykh etapakh organogeneza*. [Study of influence of climatic factors on the productivity of spring wheat at various stages of organogenesis]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. no. 5 (91). pp. 21-25.

13. Konovalov Yu.B., Tararina V.V. *Potentsial'nye i real'nye pokazateli produktivnosti kolosa u yarovoy pshenitsy razlichnykh let seleksii*. [Potential and actual performance of spike productivity in spring wheat bred in different years]. *Izvestiya TSKhA*. 1989. Vyp. 2. pp. 42-49.

14. Tsil'ke R.A. *Izmenchivost' kolichestvennykh priznakov kolleksionnykh obraztsov yarovoy myagkoy i tverdoy pshenitsy v usloviyakh Zapadnoy Sibiri*. [Variability of quantitative traits of collection samples of spring and durum wheat in Western Siberia]. *Selektsiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: itogi, perspektivy: Sb. nauch. tr. RASKhN. Sib. otd-nie. SibNIIRS*. [Breeding crops: results and prospects: Coll. scientific. tr. RAAS. Sib. Dep-set. SibNIIRS]. Novosibirsk, 2005. pp. 192-222.

УДК 633.15:631.52

Исходный материал для селекции засухоустойчивых гибридов кукурузы

Кривошеев Геннадий Яковлевич, кандидат с.-х. наук, вед. научный сотрудник,

Шевченко Николай Алексеевич, научный сотрудник,

Газе Валентина Леонидовна, научный сотрудник,

Анисимова Наталья Николаевна, научный сотрудник

ФГБНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко, г. Зерноград, Ростовская область, Россия

Email: genadiy.krivosheev@mail.ru

Важнейшее направление селекции кукурузы в Российской Федерации – селекция на засухоустойчивость. Расположение Всероссийского научно-исследовательского института зерновых культур (ВНИИЗК) в зоне неустойчивого увлажнения позволяет вести отбор на фоне естественной засухи генотипов, устойчивых к водному стрессу. Изучены по засухоустойчивости 42 новых и интродуцированных среднеранних и среднеспелых самоопыленных линий кукурузы и 8 тестеров – простых гибридов. Выделены новые среднеранние линии ДС 257/85-1, КВ 334, ДС 498/217-1, ДС 257/85-3 с низкими значениями остаточного водного дефицита (ОВД) в фазу цветения (7,0-11,3%) и невысоким его приростом (0,6-2,1%) в процессе усиления засухи к фазе молочно-восковой спелости. Среднеранняя новая линия ДС 257/85-4 отличалась отрицательной динамикой ОВД: снижение значений этого показателя в течение вегетации составило 2,2%. Выделены среднеспелые самоопыленные линии ДК 257/85-5, ДС 498/203, ДС 498/217-3, КВ 262, ДС 217/498 с высокой адаптивностью к водному стрессу. Они характеризовались низкими значениями ОВД в фазу цветения (8,9-9,4%) и молочно-восковой спелости (9,4-11,7%). Проведен негативный отбор, позволивший выбрать засухоустойчивые новые линии С 207, С 232, ДС 768/85, СП 246/276 и линии из мировой коллекции RG 213, TVA-173, ДК 64/123. Все изученные тестеры характеризовались устойчивостью к водному стрессу, однако лучшими показателями ОВД отличались: Круча М, Каролина М, Кр 640 УМ (8,9-9,3% в фазу