ПОИСК КРИТЕРИЕВ ОТБОРА В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ПО ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ГОДЫ

Д.О. Долженко канд. с.-х. наук; С.Н. Шевченко доктор с.-х. наук, академик РАН

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. М. Тулайкова, пгт. Безенчук, Самарская область, Россия, тел. +7(84676) 2-11-40, e-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

На гибридах ярового ячменя поколений F_1 и F_2 изучены варьирование элементов структуры урожая и корреляционные взаимосвязи между ними. Цель исследования – поиск эффективных критериев отбора в селекции ярового ячменя на продуктивность колоса и растения. Полевые эксперименты проведены на чернозёмах лесостепи Среднего Поволжья в контрастные по гидротермическому режиму годы. Низким коэффициентом вариации (до 10 %) стабильно характеризовались высота растений, $K_{хоз}$ главного колоса и $K_{хоз}$ главного побега, средним (10-20%) – продуктивная кустистость, масса зерна главного колоса, $K_{хоз}$ растения. Изменчивость остальных изученных элементов структуры урожая варьировала от низкой до средней. В год с достаточным увлажнением проявились три относительно обособленные корреляционные плеяды: продуктивность главного колоса, продуктивность растения, $K_{хоз}$, а также почти независимый от них признак «масса 1000 зёрен». В засушливый год произошло переопределение корреляционных связей между элементами, возникло сопряжение между признаками различных плеяд, увеличился вклад в продуктивность показатели массы 1000 зёрен и $K_{хоз}$. Сделан вывод о влиянии различных критериях отбора на продуктивность ячменя в благоприятных и засушливых условиях. В благоприятных условиях следует вести селекцию на длину главного колоса и число зёрен в нём. В засушливый год приобретают особенное значение масса 1000 зёрен и показатели $K_{хоз}$, которые являются самостоятельной целью селекции в любых условиях. При отборе селекционных линий и подборе родительских форм для скрещиваний необходимо опираться на данные, полученные в контрастные по погодным условиям годы.

Ключевые слова: ячмень, селекция, отбор, урожай, структура урожая, масса 1000 зёрен, индекс урожая

Введение

При всём многообразии селекционных направлений у зерновых культур (устойчивость к болезням, продолжительность вегетационного периода, показатели качества зерна и т.д.), основным остаётся повышение величины и стабильности урожаев. Однако, отбор по итоговому признаку «урожай зерна» часто оказывается неэффективным из-за его полигенности и сильному влиянию средовых эффектов, которые приводят к «переключению» цепочек генов, в конечном счёте влияющих на результативный признак [1].

На ранних этапах селекции на урожай зерна вообще ориентироваться не представляется возможным, т. к. оценка его затруднена отсутствием повторностей и малой величиной делянки. Поэтому более практично ориентироваться на генетически более простые признаки, например, элементы структуры урожая. Зная их связи друг с другом и с урожаем зерна, можно до определённой степени прогнозировать последствия отбора [2-4]. При этом следует

учитывать, что переопределение генетических формул признаков при изменении факторов среды могут приводить к изменениям коэффициентов генотипических корреляций по знаку и величине [5, 6].

В исследованиях, проведённых в различных регионах, были установлены признаки структуры урожая, положительная связь которых с урожайностью позволяет в большинстве случаев проводить по ним отбор с целью увеличения зерновой продуктивности: индекс урожая и масса зерна с колоса [2], индекс урожая, продуктивная кустистость и высота растений [7], продуктивная кустистость, количество и масса зерна с главного колоса [8] и др.

Такие исследования всегда актуальны в конкретных почвенно-климатических условиях региона, для которого ведётся селекция, особенно если они проводятся в годы, резко различающиеся по проявлению лимитирующих факторов среды.

Тем более, что засушливость климата в центре европейской территории России

нарастает, требуя усовершенствования методологии ведения селекции [9].

Даже для такой засухоустойчивой культуры, как ячмень, исследователи отмечают влияние засухи на проявление как признаков продуктивности, так и систем их генетического контроля [10, 11, 12].

Цель исследования – поиск эффективных критериев отбора в селекции ярового ячменя на продуктивность колоса и растения. В задачи исследований входило на основе данных корреляционного анализа установить закономерности взаимосвязей элементов структуры урожая у ярового ячменя.

Методы и материалы

Исследования проведены в полном диаллельном комплексе, полученном в 2008 и 2009 г. скрещиванием шести сортов – Омский голозёрный 1 (Омская обл.), Condor (Канада), Нутанс 553 (Саратовская обл.), Анна (Оренбургская обл.), Лунь (Пензенская обл.), Margret (Германия).

Полевые опыты были проведены на выщелоченном чернозёме в лесостепи Пензенской области (Пензенский НИИСХ). Погодные условия исследований были контрастными.

Период вегетации ячменя в 2009 г. характеризовался достаточным увлажнением (206 мм осадков, ГТК 1,4), в 2010 г. наблюдалась острая засуха (18,7 мм осадков за период вегетации ячменя и ГТК 0,13).

В 2009 г. исследовали поколение гибридов F_1 , в 2010 г. – F_1 и F_2 . Опыты размещались по предшественнику чистый пар в двух рендомизированных блоках. Площадь делянок составляла 0,4 м² (F_1) и 1,0 м² (F_2 , родительские сорта), площадь питания одного растения – 5×20 см. Анализ элементов структуры урожая выполняли на 30 растениях с каждого повторения, убранных вручную с корнями.

Определяли следующие признаки: высота растений, длина колоса, продуктивная кустистость, количество зёрен в главном колосе и на растении, масса главного колоса, масса зерна с главного колоса и с растения, масса 1000 зёрен с главного колоса и с растения, показатели коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$, отношение массы зерна с растения, побега или колоса к надземной массе растения или соответствующей его части). Корреляционный анализ проводили с использованием пакета MS Excel 2007.

Результаты исследований

Показатели варьирования количественных признаков у ячменя представлены в таблице 1. Следует подчеркнуть, что

существенного отличия границ варьирования признаков, а также коэффициентов вариации, в зависимости от поколения в 2010 г. не наблюдалось, что доказывает обоснованность включения гибридов F_2 в данное исследование.

Результаты изучения структуры урожая ячменя в диаллельном комплексе показали, что признаки зерновой продуктивности и связанные с ними показатели имели варьирование от низкого до среднего; лишь в одном случае (количество зёрен с растения в 2009 г.) варьирование было значительным.

Стабильно низкий коэффициент вариации (до 10 %) был у следующих признаков: $K_{хоз}$ главного колоса и главного побега, высота растений. Стабильно средней изменчивостью (10-20 %) характеризовались продуктивная кустистость, масса зерна главного колоса, $K_{хоз}$ растения. Здесь можно отметить вклад признака «продуктивная кустистость» в изменчивость других признаков продуктивности растения – вариация массы зерна и числа зёрен с растения оказалась выше, чем аналогичные показатели главного колоса, и составила 15,0-23,1 %, т.е. от среднего до высокого уровня изменчивости.

Интерес представляет влияние условий вегетационного сезона на варьирование и корреляционные связи количественных признаков ячменя.

Так, в 2010 г., в условиях острой засухи, произошло снижение максимума и минимума выраженности всех признаков продуктивности, кроме длины колоса и числа зёрен в колосе, по которым наблюдалось некоторое увеличение минимальных значений.

Кроме того, произошло снижение коэффициента вариации: с 13,2 до 5,9 % по длине колоса, и с 10,1 до 6,0-6,6 % по числу зёрен в колосе. У остальных признаков снижение коэффициентов вариации в засушливый год не наблюдалось или было менее выраженным.

Знание информации о характере и величине корреляционных связей между количественными признаками позволяет прогнозировать изменение величины одних признаков при отборе по другим, следовательно, способствует более эффективному проведению отборов нужных генотипов.

Для удобства интерпретации матрицы коэффициентов корреляции между изученными признаками представлены в виде граф-схем (рис. 1, 2).

Таблица 1

Показатели варьирования количественных признаков у ячменя

Признак	Год, поколение	Средняя	Размах варьирования	Коэффициент вариации V, %
Высота растений, см	2009, F ₁	84,1±0,40	73,4÷98,0	6,9
	2010, F ₁	66,37±0,36	54,0÷75,6	7,2
	2010, F ₂	66,23±0,36	53,8÷72,5	7,1
Длина колоса, см	2009, F ₁	9,5±0,19	6,7÷12,9	13,2
	2010, F ₁	10,49±0,12	8,8÷11,9	5,8
	2010, F ₂	10,53±0,13	9,0÷12,0	5,9
Продуктивная кустистость	2009, F ₁	4,7±0,15	2,6÷5,9	17,7
	2010, F ₁	3,79±0,12	2,5÷4,9	14,8
	2010, F ₂	3,62±0,11	2,6÷4,5	12,5
Число зёрен в главном колосе	2009, F ₁	21,0±0,27	15,1÷25,3	10,1
	2010, F ₁	21,09±0,20	16,9÷24,2	6,6
	2010, F ₂	21,19±0,19	17,0÷24,0	6,0
Число зёрен с растения	2009, F ₁	82,7±0,73	41,8÷122,8	23,1
	2010, F ₁	71,25±0,56	49,2÷91,2	15,9
	2010, F ₂	73,33±0,55	48,7÷90,5	15,0
Масса главного колоса, г	2009, F ₁	1,59±0,07	1,20÷1,99	13,4
	2010, F ₁	1,50±0,06	1,08÷1,75	9,3
	2010, F ₂	1,49±0,06	1,09÷1,73	8,9
Масса зерна главного колоса, г	2009, F ₁	1,17±0,06	0,90÷1,43	13,2
	2010, F ₁	1,03±0,06	0,64÷1,23	12,1
	2010, F ₂	1,03±0,06	0,65÷1,21	11,7
Масса 1000 зёрен с главного колоса, г	2009, F ₁	55,8±0,36	43,0÷64,1	8,4
	2010, F ₁	48,86±0,3	30,6÷57,6	11,1
	2010, F ₂	48,28±0,3	30,8÷57,3	11,2
Масса 1000 зёрен с растения, г	2009, F ₁	51,7±0,34	39,7÷57,5	8,0
	2010, F ₁	40,7±0,34	28,7÷47,4	10,2
	2010, F ₂	40,1±0,34	28,9÷47,7	10,4
K _{хоз} главного побега	2009, F ₁	0,45±0,03	0,37÷0,53	9,6
	2010, F ₁	0,39±0,03	0,30÷0,47	9,1
	2010, F ₂	0,39±0,03	0,30÷0,48	8,9
K _{хоз} растения	2009, F ₁	0,39±0,03	0,29÷0,48	11,7
	2010, F ₁	0,34±0,03	0,24÷0,43	12,6
	2010, F ₂	0,33±0,03	0,25÷0,44	12,0
K _{хоз} главного колоса	2009, F ₁	0,74±0,03	0,64÷0,81	4,7
	2010, F ₁	0,69±0,03	0,56÷0,75	5,5
	2010, F ₂	0,68±0,03	0,57÷0,76	5,4

В благоприятном 2009 г. на схеме чётко выделяются три корреляционные плеяды с высокой теснотой связи (рис. 1). Первая плеяда: продуктивность главного колоса (длина колоса, число зёрен в колосе, масса колоса и зерна с колоса). Вторая плеяда: продуктивность растения (продуктивная кустистость, число зёрен и масса зерна). Третья плеяда связывает все показатели K_{хоз}.

Масса 1000 зёрен в 2009 г. не была связана с другими признаками продуктивности на среднем и высоком уровнях сопряжённости. На уровне 0,3-0,5 появляются связи с высотой растения, массой зерна с

колоса и растения (положительные), числом зёрен в колосе (отрицательные). На бесполезность признака массы 1000 зёрен в селекции на урожайность и стабильность урожаев указывали и другие учёные [13, 14], что не исключает его самостоятельной ценности в качестве объекта селекционного улучшения.

Плеяды продуктивности растения и главного колоса на уровне тесноты связи 0,7-1,0 обособлены друг от друга, на уровне 0,5-0,7 связаны через массу зерна с главного колоса и с растения. Можно сделать вывод, что две эти группы признаков контролируются частично независимо.

Таблица 2

Матрицы коэффициентов корреляции между количественными признаками
у ячменя в диаллельном комплексе F_1

Коррелирующая	Высота растений, см	Длина колоса, см	Продуктивная кустистость	Число зёрен в гл. колосе	Число зёрен с растения	Масса гл. колоса, г	Масса зерна гл. колоса, г	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зёрен с гл. колоса, г	Масса 1000 зёрен с растения, г	$K_{хоз}$ главного побега	$K_{хоз}$ растения	$K_{хоз}$ главного колоса
Высота растений, см	*	0,38	0,24	0,08	0,46	0,77	0,80	0,67	0,84	0,75	0,34	0,38	0,54
Длина колоса, см	0,52	*	0,00	0,32	0,21	0,51	0,34	0,16	0,21	0,09	-0,20	-0,18	-0,07
Продуктивная кустистость	0,04	-0,28	*	0,40	0,61	0,28	0,38	0,54	0,20	0,18	0,58	0,48	0,41
Число зёрен в главном ко- лосе	0,39	0,90	-0,15	*	0,41	0,49	0,42	0,27	-0,10	-0,10	0,25	0,23	0,10
Число зёрен с растения	0,28	0,22	0,77	0,39	*	0,55	0,58	0,86	0,41	0,23	0,55	0,62	0,44
Масса главного колоса, г	0,66	0,85	-0,04	0,79	0,38	*	0,93	0,67	0,74	0,59	0,31	0,30	0,41
Масса зерна г лавного колоса, г	0,65	0,75	0,09	0,75	0,49	0,94	*	0,80	0,86	0,78	0,59	0,54	0,72
Масса зерна с растения, г	0,36	0,14	0,80	0,28	0,96	0,42	0,56	*	0,72	0,65	0,70	0,72	0,72
Масса 1000 зёрен с гл. колоса, г	0,42	-0,11	0,32	-0,25	0,16	0,31	0,44	0,42	*	0,91	0,51	0,45	0,72
Масса 1000 зёрен с растения, г	0,33	-0,27	0,32	-0,35	0,12	0,15	0,31	0,40	0,94	*	0,55	0,50	0,80
$K_{хоз}$ главного побега	-0,16	-0,25	0,53	0,03	0,52	-0,15	0,14	0,54	0,14	0,22	*	0,86	0,86
$K_{хоз}$ растения	-0,02	-0,14	0,50	0,10	0,62	-0,04	0,23	0,63	0,16	0,23	0,92	*	0,76
$K_{хоз}$ главного колоса	-0,06	-0,32	0,35	-0,14	0,28	-0,23	0,12	0,37	0,34	0,43	0,85	0,77	*

Примечания: 1. Снизу от диагонали – матрица за 2009 (благоприятный) год, сверху от диагонали – за 2010 (засушливый) год.; 2. Полу жирным шрифтом выделены коэффициенты, достоверно отличающиеся от нуля при $p = 0.05$.

Рис. 1. Корреляционные плеяды у ячменя на среднем и высоком уровнях тесноты связи в F_1 , 2009 г.

— $r = 0,5-0,7$
 — $r = 0,7-1,0$

Рис. 2. Корреляционные плеяды у ячменя на среднем и высоком уровнях тесноты связи в F_1 (а) и F_2 (б) 2010 года

Обособление плеяды продуктивности растения закономерно, многие исследователи отмечали высокую положительную связь между продуктивностью растений и продуктивной кустистостью в условиях различных регионов – Западной Сибири [6], центральном Черноземье [15], центральной лесостепи Украины [16] и др.

В острозасушливом 2010 г. произошло переопределение корреляционных связей, при этом существенных различий в сопряженности элементов структуры урожая между поколениями не наблюдалось (рис. 2).

В плеяде признаков продуктивности главного колоса потеряли значение признаки длины колоса и числа зёрен в колосе. Они стали относительно обособленными от других элементов. Осталась значимой только связь длины колоса с его массой на среднем уровне тесноты. В то же время в плеяду включился признак высоты растений, тесно коррелирующий с массой главного колоса и массой зерна с него.

Плеяда продуктивности растения в 2010 г. сохранилась с некоторым снижением тесноты связи. Однако, эта плеяда стала непосредственно сопряжена с плеядой продуктивности главного колоса через тесно коррелирующие признаки массы зерна с колоса и растения. Снижение роли продуктивной кустистости в формировании продуктивности растения и увеличение вклада показателей главного колоса объясняется засушливыми условиями 2010 г. Растения в 2010 г. отличались меньшим куцением, а побеги куцения дали менее развитые колосья.

Третья выделенная ранее плеяда (показатели $K_{хоз}$) сохранила в 2010 г. свою внутреннюю структуру. Однако, здесь, в отличие от 2009 г., проявились тесные связи с признаками других двух плеяд, а также (на среднем уровне тесноты) – с высотой растения. Это также легко объясняется формированием элементов продуктивности колоса и растения в засушливых условиях. Таким образом, подтверждается возрастание роли $K_{хоз}$ в качестве селекционного критерия в условиях засухи, но не в благоприятных условиях. Мы считаем данный показатель ценным для селекции ячменя, что подтверждают наши более ранние исследования [17]. По данным зарубежных учёных

$K_{хоз}$, не позволяя отбирать высокопродуктивные сорта, сам по себе отзывчив на отбор и может являться самостоятельной целью селекции [18]; также ретроспективно показано, что повышение индекса урожая, т. е. $K_{хоз}$, является одним из важных путей увеличения продуктивности европейских сортов ячменя, реализованных за последние 100 лет [19-21].

Масса 1000 зёрен, в 2009 г. не имевшая тесных связей с другими элементами структуры, в 2010 г. оказалась тесно связанной с массой зерна главного колоса, $K_{хоз}$ главного колоса и высотой растений, а на среднем уровне – с $K_{хоз}$ растения и главного побега, массой зерна с растения и с главного колоса. Таким образом, в засушливых условиях данный признак становится одним из ведущих в формировании продуктивности, а его селекционная ценность увеличивается благодаря преимущественно аддитивным эффектам в генетическом контроле признака [22, 23].

Заключение

На основании проведённого вариационного и корреляционного анализа можно сделать вывод, что критерии отбора при селекции ярового ячменя на продуктивность в благоприятных и засушливых условиях будут различаться. В благоприятных условиях следует вести селекцию на увеличение продуктивности главного колоса, ориентируясь на его длину и число зёрен в нём. Отборы по признакам продуктивности растения будут затруднены вследствие сильного экологического эффекта.

В засушливый год основными критериями отбора должны являться масса 1000 зёрен и показатели $K_{хоз}$, увеличение которых не должно сказаться на снижении продуктивности в благоприятные годы, поскольку эти признаки во влажных условиях относительно обособлены. Показатели $K_{хоз}$ и массы 1000 зёрен в любом случае являются самостоятельной целью селекции, приобретающей особенное значение в засушливых условиях.

При отборе селекционных линий и подборе родительских форм для скрещиваний необходимо опираться на данные, полученные в контрастные по погодным условиям годы.

Литература

1. Драгавцев В. А., Драгавцева Е. В. Механизмы сдвигов доминирования количественных признаков яровой пшеницы в разных географических точках. Генетика, 2011, т. 47, № 5, с. 691-696.
2. Budakli Carpici E., Celik N. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) varieties. Notulae Scientiae Biologicae, 2012, v. 4, № 2, p. 128-131.

3. Лепехов С. Б. Эффективность отбора в ранних поколениях гибридов сельскохозяйственных культур по урожайности и признакам продуктивности (обзор). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2018, т. 179, № 4, с. 177-190.
4. Fellahi Z., Hannachi A., Bouzerzour H. Analysis of direct and indirect selection and indices in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) segregating progeny. International Journal of Agronomy, 2018, v. 2018, article 8312857, 33 p., DOI: 10.1155/2018/8312857.
5. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Самара: СамНЦ РАН, 2012, 266 с.
6. Мухордова М. Е., Качур О. Т. Изменчивость и путевой анализ элементов продуктивности растений у гибридов F1 пивоваренного ячменя. Сельскохозяйственная биология, 2010, № 1, с. 27-32.
7. Eshghi R., Ojaghi J., Salayeva S. Genetic gain through selection indices in hulless barley. International Journal of Agriculture and Biology, 2011, № 13, p. 191-197.
8. Васько Н. И., Наумов А. Г., Солонечный П. Н. [и др.]. Корреляционный и регрессионный анализ элементов продуктивности голозерного ячменя. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2018, № 3, с. 134-138.
9. Грабовец А. И., Кадушкина В. П., Коваленко С. А. Совершенствование методологии селекции яровой твердой пшеницы в условиях меняющегося климата. Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2019, № 3, с. 33-36.
10. Mohammadi M., Ceccarelli S., Naghavi M. R. Variability and genetic parameters for related traits to drought tolerance in doubled haploid population of barley (*Hordeum vulgare*). International Journal of Agriculture & Biology, 2006, v. 8, № 5, p. 694-697.
11. Naser M., Badran M., Abouzied H. [et al.]. Phenotypic and physiological evaluation of two and six rows barley under different environmental conditions. Plants, 2018, v. 7 (39), 14 p. DOI:10.3390/plants7020039.
12. Moualeu-Ngangué D., Léon J., Uptmoor R. [et al.]. Physiological and morphological responses of different spring barley genotypes to water deficit and associated QTLs. PLoS ONE, 2020, v. 15, № 8, article e0237834, DOI: 10.1371/journal.pone.0237834.
13. Глуховцев В. В. Основные элементы продуктивности ячменя: селекционная ценность и корреляция. Селекция и семеноводство, 1982, № 6, с. 21-22.
14. Greveniotis V., Zotis S., Sioki E., Ipsilandis C. G. Improving pedigree selection in applied breeding of barley populations. Cereal Research Communications, 2019, v. 47, p. 123-133.
15. Сидоренко В. С., Наумкин Д. В., Наумкина Л. А. Изменчивость основных морфобиологических признаков ярового ячменя. Зернобобовые и крупяные культуры, 2012, № 3, с. 35-38.
16. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Васильківський С. П. и др. Рівень прояву та кореляція врожайності, морфологічних ознак і елементів структури врожаю ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.). Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, 2017, т. 13, № 2, с. 190-197.
17. Шевченко С. Н., Долженко Д. О. Продукционный процесс ярового ячменя в связи с селекцией адаптивных сортов степного экотипа. Сборник научных трудов: к 100-летию Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства, том 2. Пенза: РИО ПГСХА, 2009, с. 63-76.
18. Theoulakis N., Iconomou E., Bladenopoulos K. Harvest index as a selection criterion for improving grain yield in segregating populations of barley. Rachis, 1992, v. 11, № 1-2, p. 3-6.
19. Wnuk A., Górny A., Bocianowski J. [et al.]. Visualizing harvest index in crops. Communications in Biometry and Crop Science, 2013, v. 8, № 2, p. 48-59.
20. Kolodinska Brantestam A., Legzdīa L., Cristensen T., et al. Characterization of agronomic performance of Baltic spring barley material. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences, 2014, v. 68, № 3/4, p. 119-132.
21. Florencea A., Ennosb R. A., Hoada S. P., Hoebea P. N. Variation in light interception traits in European spring barley landraces. Field Crops Research, 2019, v. 241, article 107549. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.06.006.
22. Компанец Е. В., Козаченко М. Р., Васько Н. И. [и др.]. Комбинационная способность сортов ячменя ярового в системе прямых диаллельных скрещиваний. Вавиловский журнал генетики и селекции, 2017, т. 21, № 5, с. 537-544.
23. Долженко Д. О., Косенко С. В., Бобаченко В. И. Генетический анализ массы 1000 зёрен у ячменя. Нива Поволжья, 2018, № 4, с. 26-33.

SEARCH FOR THE SELECTION CRITERIA IN THE PROCESS OF SPRING BARLEY BREEDING IN DIFFERENT YEARS OF MOISTURE AVAILABILITY

D.O. Dolzhenko, Candidate of Agricultural Sciences; S.N. Shevchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Samara Scientific Research Institute of Agriculture named after N. M. Tulaykov, Bezenchuk, Samara region, Russia, tel. +7(84676) 2-11-40, e-mail: ddolzhenko75@yandex.ru

Variations in the elements of the yield structure and correlation relationships between them were studied using hybrids of spring barley of generations F_1 and F_2 . The goal of the study is to search for effective selection criteria for productivity of a head and a plant in the process of spring barley breeding. Field experiments were carried out on chernozems of the forest-steppe of the Middle Volga region in years contrasting in the hydrothermal regime. The height of plants, K_{hoz} of the main head and K_{hoz} of the main shoot were consistently characterized by a low coefficient of variation (up to 10%), productive tillering, grain weight of the main head, K_{hoz} of a plant by average (10-20%). The variability of the other studied elements of the yield structure varied from low to average. In the year with sufficient moisture, three relatively separate correlational constellations appeared: productivity of the main head, productivity of the plant, K_{hoz} , as well as almost independent trait of "weight of 1000 grains". In the dry year, there was a redefinition of the correlations between the elements, a conjunction between the characteristics of different constellations, and an increase of contribution to the productivity of indices of weight of 1000 grains and K_{hoz} . The conclusion is made about the influence of various selection criteria on the productivity of barley under favorable and arid conditions. Under favorable conditions, it is necessary to select by the length of the main head and the number of grains in it. In a dry year, the weight of 1000 grains and indicators of K_{hoz} acquire special importance, which are an independent goal of breeding under any conditions. When selecting breeding lines and selecting parental forms for crosses, it is necessary to rely on data obtained in years with contrasting weather conditions.

Key words: barley, selection, selection, yield, yield structure, 1000 grain weight, productivity index

Reference

1. Dragavtsev V. A., Dragavtseva E. V. Mechanisms of shifts in the dominance of quantitative traits of spring wheat in different geographic points. *Genetics*, 2011, vol. 47, no. 5, p. 691-696.
2. Budakli Carpici E., Celik N. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*) varieties. *Notulae Scientia Biologicae*, 2012, v. 4, № 2, p. 128-131.
3. Lepekhov S. B. Efficiency of selection in early generations of hybrids of agricultural crops in terms of yield and productivity traits (review). *Works on applied botany, genetics and breeding*, 2018, vol. 179, no. 4, p. 177-190.
4. Fellahi Z., Hannachi A., Bouzerzour H. Analysis of direct and indirect selection and indices in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) segregating progeny. *International Journal of Agronomy*, 2018, v. 2018, article 8312857, 33 p., DOI: 10.1155/2018/8312857.
5. Vyushkov A. A., Malchikov P. N., Syukov V. V., Shevchenko S. N. Selection and genetic improvement of spring wheat. Samara: SamNTs RAS, 2012, 266 p.
6. Mukhordova M. E., Kachur O. T. Variability and path analysis of the elements of plant productivity in F_1 hybrids of malting barley. *Agricultural biology*, 2010, no. 1, p. 27-32.
7. Eshghi R., Ojaghi J., Salayeva S. Genetic gain through selection indices in hulless barley. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2011, № 13, p. 191-197.
8. Vasko N. I., Naumov A. G., Solonechny P. N. [and others]. Correlation and regression analysis of the elements of productivity of naked barley. *Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 2018, No. 3, p. 134-138.
9. Grabovets A. I., Kadushkina V. P., Kovalenko S. A. Improvement of the methodology for selection of spring durum wheat in a changing climate. *Bulletin of Russian agricultural science*, 2019, No. 3, p. 33-36.

10. Mohammadi M., Ceccarelli S., Naghavi M. R. Variability and genetic parameters for related traits to drought tolerance in doubled haploid population of barley (*Hordeum vulgare*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 2006, v. 8, № 5, p. 694-697.
11. Naser M., Badran M., Abouzied H. [et al.]. Phenotypic and physiological evaluation of two and six rows barley under different environmental conditions. *Plants*, 2018, v. 7 (39), 14 p. DOI:10.3390/plants7020039.
12. Moualeu-Ngangue D., Léon J., Uptmoor R. [et al.]. Physiological and morphological responses of different spring barley genotypes to water deficit and associated QTLs. *PLoS ONE*, 2020, v. 15, № 8, article e0237834, DOI: 10.1371/journal.pone.0237834.
13. Glukhovtsev V. V. The main elements of barley productivity: breeding value and correlation. *Selection and seed production*, 1982, No. 6, p. 21-22.
14. Greveniotis V., Zotis S., Sioki E., Ipsilandis C. G. Improving pedigree selection in applied breeding of barley populations. *Cereal Research Communications*, 2019, v. 47, p. 123-133.
15. Sidorenko V. S., Naumkin D. V., Naumkina L. A. Variability of the main morphobiological traits of spring barley. *Legumes and cereals*, 2012, no. 3, p. 35-38.
16. Demidov O. A., Gudzenko V. M., Vasilkovsky S. P., etc. The level of manifestation and correlation of yield, morphological features and elements of the yield structure of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Variety research and protection of plant variety rights*, 2017, vol. 13, no. 2, p. 190-197.
17. Shevchenko S. N., Dolzhenko D. O. The production process of spring barley in connection with the selection of adaptive varieties of the steppe ecotype. *Collection of scientific papers: to the 100th anniversary of the Penza Research Institute of Agriculture*, volume 2. Penza: RIO PSAA, 2009, p. 63-76.
18. Theoulakis N., Iconomou E., Bladenopoulos K. Harvest index as a selection criterion for improving grain yield in segregating populations of barley. *Rachis*, 1992, v. 11, № 1-2, p. 3-6.
19. Wnuk A., Górny A., Bocianowski J. [et al.]. Visualizing harvest index in crops. *Communications in Biometry and Crop Science*, 2013, v. 8, № 2, p. 48-59.
20. Kolodinska Brantestam A., Legzdīņa L., Cristensen T., et al. Characterization of agronomic performance of Baltic spring barley material. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 2014, v. 68, № 3/4, p. 119-132.
21. Florencea A., Ennosb R. A., Hoada S. P., Hoebea P. N. Variation in light interception traits in European spring barley landraces. *Field Crops Research*, 2019, v. 241, article 107549. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.06.006.
22. Kompanets E. V., Kozachenko M. R., Vasko N. I. [and others]. Combining ability of spring barley varieties in the system of direct diallelic crosses. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2017, vol. 21, no. 5, p. 537-544.
23. Dolzhenko D.O., Kosenko S.V., Bobachenko V.I. Genetic analysis of the weight of 1000 grains in barley. *Niva Povolzhya*, 2018, No. 4, p. 26-33.