

УДК 633.16"321":631.524.84

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ

В.А. МИХКЕЛЬМАН¹, Р.К. КАДИКОВ²

(* Кафедра селекции и семеноводства полевых культур
РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, ² Башкирский ГАУ)

Работа выполнена в инновационно-технологическом центре интенсивного земледелия и животноводства РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева. За 25-летний период селекционной работы показана эффективность визуальной оценки урожайности линий, сортов ячменя как при обычном селекционном процессе, так и в специально поставленных опытах. Установлено соответствие выбранных визуально по урожайности линий с их лабораторной оценкой и показана величина потерь в поле в зависимости от типа питомника.

Ключевые слова: селекция ячменя, визуальная оценка, тип питомника.

Работа селекционера всегда связана с визуальной оценкой селекционного материала в полевых и лабораторных условиях. Как правило, если образец соответствует основным хозяйственно-биологическим качествам, предусмотренным селекционером, то заключительным моментом в отборе является урожайность. В силу большого количества образцов, особенно в первичных звеньях селекционного процесса, не представляется возможным убрать и инструментально обработать весь изучаемый материал. Поэтому визуальная оценка урожайности является основным «инструментом», определяющим дальнейшую судьбу той или иной линии. Однако точность такой оценки зависит от многих причин. В специально поставленном эксперименте [12, 13] было установлено, что у зерновых (ячмень, овес) урожай с рядка в СП-1 имел достоверные коэффициенты корреляции с числом побегов, поэто-

му многие эксперты проявляют склонность оценивать стеблестой рядка как наиболее легко поддающийся оценке показатель при определении урожая. Несмотря на тесную положительную связь урожайности с густотой стеблестоя [3, 4, 11], есть и другие показатели, существенно влияющие на урожайность, такие как масса зерна с колоса и крупность зерна [2], озерненность колоса [1, 10]. Однако влияние их на формирование урожая может сильно изменяться в зависимости от типа селекционного питомника [7] и условий выращивания ячменя [6, 9]. Эффективность визуальной оценки по урожаю, безусловно, зависит и от квалификации исполнителей. Например, чтобы выделить 4 лучших линии овса опытному селекционеру необходимо было в среднем оставить 5 линий из 40, а аспиранту — 7,3 [13]. Сделать визуальную оценку более объективной, особенно на ранних этапах селекции в случае использо-

вания большого числа линий, представляется важным вопросом.

В задачу нашей работы входило по результатам визуальной оценки линий ярового ячменя по урожайности зерна установить эффективность полевого отбора (процент отобранных линий от общего их количества), а также величину потери материала в зависимости от типа питомника, определить соответствие урожайности визуально отобранных линий с их реальной урожайностью.

Обобщение материала по данному вопросу проводили по результатам исследований за 25-летний период, который включает как обычный селекционный процесс, так и специально поставленные опыты*.

Методика и материал исследований

Исследования проведены в инновационно-технологическом центре интенсивного земледелия и животноводства РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследования служили межсортовые гибриды ярового ячменя, полученные на кафедре селекции и семеноводства полевых культур. Селекционную проработку материала проводили по схеме, которая включает репродуцирование гибридных популяций до P₄ путем массового отбора лучших по продуктивности колосьев в питомниках массового отбора 1, 2 и 3-го года (ПМО-1, ПМО-2, ПМО-3), заключительный индивидуальный отбор элитных колосьев или растений (F₅) — в питомнике отбора (ПО) и испытание линий в селекционных питомниках 1-го и 2-го года (СП-1, СП-2), контрольном питомнике (КП) и конкурсном сортоиспытании (КСИ). В варианте «отбор по колосу» материал в СП-1 испытывали без повторностей, в варианте «отбор по растению» — в 3-кратной повторности. В СП-1 деланка однорядковая

длиной 0,6 м, расстояние между рядками 20 см, в СП-2 деланка двухрядковая длиной 1 м, расстояние между рядками 15 см, а между деланками — 30 см [5, 8].

Норма высева в СП-1 20 семян на рядок, в СП-2 — 160 семян на деланку. Уборку проводили вручную, обмолот — на молотилке МПСУ-500. В конкурсном сортоиспытании повторность 4-кратная, площадь деланки 10 м², норма высева 5 млн шт. всхожих семян на 1 га. В период восковой спелости проводили оценку материала в СП-1 и СП-2. Выбранные линии в поле отмечали в журнале знаком «в». На протяжении всего периода исследований эту работу выполняли Ю.Б. Коновалов и В.А. Михельман. В конкурсном сортоиспытании перед уборкой сорта оценивали по 5-балльной шкале: 5 — отлично, 1 — очень плохо. Линии в СП-1 и СП-2 убирали полностью. После обмолота и взвешивания зерна на каждом блоку (в блоке 9 деланок) определяли так называемые «высокоурожайные» линии. Их урожайность должна быть равной или превосходить среднюю по блоку в сумме со значением одного стандартного отклонения (S), рассчитанного для каждого блока. Таким способом определяли общее число по опыту «высокоурожайных» линий. По результатам полевого отбора линий легко определить, с одной стороны, сколько отмеченных линий в поле «в» относится к «высокоурожайным» (обозначим их знаком «в+» — процент от общего числа линий выбранных в поле), и с другой — относительное количество «в+» к общему числу «высокоурожайных» линий по опыту (%), определенных инструментальным путем. Такой подход, во-первых, позволяет судить о соответствии выбранных визуально по урожайности линий в поле с их лабораторной оценкой,

* В исследованиях принимали участие Н.А. Козлова, И.В. Бессарабенко, С.А. Апенников, Е.Ф. Осипова, Н.Н. Скорняков под руководством профессора Ю.Б. Коновалова.

во-вторых, установить своего рода «потери» «высокоурожайных» линий в поле. Слово «потери» взято условно, так как неостребованность таких линий можно объяснить как несоответствием образца по хозяйственно-биологическим качествам, так и простым просмотром.

Результаты и их обсуждение

На ранних этапах селекции используется большое число линий. Поэтому визуальная оценка материала и проводимый на ее основе отбор является основным приемом в работе селекционера. В нашем случае было отмечено, что в годы с высокой урожайностью отбор линий в поле по визуальной оценке (процент от общего числа высеванных линий) увеличивается и уменьшается в годы с низкой урожайностью. Коэффициент корреляции между средней урожайностью линий в селекционном питомнике первого года и процентом отбора составил 0,58*. В среднем за 6 лет наблюдений из почти 2000 линий (отбор по колосу) эффективность полевого отбора составила 9,5% (табл. 1). По сути, все эти линии должны быть «высокоурожайными», но лишь половина (51,8%) были таковыми.

Следует отметить, что часть «высокоурожайных» линий осталась «не-

замеченной» или в результате просмотра, или по ряду причин (полегание, поражение болезнями, невыравненность и т.п.) неостребованной. Если принять за 100% общее число «высокоурожайных» линий (по результату взвешивания всех убранных линий), то только треть (30,3%) из этого количества была отобрана на основании визуальной оценки. Таким образом, 70% линий с высокой урожайностью на практике остаются в поле. Четкой связи между средней урожайностью линий в том или ином году с процентом отбора «высокоурожайных» линий от общего числа не установлено, коэффициент корреляции составил 0,01.

Как отмечалось выше, в варианте «отбор по растению» испытание линий было выполнено в 3-кратной повторности. Эффективность отбора линий, выбранных по одному из трех рядков, составила 15,4%, а по двум-трем повторностям — 4,0%, что в сумме составляет 19,4% (табл. 2). В первом случае правильность отбора составила 51,1%, что очень близко к значению в варианте «отбор по колосу» — 51,8%. Если линия дважды или трижды положительно отмечалась при оценке на урожайность, то уже 73,2% таких линий были «высокоурожайными», т.е. имели урожай-

Т а б л и ц а 1

Отбор линий ячменя в СП-1 — вариант «отбор по колосу» по годам

Показатель	1983	1986	1987	1988	1989	1990	Сумма, среднее взвешенное
Общее число линий, шт.	40	100	126	500	500	700	1966
Выбор линий в поле «в», % от общего числа линий	10	8	13	9	11	9	9,5
Число линий «в+», % к числу линий «в»	25	62	69	50	77	32	51,8
Число линий «в+», % к общему числу «высокоурожайных» линий	17	33	53	28	46	17	30,3
Масса зерна с линии, среднее значение по опыту, г	43	25	58	37	27	49	39,6
Коэффициент вариации массы зерна с линии (V), %	28	43	39	25	49	26	—

ность выше средней по блоку в сумме со значением одного стандартного отклонения этого же блока. В то же время нельзя пренебрегать и теми линиями, у которых был отмечен хотя бы один рядок (одна повторность) из трех. В сумме эти линии и линии, выбранные в поле по двум-трем повторностям, составили 60,9% от общего числа «высокоурожайных» линий по опыту. Таким образом, в варианте «отбор по растению» происходит более тщательный отбор «высокоурожайных» линий, так как в этом случае только 39% линий с высокой урожайностью остаются в поле, а не 70% как в варианте «отбор по колосу». Как и следовало ожидать, из-за наличия повторностей изменчивость урожайности линий в половине случаев была средней ($V = 19-20\%$).

При переходе материала в следующий питомник СП-2, интенсивность проработки материала увеличивается. Это связано с тем, что основная часть линий была забракована в СП-1. Кроме того, большая площадь делянки и большая норма высева в СП-2, чем в предыдущем питомнике, позволяет лучше ориентироваться на вели-

чину урожайности линий. На практике селекционер сталкивается с таким вопросом — что делать с линией, у которой выбрана одна из четырех повторностей? Убирать ее или браковать? Мы в своей работе, как правило, такие линии оставляли в поле и убирали те, у которых выбор «в» падал на две и большее число повторностей. В нашем опыте из 1323 линий 25,4% имели отметку «в» в одной из четырех повторностей, 17,6% линий отбирали по двум-четырем, отмеченным знаком «в», повторностям (табл. 3). Несмотря на то, что одна из четырех отобранных повторностей не может достаточно полно характеризовать урожайность линии, тем не менее треть материала (30,1%), отобранного по одной выделившейся повторности, была «высокоурожайной» — «в+», т.е. урожайность линии была равной или большей, чем средняя урожайность по блоку плюс одно стандартное отклонение.

При отборе линий по двум и более замеченным при визуальной оценке повторностям относительное количество высокоурожайных линий «в+» к общему числу отмеченных в поле

Т а б л и ц а 2

Отбор линий ячменя в СП-1 — вариант «отбор по растению» по годам

Показатель	1983	1986	1987	1988	1989	1990	Сумма, среднее взвешенное
Общее число линий, шт.	40	100	126	300	300	600	1466
Выбор линий в поле «в», % от общего числа линий	20,0/ 5,0	10,0/ 0,0	13,5/ 4,8	14,3/ 2,7	14,7/ 1,0	17,3/ 6,5	15,4/4,0
Число линий «в+», % к числу линий «в»	37,5/ 50,0	40,0/ 0,0	23,5/ 83,3	51,2/ 62,5	70,4/ 100,0	50,0/ 76,9	51,1/73,2
Число линий «в+», % к общему числу «высокоурожайных» линий	50,0/ 16,7	33,3/ 0,0	26,7/ 33,3	42,3/ 9,6	66,0/ 6,4	40,6/ 23,4	44,7/16,2
Масса зерна с линии, среднее значение по опыту, г	43	26	60	35	24	49	40,2
Коэффициент вариации массы зерна с линии (V), %	21	31	30	19	41	20	—

П р и м е ч а н и е. Здесь и в таблице 3 числитель — линии, выбранные по одному из трех рядков, знаменатель — по двум или более рядкам (повторностям).

Отбор линий в СП-2 по годам

Показатель	1983	1986	1987	1989	1990	1991	Сумма, среднее взвешенное
Общее число линий, шт.	90	126	117	396	198	396	1323
Выбор линий в поле «в», % от общего числа линий	38/19	28/14	21/29	29/17	22/27	21/11	25,4/17,6
Число линий «в+», % к числу линий «в»	41/47	14/55	32/53	24/54	23/40	42/58	30,1/52,6
Число линий «в+», % к общему числу «высокоурожайных» линий	56/32	28/55	29/64	38/53	25/52	39/28	35,8/44,0
Масса зерна с линии, среднее значение по опыту, г	118	76	274	102	191	191	157,3
Коэффициент вариации массы зерна с линии (V), %	16	31	14	23	13	12	—

Примечание. Числитель — линии, выбранные по одной из четырех повторностей, в знаменателе — по двум и более повторностям.

линий «в» составляло 52,6%. По общему числу «высокоурожайных» линий, определенных при взвешивании всего убранного материала, можно определить, какая часть (%) из них была зафиксирована в поле по одной из повторностей и по двум-четырем. В первом случае таких было 35,8, во втором — 44,0%. Так как коэффициент вариации массы зерна с линии значительно меньший, чем в СП-1, то имеет смысл отбирать линии, у которых отмечена в поле хотя бы одна из повторностей. Эти линии в сумме с линиями, отобранными по двум и более повторностям, составляют 79,8% «высокоурожайных» линий от общего их количества по опыту.

Селекционный материал, дошедший до конкурсного сортоиспытания, в основном уже отвечает требованиям, которые селекционер ставил в начале работы. Поэтому визуальная оценка номеров в этом питомнике ориентируется главным образом на урожайность. Выделение перспективных номеров, второстепенных и подлежащих браковке является важным моментом в реализации стратегии и тактики предстоящей уборки КСИ,

которая в большой степени зависит от соответствия визуальной оценки номеров с фактическим результатом, полученным в дальнейшем. За годы наблюдений средняя урожайность в КСИ изменялась от 19 до 52 ц/га (табл. 4). Визуальная оценка сортов (среднее значение оценки по повторностям) хорошо соответствовала фактической урожайности. Например, из 10 случаев в 9 коэффициенты корреляции были высокими, положительными и колебались от 0,45 до 0,85. В связи с этим возникает вопрос — в какой степени соответствие оценки зависит от средней урожайности по опыту? Оказалось, что чем меньше средняя урожайность, тем более точной была оценка. Особенно это касается случая, когда сравнивалась урожайность (ц/га) с визуальной оценкой (балл) по каждой делянке, а не по средним значениям четырех повторностей. В этом случае сопряженность урожайности и вычисленного коэффициента корреляции была отрицательной и достоверной (-0,65). Это говорит о том, что чем ниже урожайность по опыту, тем выше значение коэффициента корреляции, показы-

вающего соответствие урожайности с визуальной оценкой.

Таблица 4

Соответствие урожайности в конкурсном сортоиспытании ячменя (ц/га) и визуальной оценки(балл)

Разряд по урожайности, ц/га	Число делянок, шт.	Число сортов, шт.	Коэффициент корреляции (оценка по значениям)	
			каждой делянки	средней по сорту
19	160	40	0,68	0,85
22	120	40	0,47	0,70
23	80	40	0,42	0,48
27	160	40	0,50	0,58
31	105	35	0,44	0,53
35	140	35	0,46	0,67
37	68	17	0,43	0,62
41	160	40	0,22	0,45
42	160	40	0,43	0,19
52	120	40	0,32	0,53

Примечание. Критическое значение коэффициента корреляции на 5%-м уровне значимости при (n-2) — 160,140,120, 80, 40, 17 соответственно 0,16, 0,19, 0,20, 0,23, 0,32 и 0,48.

Таким образом, интуитивное предположение эффективности визуальной оценки урожайности линий и сортов нашло свое цифровое выражение в данной работе. Например, в питомниках СП-1 (отбор по колосу и растению) и СП-2 незамеченных высокоурожайных линий было соответственно питомникам — 69,7; 39,1; 20,2%, а в КСИ сопряженность урожайности и оценки была положительной и высокой.

Выводы

1. При отборе элитного материала по колосу (вариант «отбор по колосу») испытание его в СП-1 проходило без повторностей. В этом случае интенсив-

ность полевого отбора (процент отобранных линий по визуальной оценке от общего их количества) в среднем составила 9,5%, но только половина из них (51,8%) относилась к разряду «высокоурожайных». Из общего числа «высокоурожайных» линий по опыту (инструментальный анализ) только 30,3% было отобрано с поля, следовательно, почти 70% линий с высокой урожайностью остаются в поле.

2. При испытании линий в СП-1 с повторностями (вариант «отбор по растению») интенсивность полевого отбора в среднем составила 19,4%, при этом 15,4% линий были отобраны по одному из трех рядков и 4,0% по двум-трем рядкам. В первом случае 51,1%, во втором — 73,2% линий соответствовали классу «высокоурожайных». В сумме, независимо от числа отмеченных в поле повторностей, отобранные линии составили 60,9% от общего числа «высокоурожайных» линий по опыту, а 39,1% линий с высокой урожайностью остались невостребованными.

3. В СП-2 из 1323 линий 25,4% линий были отобраны по одной из четырех повторностей и 17,6% — по двум-четырем. Точность отбора в первом случае 30,1%, во втором — 52,6%. Из общего числа «высокоурожайных» линий 79,8% были отобраны в поле по визуальной оценке урожайности. Таким образом, по мере продвижения материала с питомников СП-1 (отбор по колосу и растению) до СП-2 процент потери «высокоурожайных» линий уменьшался и составлял соответственно по питомникам 70, 39 и 20%.

4. В конкурсном сортоиспытании соответствие урожайности (ц/га) и визуальной оценки (балл) было высоким и положительным. В девяти случаях из десяти коэффициенты корреляции были от 0,45* до 0,85*. Точность оценки увеличивалась с уменьшением средней урожайности по опыту.

Библиографический список

1. Глуховцев В.В. Основные элементы продуктивности ячменя, селекционная ценность и корреляция // Селекция и семеноводство, 1982. № 6. С. 21-22.

2. *Горшкова В.А.* Селекция ярового ячменя для интенсивного земледелия лесостепной и степной зоны РСФСР. Докт. дисс. Каменная степь, 1989.
3. *Гриб С.И., Кадыров М.А.* Селекция ярового ячменя на продуктивность на базе сортов западноевропейского экотипа // Биологические основы селекции на продуктивность. Таллинн, 1981. С. 55-67.
4. *Коновалов Ю.Б.* Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. М.: Колос, 1981.
5. *Коновалов Ю.Б., Михельман В.А., Кадиков Р.К.* Надежность оценки линий ярового ячменя в селекционных питомниках в зависимости от способа отбора элитного материала // Известия ТСХА, 1991. Вып. 2. С. 76-84.
6. *Михельман В.А.* Оценка сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании при двух сроках сева // Известия ТСХА, 1997. Вып. 2. С. 59-73.
7. *Михельман В.А., Скорняков Н.Н.* Урожайность ячменя и ее связь с основными показателями структуры урожая в разных звеньях селекционного процесса // Известия ТСХА, 1998. Вып. 2. С. 90-105.
8. *Михельман В.А., Козлова Н.А., Кадиков Р.К., Бессарабенко И.В.* Оптимизация технологии селекционного процесса ячменя // Известия ТСХА, 2007. Вып. 4. С. 59-69.
9. *Михельман В.А., Пыльное В.В. и др.* Использование реллона с целью отбора устойчивых к абиотическим факторам среды сортов ярового ячменя // Известия ТСХА, 2008. Вып. 4. С. 53-59.
10. *Пыльное В.В., Букина С.Н.* Характер изменения структуры урожая ярового ячменя в ходе селекции в ЦРНЗ // Доклады ТСХА, 2005. Вып. 277. С. 165-168.
11. *Сергеев А.В.* Формирование урожая ячменя в Нечерноземной зоне и пути его селекционного улучшения // Селекционно-генетические и цитологические исследования гибридов, мутантов и полиплоидов зерновых и кормовых культур. М.: 1979. Вып. 47. С. 53-61.
12. *Ismail A., Walentine J.* The efficiency of visual assessment of grain yield and its components in spring barley rows // Ann. Appl. Biol., 1983. 102, 3: 539-549.
13. *Walentine J., Ismail A.* The efficiency of visual assessment for yield and its components in winter cat rows // Ann. Appl. Biol., 1983. 102, 3: 551-556.

Рецензент — д. б. н. А.А. Соловьев

SUMMARY

Research has been done in the innovation - technological centre of intensive farming and animal husbandry of Moscow agricultural academy named after K.A.Timiryazev. Effectiveness of visual productivity evaluation of both lines and barley varieties, during standard selection process and in carried out experiments, has been clearly shown over the period of twenty five years. Compliance of visually chosen lines, according to their productivity with their laboratory assessment, is established. Rate of losses in the field, depending on a farm type, has been shown in the article.

Key words: barley selection, visual assessment, nursery type.

Михельман Виктор Андреевич — к. с.-х. н. Тел. 976-12-72.

Кадиков Ралиф Кашбулгаевич — к. с.-х. н. Эл. почта: bgau@ufanet.ru