

СВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ И ДРУГИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Ю. Б. КОНОВАЛОВ, В. С. СИДОРЕНКО

(Кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур)

Анализ вариабельности урожайности, продуктивности, элементов структуры урожая и других показателей, а также корреляционных связей между ними у большой группы сортов ячменя позволил выявить приоритетные показатели для селекции в условиях центрального района Нечерноземной зоны. Описаны особенности наиболее урожайных сортов и сортов, имеющих самый продуктивный колос, связанные с соотношением элементов структуры урожая и уровнем обеспеченности потенциальной продуктивности вегетативной массой.

Одна из основных задач селекции сельскохозяйственных культур, в том числе и ячменя, — создание высокоурожайных сортов. В связи с этим представляется необходимым выделять в каждом регионе элементы структуры урожая, приоритетные с точки зрения повышения урожайности селекционным методом, которыми следует руководствоваться при отборе элитных растений, подборе пар для скрещивания, а также при определении общей стратегии селекционной работы на значительный период времени. Эта задача может быть, по-видимому, решена путем анализа связи уро-

жайности с элементами ее структуры у достаточно большого числа сортов, приспособленных к условиям региона. Можно считать, что наиболее тесные связи указывают на приоритетные элементы, отбор по которым должен повысить урожайность. Однако такая трактовка не может быть принята без ряда существенных оговорок. Во-первых, отбор на «самый приоритетный» элемент структуры урожая может дать отрицательный результат, так как высокая урожайность обеспечивается оптимальным сочетанием ее элементов [6, 8]. Во-вторых, экстраполяция выявленных тенденций

на слишком длительный период последующих селекционных работ не всегда корректна, поскольку в процессе селекции могут возникнуть новые, более перспективные направления. Например, в Краснодарском НИИСХ, где длительное время работали над увеличением продуктивности колоса озимой пшеницы, недавно выведен сорт Спартанка с мелким колосом, но зато высокой продуктивной кустистостью [7].

Однако, несмотря на эти замечания, выявление приоритетных элементов структуры урожая облегчает определение направления селекции. В настоящей статье предпринята попытка выделить такие элементы из целого ряда традиционных и сравнительно новых показателей, к которым относятся масса побега в фазу полного формирования зерна (ПФЗ), коэффициент использования массы побега (отношение массы зерна зрелого колоса к массе побега в ПФЗ), реакция массы зерна колоса на пинцировку (удвоенная масса зерна колоса, у которого во время колошения удалены колоски одной из сторон, в процентах к массе зерна интактного колоса) [1, 2]. Первый показатель характеризует ресурсы пластического материала, накопленного к началу налива зерна, и ассимиляционные возможности побега, второй — эффективность использования этих ресурсов, третий — уровень снабжения колоса метаболитами: чем больше реакция на пинцировку (т. е. на дополнительное питание оставшихся колосков), тем хуже

снабжается интактный колос питанием. Различия между сортами по этим показателям были стабильными в течение ряда лет [3, 5].

Кроме того, в статье использован предложенный совсем недавно показатель — коэффициент обеспеченности потенциальной продуктивности колоса вегетативной массой [4]. За потенциальную продуктивность принимается удвоенная масса пинцированного колоса. Коэффициент представляет собой отношение массы побега в ПФЗ к потенциальной продуктивности и показывает, какая вегетативная масса приходится на 1 г потенциальной массы зерна колоса.

Методика

На полях Лаборатории селекции и генетики полевых культур ТСХА в 1984—1986 гг. изучали 21 сорт ярового двурядного ячменя различного происхождения (1-й опыт): Абава, Комбайнер, Луч, Московский 121, Носовский 9, Нутанс 518, Одесский 100, Свитязь (СССР), Дейстер, Индира, Карина, Кибитц, Унион (ФРГ), Борбо 59, В 9 (ПНР), Дива, Милада (Нидерланды), Веллам, ВВ 6440 (Швеция), Ким (Англия), Мами (Бельгия). Все эти сорта характеризуются высокой урожайностью и достаточно хорошей приспособленностью к местным условиям, что было установлено предварительным испытанием в коллекционном питомнике.

Агротехника — типичная для Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР. Площадь семирядковых делянок — 2,1 м². Повторность опыта — 4-кратная. Крайние рядки делянок и по 2 крайних растения средних рядков являлись защитками. Сорта размещали рендомизированно. Норма высева — 70 всхожих семян на 1 пог. м. Посев осуществляли ручной сельской СР-1. Средний рядок каждой делянки использовали для определения структуры урожая. На других рядках, исключая защитки, проводили пинцировку и

отбирали пробы побегов в фазу ПФЗ.

Во 2-м опыте (1985—1986 гг.) 12 из перечисленных сортов изучали по упрощенной методике (площадь деланки — 1,2 м², повторность — 3-кратная). Наряду с описанным выше коэффициентом использования массы побега определяли коэффициент использования массы верхней части побега (верхнего междоузлия с флажковым листом и колоса), наиболее активной в отношении налива зерна. Кроме того, учитывали уменьшение массы побега от фазы ПФЗ до фазы полной спелости, которое характеризует фотосинтетическую деятельность побега в период налива зерна. Более подробно методика описана в [3].

Полученные данные обработаны с помощью вариационного и корреляционного анализов. Одной, двумя и тремя звездочками отмечена существенность коэффициентов корреляции соответственно на 0,05, 0,01 и 0,001 уровнях значимости.

Результаты

Полученные коэффициенты корреляции между нетрадиционными показателями представлены в табл. 1. Наиболее тесная отрицательная связь отмечена между коэффициентами использования и обеспеченности, которые являются почти обратными величинами. Это можно объяснить следующим образом: чем хуже обеспечено развивающееся зерно вегетативной массой, тем эффективнее она должна использоваться. Реакция на пинцировку также отрицательно связана с коэффициентом обеспеченности, т. е. чем хуже обеспечена потенциальная продуктивность колоса вегетативной массой, тем хуже колос снабжается метаболитами. Это убедительно свидетельствует о правильной интерпретации 1-го показателя как характеристики уровня снабжения колоса метаболитами. Коэффициент исполь-

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между нетрадиционными морфофизиологическими показателями

Год	Коэффициент использования массы побега — реакция на пинцировку массы зерна с колоса	Коэффициент использования массы побега — коэффициент обеспеченности потенциальной продуктивности колоса	Реакция на пинцировку массы зерна с колоса — коэффициент обеспеченности потенциальной продуктивности колоса
		1-й опыт	
1984	-0,01	-0,72***	-0,53*
1985	-0,42	-0,70***	-0,04
1986	-0,08	-0,84***	-0,58**
		2-й опыт	
1985	-0,02	-0,79**	-0,47
1986	0,38	-0,78**	-0,67**

зования и реакция на пинцировку не связаны. Это и понятно, поскольку высокий коэффициент использования еще не говорит о высоком уровне снабжения колоса: потенциальная продуктивность колоса может быть настолько высока, что и хорошее использование вегетативной массы побега не обеспечит в достаточной мере потребности развивающегося зерна и, наоборот, при малой потенциальной продуктивности даже посредственное использование вегетативной массы обеспечит высокий уровень питания колоса.

Прежде чем перейти к основной теме работы — связи урожайности и продуктивности с элементами структуры урожая и другими показателями — необходимо рассмотреть варьирование этих характеристик у набора сортов, которое и обеспечивает проявление связей. Можно считать, что речь идет о геноти-

пическом варьировании, так как оно возникает в силу различий генотипов сортов, а модификационный компонент играет небольшую роль, поскольку мы оперируем средними величинами из нескольких повторений. По той же причине впоследствии речь будет идти о генетических корреляциях.

В табл. 2 представлены коэффициенты вариации средних значений характеристик изучаемых сортов ячменя. Незначительное варьирование сортов по длине вегетационного периода указывает на выравненность изучаемого материала по этому показателю, что немаловажно для определения параметров эффек-

тивности налива зерна. Довольно однороден набор сортов и по высоте растений.

Несколько большее разнообразие сортов ячменя по урожайности, чем по элементам структуры урожая, связано с тем, что различия в урожайности обусловлены главным образом сочетанием элементов структуры урожая, довольно близких по значениям, а не резко отличающихся друг от друга. Это, по-видимому, свидетельствует о том, что повышение урожайности селекционным путем достигается, как уже отмечалось, при сочетании элементов структуры урожая с оптимальными, а не гипертрофированными значениями. Многочисленность исследуемого набора сортов, включающего сорта селекции разных стран, дает право говорить о сказанном выше как об общем положении.

Масса побега в ПФЗ, потенциальная продуктивность колоса и расчетные коэффициенты имеют близкие порядки варьирования, не отличающиеся от таковых урожайности и элементов ее структуры.

Чрезвычайно большое сортовое разнообразие наблюдается по реакции на пинцировку. Поскольку эта реакция отражает уровень снабжения колоса ассимилятами (уровень относительно потенциальной продуктивности колоса), можно сделать заключение о значительном разнообразии сортов и по этому показателю: одни близки к полной реализации потенциальной продуктивности, другие далеки от нее.

Во 2-м опыте получены сход-

Таблица 2
Коэффициенты вариации сортовых характеристик (%)

Показатель	1984 г.	1985 г.	1986 г.
Длина вегетационного периода	3,3	2,2	1,4
Высота растений	5,3	4,2	4,7
Урожайность	17,7	15,0	16,8
Число растений перед уборкой	5,8	8,5	8,2
Продуктивная кустистость	13,7	13,3	11,1
Масса зерна:			
с растения	9,7	15,4	11,8
с колоса	9,2	13,7	10,1
Число зерен:			
с растения	9,0	13,4	12,1
с колоса	6,1	8,5	7,3
Масса 1000 зерен	7,0	9,3	6,4
Масса побега в ПФЗ	14,2	12,5	9,3
Коэффициент использования массы побега	9,8	8,7	6,2
Реакция на пинцировку:			
массы зерна с колоса	47,0	55,0	83,2
массы 1000 зерен	51,9	51,4	105,6
Потенциальная продуктивность колоса	8,5	12,1	11,5
Коэффициент обеспеченности потенциальной продуктивности колоса	10,9	8,2	7,3

ные результаты. Но в нем учитывались некоторые дополнительные показатели, варьирование которых представляет определенный интерес. Так, коэффициенты вариации изменения массы побега от фазы ПФЗ до полной спелости составили — 29,8 и 41,3 % соответственно в 1985 и 1986 г., что свидетельствует о различиях в его фотосинтетической деятельности (или в затратах сухого вещества на дыхание). Сортовое разнообразие в данном случае оказалось значительным. Варьирование коэффициента использования верхней части побега было заметно меньше, чем всего побега (8,7 и 7,5 % против 10,0 и 12,3 %). Очевидно, сказываются особенности архитектуры сортов. Поскольку они имеют разную долю инертной (в отношении участия в наливе зерна) части побега, что наиболее выражено в нижних и средних яру-

сах побега. Особенно велики эти различия у сортов с неодинаковой высотой стебля.

На урожайность ячменя в равной мере влияют число растений на единицу площади и средняя их продуктивность (табл. 3). Таким образом, по видимому, оба эти элемента перспективны в плане повышения урожайности этой культуры селекционным путем.

Продуктивность растения сильно зависит от продуктивной кустистости и числа зерен с растения, но не связана с массой 1000 зерен, что, очевидно, объясняется большей сортовой вариацией числа зерен, в свою очередь обусловленной вариацией продуктивной кустистости. Напротив, продуктивность главного побега тесно связана как с числом зерен его колоса, так и с массой 1000 зерен. В этом случае сортовые вариации крупности и числа зе-

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между урожайностью, продуктивностью и элементами структуры урожая и сопутствующими показателями

Урожайность, продуктивность	Длина вегетационного периода	Высота растений	Число растений перед уборкой	Продуктивная кустистость	Масса зерна с растения	Масса зерна с колоса	Число зерен с растения	Число зерен с колоса	Масса 1000 зерен
<i>1984 г.</i>									
Урожайность	0,13	-0,23	0,62**	0,36	0,53*	0,22	0,35	-0,13	0,45*
Масса зерна с растения	0,32	0,03	0,44*	0,52*	—	0,56**	0,69**	0,04	0,42
Масса зерна с колоса	0,29	0,28	0,08	-0,91***	—	—	0,02	0,45*	0,69***
<i>1985 г.</i>									
Урожайность	0,05	-0,14	0,12	0,23	0,45*	0,11	0,33	0,02	0,20
Масса зерна с растения	0,64**	-0,22	-0,37	0,61**	—	0,32	0,84***	0,19	0,13
Масса зерна с колоса	0,54**	0,43	-0,32	-0,54*	—	—	0,01	0,74***	0,72***
<i>1986 г.</i>									
Урожайность	-0,38	-0,11	0,71***	0,70***	0,78***	0,18	0,75***	0,03	0,22
Масса зерна с растения	-0,55**	0,19	0,29	-0,69***	—	0,38	0,86***	0,27	0,26
Масса зерна с колоса	0,11	0,55**	-0,17	0,67***	—	—	0,04	0,79***	0,73***

Кoeffициенты корреляции между урожайностью, продуктивностью и нетрадиционными морфофизиологическими показателями

Урожайность, продуктивность	Масса побега в ПФЗ	Кoeffициент использования массы побега	Реакция на пинцировку массы зерна с колоса	Кoeffициент обеспеченности потенциальной продуктивности колоса
<i>1984 г.</i>				
Урожайность	0,11	0,42*	-0,20	-0,11
Масса зерна с растения	0,15	-0,03	-0,23	-0,06
Масса зерна с колоса	0,77***	-0,17	-0,13	0,23
<i>1985 г.</i>				
Урожайность	-0,04	0,63**	-0,30	-0,44*
Масса зерна с растения	0,02	0,36	-0,27	-0,56**
Масса зерна с колоса	0,80***	0,56**	-0,54*	-0,45*
<i>1986 г.</i>				
Урожайность	-0,19	0,53*	-0,05	-0,18
Масса зерна с растения	0,14	0,24	0,29	-0,48*
Масса зерна с колоса	0,73***	0,39	0,21	-0,48*

рен практически не отличаются. Нужно отметить также, что продуктивность растения не связана или слабо связана с продуктивностью главного колоса. Таким образом, продуктивность растений современных сортов ячменя в значительной степени определяется продуктивной кустистостью, увеличение которой селекционным путем можно считать перспективным направлением в селекции на урожайность.

Заслуживают внимания еще две связи: положительная корреляция продуктивности колоса главного побега с массой побега в фазу ПФЗ (табл. 4) и отрицательная — с продуктивной кустистостью (табл. 3). Первая свидетельствует о сравнительно небольшой сортовой вариации процессов, определяющих накопление органического вещества в зерне: реутилизации уже имеющихся запасов и использования свежих продук-

тов фотосинтеза. В селекционном отношении можно говорить о приоритетном значении накопления надземной биомассы к началу налива зерна. Вторая связь обусловлена конкуренцией побегов, смягчение которой, возможно, следует рассматривать как селекционный резерв.

Отмечены связи и других нетрадиционных показателей с урожайностью и продуктивностью. Так, коэффициент обеспеченности большей частью отрицательно связан с продуктивностью колоса и растения, а в 1985 г. и с урожайностью. На первый взгляд это кажется парадоксальным. Однако более внимательный анализ показывает, что описанная связь вполне объяснима: сорта с наиболее продуктивным колосом (растением) отличаются высокой потенциальной продуктивностью, которая не может быть достаточно хорошо обеспечена вегетативной массой. Недавно

установлено, что интенсивные сорта пшеницы с колосом высокой продуктивности имеют низкий коэффициент обеспеченности потенциальной продуктивности [4]: Так как коэффициент использования является почти обратной величиной коэффициента обеспеченности, нужно ожидать его положительной связи с продуктивностью и урожайностью. Действительно, такая связь существует. Неясно только, почему корреляция с урожайностью выражена вполне определенно, а с продуктивностью только в виде тенденции. Казалось бы, все должно обстоять наоборот, поскольку урожайность определяется не только продуктивностью, но еще и числом растений на единицу площади, к которой коэффициент использования, как представляется, отношения не имеет. Может быть, выживаемость, определяющая число растений, каким-то образом положительно связана с коэффициентом использования массы побега (чем эффективнее используется масса побега, тем в целом крепче конституция растения)? Но это предположение нуждается в экспериментальной проверке. Наконец, имеется тенденция отрицательной корреляции реакции на пинцировку с продуктивностью и урожайностью, что подтверждает представление о реакции как показателе обеспеченности колоса метаболитами (чем выше реакция, тем хуже обеспеченность).

Выводы

1. Различия в урожайности сортов ячменя в центральном

районе Нечерноземной зоны в равной мере обусловлены как числом растений, сохраняющихся к моменту уборки, так и средней продуктивностью растений. Возможно, оба эти элемента одинаково перспективны в плане повышения урожайности селекционным путем.

2. Различия в продуктивности растений ячменя определялись главным образом продуктивной кустистостью, а через нее — числом зерен с растения. Повидимому, увеличение продуктивной кустистости можно считать перспективным направлением увеличения урожайности ячменя селекционным путем в регионе.

3. Наибольшее разнообразие сортов ячменя отмечено по уровню снабжения колоса метаболитами и по интенсивности фотосинтетической деятельности побега в период налива зерна (или, может быть, по величине затрат его сухого вещества на дыхание).

4. Сорта ячменя с более продуктивным колосом отличались и более высокой его потенциальной продуктивностью, которая недостаточно обеспечивает вегетативной массой.

5. Повышение урожайности ячменя селекционным путем может быть достигнуто за счет оптимального сочетания элементов структуры урожая, но не за счет гипертрофии одного из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов Ю. Б. Налив зерна у различных сортов яровой пшеницы.— Изв. ТСХА, 1958, вып. 6, с. 17—30.—
2. Коновалов Ю. Б. Реакция различных сортов яровой пшеницы

на пинцировку.— Докл. ТСХА, 1971, вып. 168, с. 109—113.— 3. Коновалов Ю. Б., Сидоренко В. С. Характеристика налива зерна у сортов ярового ячменя с помощью новых показателей.— Изв. ТСХА, 1986, вып. 5, с. 90—96.— 4. Коновалов Ю. Б., Тарарина В. В. Использование новых показателей для морфофизиологической характеристики сортов яровой пшеницы разных лет селекции.— Изв. ТСХА, 1987, вып. 5, с. 58—65.— 5. Коновалов Ю. Б., Хупацария Т. И., Королева Л. И. Стабильность показателей, характеризующих потенциальные возможности колоса и эффективность налива зерна у различ-

ных сортов яровой пшеницы.— Изв. ТСХА, 1980, вып. 3, с. 49—59.— 6. Лобанов Н. А. Пути увеличения урожайности укосного гороха.— Селекция и семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы.— М.: Агропромиздат, 1989, с. 41—48.— 8. Хангильдин В. В. Генетические принципы селекции высокопродуктивных сортов зерновых бобовых культур.— Эффективность научных исследований в генетике и селекции зернобобовых культур.— Орел: ВНИИЗБК, 1978, с. 3—9.

Статья поступила 13 февраля 1990 г.

SUMMARY

Analysis of yield variability, productivity, elements of yield structure and other characters, as well as of correlative bonds between them in a large group of barley varieties allowed to find priority characteristics for selection in central area of Non-chernozem zone. Specific features of most productive varieties and varieties having the most productive ears connected with elements of yield structure and the rate of providing potential productivity with vegetative mass are described.