

УДК 631.527:581.13

СТАБИЛЬНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОЛОСА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАЛИВА ЗЕРНА У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ю. Б. КОНОВАЛОВ, Т. И. ХУПАЦАРИЯ, Л. И. КОРОЛЕВА

(Кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур)

Урожайность яровой пшеницы зависит от площади фотосинтетической поверхности, накопления органического вещества, количества формирующихся зачатков репродуктивных органов и от эффективности переброски пластического материала в развивающееся зерно, которая по сортам значительно варьирует [16, 18]. Для характеристики качества налива зерна принято использовать такие показатели, как масса 1000 зерен, натура и др. Одним из авторов данной статьи предложены новые показатели — реакция на пинцировку и коэффициент использования массы побега [7, 10, 11].

Реакция на пинцировку, т. е. на удаление части колосков в колосе, определяется по изменению массы зерна или числа зерен, или массы 1000 зерен пинцированного колоса в отношении к аналогичному показателю контроля и выражается в процентах. Как правило, наблюдается увеличение массы, числа и крупности зерен в оставшихся после пинцировки колосках вследствие того, что снабжение их пластическим материалом сильно увеличивается. Реакция на пинцировку, видимо, отражает аттрагирующую способность колоса, т. е. способность его к привлечению пластического материала [11]. Но, кроме того, она зависит и от уровня снабжения колоса пластическим материалом. Если этот уровень достаточно высок, то дальнейшее увеличение запасов органического материала не приведет к существенному увеличению массы зерна [11].

Коэффициент использования массы побега позволяет определить эффективность налива [7]. Он представляет собой отношение массы зерна с колоса к массе побега в фазу полного формирования зерна, характеризующей запас органического вещества и фотосинтетические возможности вегетативных частей перед началом интенсивного поступления пластических веществ в зерно. Эта фаза, впервые описанная Н. Н. Кулешовым [14], наступает, когда зерно достигает полной длины. К этому моменту масса вегетативных органов пшеницы перестает увеличиваться, а в дальнейшем начинает быстро уменьшаться. Одновременно значительно усиливается прирост сухого вещества зерна [7]. Чем выше коэффициент использования массы побега, тем успешнее протекает налив зерна [7].

Ранее установлена сортовая специфичность реакции на пинцировку и коэффициента использования массы побега и отчасти их стабильность в ряду лет [10—12]. Однако для более надежной оценки показателей требовались многолетние данные по большому набору сортов. Кроме того, необходимо было выявить, какие различия в метеорологических условиях разных лет нарушают стабильность сортовых характеристик, полученных с помощью новых показателей. В этой работе

приведены результаты исследования сортового разнообразия новых показателей, их вариабельности, связанной с неоднородностью условий выращивания. Для сравнения параллельно в том же плане изучались традиционные показатели. После выявления возможности эффективного учета новых показателей можно ставить вопрос об их использовании для характеристики сортов с целью подбора пар для скрещивания и для иных целей.

Материал и методика

Опыты проводились в селекционном севообороте Селекционно-генетической станции им. П. И. Лисицына Тимирязевской академии в течение 1972—1977 гг. Почва мощнодерновая среднеподзолистая окультуренная. Яровую пшеницу выращивали по пласту клевера красного. Минеральные удобрения ($N_{35}P_{45}K_{40}$) вносили весной. Агротехника типичная для зоны. Испытывали 15 сортов яровой пшеницы. В их число входили как старые сорта, так и выведенные сравнительно недавно для Нечерноземной и других почвенно-климатических зон. Делянки четырехрядковые. Длина рядка 4 м, расстояние между рядками 15 см, между делянками — 30 см. Повторность 5-кратная, способ размещения вариантов — латинский прямоугольник $5 \times 5 \times 3$. Размещение сортов внутри повторений случайное с ограничениями, накладываемыми латинским прямоугольником. Посевная норма — 80 всхожих семян на 1 пог. м.

Во время колошения отмечали необходимое число типичных колосьев на двух средних рядках (крайние растения в рядках не использовали), 1/3 этих колосьев использовали для пицировки, 1/3 служила в качестве контроля, остальные вместе с соломиной — срезали вровень с поверхностью почвы в фазу полного формирования зерна. Определяли массу этих побегов, которая отражает их ассимиляционные возможности и запас органического вещества перед началом интенсивного налива зерна.

Пицировку проводили в фазу полного

цветения, удаляя колоски с одной из сторон колоса. При этом если у одного колоса удаление вели с той стороны, где находился самый нижний колосок (хотя бы и недоразвитый), то у следующего — с противоположной стороны. Таким образом, в среднем устранялась ровно половина колосков.

При наступлении восковой спелости срезали пицированные и контрольные колосья. Вырывали с корнем растения одного из средних рядков и подсчитывали их число. Урожай зерна учитывали с двух средних рядков. Пицированные и контрольные колосья обмолачивали, определяли число зерен и массу 1000 зерен. Побегов и зерно взвешивали после достижения ими воздушно-сухого состояния.

Реакцию на пицировку по массе зерна с колоса рассчитывали следующим образом:

$$P_n = M_n \cdot 2 \cdot 100 / M_k - 100,$$

где P_n — реакция на пицировку, M_n — масса зерна пицированных колосьев, M_k — масса зерна контрольных колосьев.

Реакцию на пицировку по числу зерен в колосе рассчитывали точно так же, а при определении реакции по массе 1000 зерен числитель не умножали на 2.

Объем вариантов (а также пробы побегов) — 25 колосьев (побегов). Статистическая обработка данных проведена при помощи дисперсионного и корреляционного анализов. В таблицах значимость различий указана звездочками.

Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия лет проведения опытов были весьма разнообразны (табл. 1). Первая половина вегетационного периода 1972 г. отличалась исключительно благоприятными условиями, и растения развили хорошую надземную массу, а вторая половина была очень сухой. Наиболее благоприятными были 1977 г., и особенно 1976 г. В 1974 г. определенный ущерб урожаю нанесло почти полное отсутствие осадков в период выход в трубку — колошение. Отдельные периоды 1973 и 1975 гг. также отличались малым количеством осадков и высокой температурой воздуха, что отрицательно сказалось на урожайности.

Средние для всего набора сортов значения изучаемых признаков, приведенные в табл. 2, отвечают характеристике лет, данной выше. Некоторые отклонения в основном вызваны действием компенсационных явлений. Так, в 1975 г. наблюдалась наибольшая масса зерна с колоса, хотя год не был благоприятным. Причина заключалась в сильном изреживании посева из-за высокой температуры и малого количества осадков в первый период развития. Большая продуктивность колоса в этот год — следствие увеличения площади питания 1 растения.

Таблица 1

Среднесуточная температура воздуха (°С, в числителе) и сумма осадков (мм, в знаменателе) в вегетационные периоды 1972—1977 гг.

Межфазные периоды	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Всходы — выход в трубку	16,0	16,8	13,0	17,9	12,4	14,3
Выход в трубку — колошение	56,0	58,6	120,7	8,7	195,7	83,0
Колошение — полное формирование зерна	18,6	17,0	19,3	14,4	14,7	17,2
Полное формирование зерна — восковая спелость	57,8	9,8	2,6	75,4	75,3	66,0
	22,7	20,3	17,7	18,9	16,7	17,9
	2,6	25,1	53,5	6,4	83,0	80,4
	24,0	18,1	17,7	18,7	15,2	21,3
	11,2	85,5	83,2	66,7	75,7	39,6

Число зерен под влиянием пинцировки может довольно сильно увеличиваться [8, 20—22]. В наших исследованиях сорта на пинцировку реагировали неодинаково (табл. 3). Мильтурум 162, а также Ra 169/2 выделялись повышенной способностью завязывать дополнительные зерна. Очевидно, у этих сортов существует большой разрыв между потенциальной продуктивностью и возможностями ее реализации (мощностью вегетативной массы). Напротив, очень плохой реакцией на пинцировку отличалась Амурская 75. Как правило, плохо реагировали на пинцировку и короткостебельные сорта Red River 68, W.S. 1877 и Московская 21.

Реакция на пинцировку по массе 1000 зерен отражает возможность увеличения крупности зерна под влиянием дополнительного питания после того, как резерв потенциальной продуктивности в виде дополнительно завязавшихся зерен уже исчерпан. Значения этого показателя оказались довольно разнообразными (табл. 4). Устойчивой хорошей реакцией отличается сорт Заря, менее стабильна, но тоже хорошо выражена реакция у W.S. 1877. На последнем месте находятся сорта Мильтурум 162, Минская, Московская 21.

Коэффициент использования массы побега был высоким у сортов Ленинградка, Московская 21, Red River 68, W.S. 1877 (табл. 5). Однако необходимо отметить, что три последних сорта — короткостебельные формы. Высокий коэффициент использования здесь — результат эконо-

Таблица 2

Средние значения изучаемых признаков для всего набора сортов за 1972—1977 гг.

Показатели	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Урожай зерна с делянки, г	—	154	231	175	412	359
Число растений с 1 рядка, шт.	200	229	206	182	236	216
Масса зерна с 25 колосьев, г	19,1	17,5	22,5	27,5	26,5	23,5
Число зерен в 25 колосьях, шт.	739	530	726	718	746	604
Масса 1000 зерен, г	26,4	33,2	31,0	38,4	35,3	38,8
Масса 25 побегов, г	46,7	33,7	51,7	49,8	55,1	58,8
Реакция на пинцировку, %:						
по массе зерна	41,4	20,3	35,1	29,2	35,6	22,6
по числу зерен	13,4	7,1	12,9	20,2	12,9	11,7
по массе 1000 зерен	24,7	12,2	19,7	8,2	19,9	9,7
Коэффициент использования массы побега	0,41	0,52	0,44	0,56	0,48	0,40

Таблица 3

Реакция сортов на пинцировку по числу зерен в колосе (% в числителе)
и место сорта по данному показателю (в знаменателе)

Сорт	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Амурская 75	$\frac{12,6}{10}$	$\frac{5,8}{12}$	$\frac{15,7}{3}$	$\frac{17,9}{12}$	$\frac{10,2}{12}$	$\frac{8,9}{10}$
Диамант	$\frac{16,0}{4}$	$\frac{9,3}{8,9}$	$\frac{22,9}{1}$	$\frac{19,5}{10}$	$\frac{19,0}{2}$	$\frac{16,5}{4}$
Заря	$\frac{14,8}{7}$	$\frac{10,4}{3,4}$	$\frac{12,2}{10}$	$\frac{23,3}{6}$	$\frac{11,0}{9}$	$\frac{7,7}{12}$
Краснозерная	$\frac{12,7}{9}$	$\frac{10,3}{5}$	$\frac{15,1}{4}$	$\frac{14,9}{13}$	$\frac{6,2}{14}$	$\frac{9,2}{8}$
Красная звезда	$\frac{4,3}{15}$	$\frac{-3,3}{14}$	$\frac{12,8}{8}$	$\frac{22,9}{7}$	$\frac{24,9}{1}$	$\frac{6,5}{13}$
Ленинградка	$\frac{15,0}{6}$	$\frac{10,0}{7}$	$\frac{11,8}{11}$	$\frac{26,7}{5}$	$\frac{15,1}{6}$	$\frac{9,5}{7}$
Лютесценс 1935/1	$\frac{13,7}{8}$	$\frac{10,2}{6}$	$\frac{12,5}{9}$	$\frac{21,5}{8}$	$\frac{1,9}{15}$	$\frac{11,7}{5}$
Мильтурум 162	$\frac{26,6}{1}$	$\frac{12,5}{2}$	$\frac{17,5}{2}$	$\frac{29,5}{1}$	$\frac{16,8}{4}$	$\frac{9,0}{9}$
Минская	$\frac{9,6}{12}$	$\frac{6,8}{11}$	$\frac{14,7}{5}$	$\frac{26,8}{4}$	$\frac{10,4}{11}$	$\frac{10,7}{6}$
Московская 21	$\frac{15,1}{5}$	$\frac{10,4}{3,4}$	$\frac{7,6}{14}$	$\frac{18,8}{11}$	$\frac{10,8}{10}$	$\frac{6,1}{14}$
Пионерка	$\frac{19,2}{3}$	$\frac{14,4}{1}$	$\frac{13,6}{7}$	$\frac{28,2}{3}$	$\frac{12,6}{7}$	$\frac{8,3}{11}$
Эритроспермум 841	$\frac{12,0}{11}$	$\frac{-5,2}{15}$	$\frac{7,9}{13}$	$\frac{20,1}{9}$	$\frac{15,9}{5}$	$\frac{21,5}{2}$
Ra 169/2	$\frac{20,1}{2}$	$\frac{9,3}{8,9}$	$\frac{14,2}{6}$	$\frac{29,2}{2}$	$\frac{18,6}{3}$	$\frac{18,6}{3}$
Red River 68	$\frac{5,2}{13}$	$\frac{7,4}{10}$	$\frac{7,1}{15}$	$\frac{-2,4}{15}$	$\frac{9,0}{13}$	$\frac{27,2}{1}$
W. S 1877	$\frac{4,9}{14}$	$\frac{-1,4}{13}$	$\frac{8,5}{12}$	$\frac{6,0}{14}$	$\frac{11,4}{8}$	$\frac{3,7}{15}$
НСП ₀₆	9,2	9,4	11,5	8,6	10,3	10,3

мичности «строительной конструкции». У высокостебельных сортов много материала затрачивается на создание нижних ярусов, не участвующих в наливе зерна. Тем убедительнее выглядит преимущество высокостебельной Ленинградки, имеющей очень высокий коэффициент использования. Стабильно низкий коэффициент был у Эритроспермум 841.

Не удалось обнаружить надежных связей изучаемых признаков с экологической характеристикой сортов (местные, инорайонные) или с их возрастом (старые и полученные сравнительно недавно сорта), возможно, из-за малочисленности представителей отдельных групп.

Во многих случаях в разные годы сорта менялись местами по значениям изучаемых признаков. Общее представление о масштабе этих изменений могут дать коэффициенты парной корреляции между одноименными показателями, полученными в разные годы (табл. 6). Чем эти коэффициенты выше, тем большее соответствие между результатами, полученными в разные годы (имеются в виду, конечно, не абсолют-

Реакция сортов на пинцировку по массе 1000 зерен (% в числителе) и место сорта по данному признаку (в знаменателе)

Сорт	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Амурская 75	$\frac{17,9}{12}$	$\frac{14,2}{5}$	$\frac{23,1}{6}$	$\frac{0,4}{13}$	$\frac{16,9}{10}$	$\frac{13,9}{5}$
Диамант	$\frac{20,6}{10}$	$\frac{14,9}{4}$	$\frac{17,0}{8}$	$\frac{3,6}{10}$	$\frac{17,4}{8,9}$	$\frac{6,8}{11}$
Заря	$\frac{34,8}{3}$	$\frac{22,9}{1}$	$\frac{44,7}{1}$	$\frac{24,1}{1}$	$\frac{26,8}{4}$	$\frac{15,2}{3}$
Краснозерная	$\frac{29,6}{5}$	$\frac{19,5}{2}$	$\frac{27,1}{5}$	$\frac{1,8}{11}$	$\frac{23,1}{6}$	$\frac{11,2}{6}$
Красная Звезда	$\frac{23,2}{8}$	$\frac{12,8}{7}$	$\frac{32,0}{2}$	$\frac{19,3}{3}$	$\frac{32,6}{1}$	$\frac{16,5}{1}$
Ленинградка	$\frac{34,5}{4}$	$\frac{12,5}{8}$	$\frac{9,4}{12}$	$\frac{7,7}{7}$	$\frac{9,9}{14}$	$\frac{7,8}{9,10}$
Лютесценс 1935/1	$\frac{16,6}{13}$	$\frac{9,1}{11}$	$\frac{9,2}{13}$	$\frac{-2,6}{15}$	$\frac{17,4}{8,9}$	$\frac{6,3}{12}$
Мильтурум 162	$\frac{8,7}{15}$	$\frac{4,3}{14}$	$\frac{4,2}{15}$	$\frac{1,0}{12}$	$\frac{9,6}{15}$	$\frac{7,8}{9,10}$
Минская	$\frac{21,7}{9}$	$\frac{9,4}{10}$	$\frac{15,5}{9}$	$\frac{8,7}{5}$	$\frac{13,9}{12}$	$\frac{8,8}{8}$
Московская 21	$\frac{19,5}{11}$	$\frac{8,2}{12,13}$	$\frac{5,2}{14}$	$\frac{7,0}{8}$	$\frac{16,2}{11}$	$\frac{0,0}{15}$
Пионерка	$\frac{25,6}{7}$	$\frac{17,3}{3}$	$\frac{11,9}{11}$	$\frac{7,9}{6}$	$\frac{24,0}{5}$	$\frac{5,0}{14}$
Эритроспермум 841	$\frac{9,0}{14}$	$\frac{4,0}{15}$	$\frac{22,1}{7}$	$\frac{21,7}{2}$	$\frac{22,2}{7}$	$\frac{14,8}{4}$
Ra 169/2	$\frac{27,0}{6}$	$\frac{8,2}{12,13}$	$\frac{14,3}{10}$	$\frac{-1,1}{14}$	$\frac{13,2}{13}$	$\frac{5,5}{13}$
Red River 68	$\frac{41,5}{1}$	$\frac{11,2}{9}$	$\frac{31,8}{3}$	$\frac{6,7}{9}$	$\frac{28,7}{2}$	$\frac{10,0}{7}$
W. S 1877	$\frac{40,4}{2}$	$\frac{14,0}{6}$	$\frac{28,5}{4}$	$\frac{17,3}{4}$	$\frac{27,2}{3}$	$\frac{16,2}{2}$
НСР ₀₅	9,7	6,5	9,5	7,4	9,6	6,0

ные показатели, а различия между сортами). Начнем с анализа традиционных показателей. Самые высокие коэффициенты корреляции получены для массы побега в фазу полного формирования зерна. Это сортовое различие мало меняется под влиянием метеорологических условий. На втором месте — число зерен в колосе. Оно в значительной мере зависит от метеорологических условий, складывающихся на ранних этапах развития растений, что и обуславливает высокую стабильность сортовых различий. Заметное несоответствие по этому показателю наблюдалось только между 1975 и 1976, 1977 гг. вследствие очень малого количества осадков и высокой температуры в период всходы — выход в трубку в 1975 г. На третьем месте находится продуктивность колоса. На стабильность различий в данном случае отрицательно повлияла сильная засуха в 1972 г. Причина этого — неодинаковая устойчивость к засухе во время налива зерна у разных сортов. В данном случае слабая повторяемость по сортам связана с изменением массы 1000 зерен, которая по стабильности занимает следующее за массой

Коэффициент использования массы побега (в числителе) и место сорта по этому показателю (в знаменателе)

Сорт	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Амурская 75	$\frac{0,44}{3-5}$	$\frac{0,52}{8-10}$	$\frac{0,46}{6}$	$\frac{0,59}{4}$	$\frac{0,49}{6-8}$	$\frac{0,42}{6}$
Диамант	$\frac{0,37}{11-14}$	$\frac{0,52}{8-10}$	$\frac{0,39}{11}$	$\frac{0,54}{8-10}$	$\frac{0,49}{6-8}$	$\frac{0,36}{12}$
Заря	$\frac{0,39}{8-10}$	$\frac{0,53}{5-7}$	$\frac{0,38}{12-13}$	$\frac{0,56}{7}$	$\frac{0,51}{4-5}$	$\frac{0,45}{3}$
Краснозерная	$\frac{0,37}{11-14}$	$\frac{0,51}{11-13}$	$\frac{0,38}{12-13}$	$\frac{0,60}{3}$	$\frac{0,47}{10-12}$	$\frac{0,41}{7-8}$
Красная Звезда	$\frac{0,49}{1}$	$\frac{0,52}{8-10}$	$\frac{0,42}{8-10}$	$\frac{0,53}{11}$	$\frac{0,38}{14}$	$\frac{0,39}{9}$
Ленинградка	$\frac{0,37}{11-14}$	$\frac{0,59}{1}$	$\frac{0,49}{4}$	$\frac{0,57}{5-6}$	$\frac{0,55}{2}$	$\frac{0,44}{4}$
Лютесценс 1935/1	$\frac{0,39}{8-10}$	$\frac{0,51}{11-13}$	$\frac{0,42}{8-10}$	$\frac{0,57}{5-6}$	$\frac{0,47}{10-12}$	$\frac{0,35}{13}$
Мильтурум 162	$\frac{0,41}{7}$	$\frac{0,49}{14}$	$\frac{0,45}{7}$	$\frac{0,50}{14}$	$\frac{0,43}{13}$	$\frac{0,34}{14}$
Минская	$\frac{0,43}{6}$	$\frac{0,54}{2-4}$	$\frac{0,42}{8-10}$	$\frac{0,52}{12}$	$\frac{0,53}{3}$	$\frac{0,38}{10}$
Московская 21	$\frac{0,44}{3-5}$	$\frac{0,53}{5-7}$	$\frac{0,50}{3}$	$\frac{0,54}{8-10}$	$\frac{0,56}{1}$	$\frac{0,43}{5}$
Пионерка	$\frac{0,39}{8-10}$	$\frac{0,51}{11-13}$	$\frac{0,47}{5}$	$\frac{0,51}{13}$	$\frac{0,47}{10-12}$	$\frac{0,41}{7-8}$
Эритроспермум 841	$\frac{0,35}{15}$	$\frac{0,40}{15}$	$\frac{0,36}{14}$	$\frac{0,46}{15}$	$\frac{0,36}{15}$	$\frac{0,32}{15}$
Ra 169/2	$\frac{0,37}{11-14}$	$\frac{0,54}{2-4}$	$\frac{0,35}{15}$	$\frac{0,54}{8-10}$	$\frac{0,48}{9}$	$\frac{0,37}{11}$
Red River 68	$\frac{0,44}{3-5}$	$\frac{0,53}{5-7}$	$\frac{0,56}{2}$	$\frac{0,66}{1}$	$\frac{0,49}{6-8}$	$\frac{0,51}{1}$
W. S 1877	$\frac{0,47}{2}$	$\frac{0,54}{2-4}$	$\frac{0,62}{1}$	$\frac{0,64}{2}$	$\frac{0,51}{4-5}$	$\frac{0,47}{2}$
НСР ₀₅	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04

зерна с колоса место. Помимо 1972 г., плохое соответствие с результатами других лет по этому показателю наблюдалось в 1973 г., отличающемся высокой температурой воздуха во время формирования зерна и малым количеством осадков в этот и предыдущий периоды.

Различия между сортами по числу растений на единицу площади сильно варьируют. Мы не можем назвать причин всех случаев несоответствия. Многие из них связаны с особенностями 1976 и 1977 гг., характеризующихся хорошей влагообеспеченностью и низкой температурой воздуха в начальные периоды развития растений. Различия в урожайности близки в сходные по влагообеспеченности годы: 1973 и 1975 (засушливые), 1976 и 1977 (влажные).

В целом сортовые различия в урожайности меньше меняются в зависимости от года, чем различия в числе растений на единицу площади, но больше, чем различия в других признаках, о которых упоминалось выше.

Коэффициенты корреляции между одноименными признаками в разные годы

Годы	Урожай зер- на с делян- ки	Число ра- стений с 1 рядка	Масса зерна с колоса	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен	Масса 25 побегов	Реакция на пинцировку			Коэффици- ент исполь- зования по- бега
							по массе зерна	по числу зерен	по массе 1000 зе- рен	
1972—1973	—	0,34	0,61*	0,70**	0,87***	0,62*	0,68**	0,68**	0,59*	0,28
1972—1974	—	0,49	0,47	0,93***	0,49	0,72**	0,15	0,48	0,53*	0,61*
1972—1975	—	0,55*	0,43	0,83***	0,30	0,74**	0,14	0,68**	0,25	0,37
1972—1976	—	0,52*	0,26	0,70**	0,06	0,74**	0,11	0,10	0,44	0,06
1972—1977	—	0,18	0,51*	0,73**	0,32	0,79***	0,18	0,06	0,22	0,44
1973—1974	0,43	0,57*	0,65**	0,79***	0,40	0,64**	0,24	0,31	0,61*	0,38
1973—1975	0,84***	0,74**	0,64**	0,61*	0,46	0,71**	—0,13	0,31	0,24	0,54*
1973—1976	0,52*	0,44	0,72**	0,86***	0,32	0,74**	—0,27	0,35	0,47	0,78**
1973—1977	0,06	0,55*	0,72**	0,76**	0,62*	0,55*	—0,43	0,10	0,30	0,58*
1974—1975	0,49	0,66**	0,63*	0,76**	0,57*	0,85***	0,21	0,46	0,64**	0,62*
1974—1976	0,79***	0,45	0,85***	0,82***	0,82***	0,85***	0,55*	0,26	0,79***	0,40
1974—1977	0,80***	0,19	0,64**	0,74**	0,68**	0,92***	0,45	0,11	0,80***	0,70**
1975—1976	0,61*	0,35	0,68**	0,48	0,75**	0,75**	0,45	0,36	0,63*	0,46
1975—1977	0,15	0,32	0,63*	0,50	0,56*	0,82***	—0,06	—0,31	0,62*	0,80***
1976—1977	0,73**	0,40	0,72**	0,70**	0,78**	0,77**	0,36	0,04	0,60*	0,56*

Примечание. В 1972 г. урожай не был учтен.

Сортовая специфика новых расчетных характеристик в целом выражена гораздо слабее, чем у традиционных показателей. В первую очередь это относится к реакции на пинцировку по массе и числу зерен на колос. Что же касается коэффициента использования массы побега и особенно реакции на пинцировку по массе 1000 зерен, то повторяемость сортовых характеристик в различные годы оказалась примерно такой же, как у массы 1000 зерен. Несоответствия прослеживались опять-таки в связи с особенностями формирования зерна в 1972 г. и налива зерна в 1972 и 1973 гг. Таким образом, коэффициент использования массы побега и реакция массы 1000 зерен на пинцировку могут быть использованы как сортовые признаки, характеризующие обеспеченность колоса ассимилятами, его аттрагирующую способность и эффективность налива (полноту использования ресурсов и ассимиляционных возможностей вегетативных частей растения).

Можно было ожидать, что наилучшее соответствие будет наблюдаться между годами, в которые получены примерно одинаковые средние для набора сортов значения показателей (табл. 2). Однако это не так. Очевидно, по средним для набора сортов значениям признака нельзя судить о степени соответствия сортовых различий в разные годы, потому что значение признака сильно изменяется под влиянием физиологических корреляций и компенсационных явлений [2, 5, 17].

Рассмотрим вариабельность характеристик, связанную с сортовыми различиями (табл. 7). Число растений на единицу площади варьирует в разные годы по-разному. Это означает, что в одни годы сортовые различия проявляются сильнее, в другие — слабее. Самое сильное колебание, обусловленное различиями сортов, наблюдалось в 1975 г. Этот год отличался чрезвычайно высокой температурой и малым количеством осадков в период до выхода в трубку. Наименьшее варьирование отмечено в 1976 и 1977 гг. с хорошей влагообеспеченностью вегетационного периода и невысокими температурами в начальный период развития зерна. На варьирование оказывают влияние метеорологические условия в период от выхода в трубку до колошения. Так, в 1974 г. в первый период развития растений температура была невысокой и выпало большое количество осадков, но затем наступила жар-

Коэффициенты вариации, обусловленные сортовыми различиями, в 1972—1977 гг.

Признаки	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Урожай зерна с делянки	—	47,9	70,2	50,6	45,4	51,7
Число растений с 1 рядка	27,8	21,3	26,1	33,2	13,6	15,3
Масса зерна с колоса	38,1	28,0	37,4	22,4	61,5	60,9
Число зерен в колосе	39,9	32,6	23,8	21,4	48,8	51,0
Масса 1000 зерен	44,2	25,6	26,5	20,4	22,4	17,8
Масса побега	27,6	20,4	40,7	23,9	26,3	38,6
Реакция на пинцировку:						
по массе зерна	15,9	18,0	21,3	23,0	19,4	15,2
по числу зерен	11,9	12,2	8,3	16,4	11,8	12,3
по массе 1000 зерен	18,1	10,5	21,6	17,9	15,0	9,6
Коэффициент использования массы побега	22,9	16,2	38,8	21,8	25,6	27,5

кая и сухая погода, что и обусловило довольно сильную дифференциацию сортов по рассматриваемому признаку. Чем выше среднее для набора сортов значение признака, тем слабее варьирование, иначе говоря, с улучшением условий уменьшаются различия между сортами, с ухудшением условий они увеличиваются.

Число зерен в колосе очень сильно зависит от погоды в начальный период развития растений [1, 3, 19]. Казалось, можно было бы ожидать, что здесь закономерности будут такими же, как и у числа растений на единицу площади. Однако получается обратная картина. С улучшением условий для развития посевов варьирование, связанное с сортовыми различиями, усиливается. В 1976 и 1977 гг. оно наибольшее, в 1975 и 1974 гг. — наименьшее. Столь различные связи сортового варьирования двух важнейших признаков — слагаемых урожайности — объясняются неодинаковой природой этого варьирования. Предельно возможное число растений на делянку определяется числом высеянных всхожих семян. Оно одинаково для всех сортов. Различия возникают за счет разной полевой всхожести и разной выживаемости или, иначе говоря, за счет разной устойчивости к неблагоприятным условиям, мешающим появлению максимально возможного числа растений. Иное дело — различия в числе зерен на колос. Они частично обусловлены указанными выше причинами. Но поскольку верхняя граница признака не задана, важную роль играет способность сорта использовать благоприятные условия для закладки большого числа репродуктивных зачатков, а затем и завязывания зерен. Поэтому наибольшее варьирование наблюдается в благоприятные годы. Однако нельзя утверждать, что чем больше варьирование, тем больше и значение признака. В 1977 г., например, отмечено самое сильное варьирование, а число зерен в колосе было меньше, чем в другие годы (кроме 1973). Отчасти это объясняется компенсационными явлениями. Чем больше растений выпадает, тем в общем больше завязывается зерен в колосе. Поэтому в 1975 г., несмотря на высокую температуру и малое количество осадков в начальный период развития растений, число зерен в колосе было больше, чем в 1977 г. Другая причина, возможно, заключается в двойственной природе изменения сортового варьирования числа зерен: вследствие различной устойчивости сортов к неблагоприятным условиям и вследствие различной реакции на благоприятные условия. В первом случае устанавливается положительная связь между средним значением признака и вариабельностью, во втором — отрицательная.

Колебания сортовой вариабельности массы 1000 зерен в основном определяются различиями в устойчивости к неблагоприятным для налива зерна условиям. Наименьшее варьирование наблюдалось в 1977 г.,

Коэффициенты вариации, обусловленные различиями в почвенном плодородии 1972 — 1977 гг.

Признаки	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Урожай зерна с делянки	—	19,3	24,5	15,7	11,8	15,8
Число растений с 1 рядка	11,6	6,4	9,2	7,2	9,5	10,1
Масса зерна с колоса	8,9	11,7	10,0	8,0	8,9	9,5
Число зерен в колосе	6,7	8,2	4,4	6,8	5,8	7,1
Масса 1000 зерен	8,2	6,2	7,5	4,1	5,8	4,4
Масса 25 побегов	5,7	9,5	7,1	7,0	4,4	6,2
Реакция на пинцировку:						
по массе зерна	10,1	9,2	8,1	8,3	11,0	9,2
по числу зерен	6,3	6,9	5,7	1,7	7,2	7,3
по массе 1000 зерен	6,3	4,7	6,2	5,4	6,5	4,3
Коэффициент использования массы побега	9,1	7,4	8,8	8,2	7,4	7,5

характеризуемся невысокими температурами и достаточным количеством осадков при формировании зерна. Метеорологические условия этого периода в значительной степени определяют успешность последующего налива зерна и урожайность в целом [9, 15]. Наибольшее варьирование отмечено в 1972 г. с исключительно неблагоприятными погодными условиями во время формирования и налива зерна. Соответственно наибольшая масса 1000 зерен была в 1977, наименьшая — в 1972 г. Таким образом, основная причина увеличения сортового варьирования массы 1000 зерен — разная реакция сортов на неблагоприятные условия формирования и налива зерна. Последний по времени образования элемент структуры урожая — масса 1000 зерен — предопределен физиологическими корреляциями между возможностями вегетативных органов растений и числом жизнеспособных зачатков зерен в предшествующие фазы развития. Чем мощнее вегетативная масса, тем больше завязывается зерен и тем меньше пластического материала приходится на 1 зерно. Во многих работах отмечается большая стабильность этого элемента структуры урожая по сравнению с другими элементами [4, 6, 13 и др.]. Таким образом, изменение сортового варьирования этого показателя происходит так же, как и числа растений на единицу площади, хотя в первом случае максимальное значение признака обусловлено физиологическими корреляциями, а во втором — посевной нормой. На то, что природа сортового варьирования крупности зерна связана с разной устойчивостью сортов к неблагоприятным условиям, указывает увеличение этого варьирования с уменьшением средней для набора сортов массой 1000 зерен.

Колебания по годам варьирования массы зерна на колос как признака, слагающегося из числа зерен на колос и массы 1000 зерен, зависят от колебаний по годам варьирования этих признаков. При этом большее значение имеет число зерен в колосе (большое варьирование в 1976 и 1977 гг.), хотя и разброс по крупности зерна тоже может играть немалую роль (1972 г.).

Варьирование урожая слагается из варьирования еще большего числа показателей, которые могут и усиливать и ослаблять сортовые различия урожайности. Очевидно поэтому варьирование урожайности довольно стабильно, лишь в 1974 г. оно несколько выше, чем в другие годы.

Не поддается какому-либо удовлетворительному объяснению колебание сортового варьирования массы побега по годам, а также таких сложных расчетных показателей, как реакция на пинцировку и коэффициент использования массы побега.

По степени варьирования на первом месте стоит урожайность, как наиболее сложный интегральный показатель. Варьирование элементов структуры урожайности заметно меньше. Вариабельность коэффициента использования массы стебля примерно такая же, как и элементов структуры урожая, а сортовое разнообразие его не меньше, чем элементов структуры. Реакция на пинцировку варьирует слабее, однако и здесь коэффициенты вариации достигают больших значений, что позволяет дифференцировать сорта по этому признаку. Рассматриваемый набор сортов следует считать случайным. Поэтому можно полагать, что обнаруженные здесь соотношения достаточно типичны.

В опытах получена сравнительно невысокая вариация, обусловленная различиями в почвенном плодородии (табл. 8), благодаря применению дисперсионного анализа, позволяющего исключить варьирование, связанное с различиями в почвенном плодородии отдельных частей опытного участка. Заметно больше других показателей варьирует урожайность. Довольно большими колебаниями отличается число растений на единицу площади и масса зерна на колос, коэффициент использования массы побега и реакция на пинцировку по массе зерна на колос. Что касается реакции на пинцировку по числу зерен и по массе 1000 зерен, то варьирование их невелико. Оно примерно такое же, как у числа зерен на колос и массы 1000 зерен. Особенно мало варьирует реакция на пинцировку по массе 1000 зерен. Как было показано выше, для этого показателя характерна и довольно высокая стабильность сортовых различий по годам.

Выводы

1. Реакция на пинцировку (удаление части колосков), выражающаяся в изменении (как правило, в увеличении) числа зерен, массы зерна и массы 1000 зерен в оставшихся колосках и характеризующая, как можно полагать, аттрагирующую активность колоса и уровень снабжения его пластическим материалом, у разных сортов яровой пшеницы различна.

2. Коэффициент использования массы побега также довольно сильно различается у разных сортов. У низкостебельных сортов он высокий вследствие их своеобразной архитектоники.

3. У некоторых сортов из года в год обнаруживались низкие или высокие значения реакции на пинцировку и коэффициента использования массы побега, но большинством сортов не отличалось постоянством указанных характеристик. Удовлетворительную стабильность в ряду лет показали реакция на пинцировку по массе 1000 зерен и коэффициент использования массы побега.

4. Сортовое разнообразие (по данным о 15 сортах яровой пшеницы) коэффициента использования массы побега примерно такое же, как числа растений на единицу площади, числа зерен на колос и массы 1000 зерен. Сортовое разнообразие реакции на пинцировку (по числу зерен на колос, массе 1000 зерен) несколько меньше.

5. Изменение сортового разнообразия по элементам структуры урожайности в разные годы может быть вызвано различной устойчивостью сортов к неблагоприятным условиям погоды или разной способностью их к использованию оптимальных условий роста и развития. Для числа растений на единицу площади и массы 1000 зерен исключительную роль играет первая причина. Вследствие этого сортовое разнообразие данных показателей в конкретный год тем больше, чем меньше средние для набора сортов значения этих признаков (что свидетельствует о неблагоприятных условиях вегетации). Изменение сортового разнообразия числа зерен на колос зависит от обеих причин, но доминирует вторая.

6. Вариабельность, вызванная пестротой почвенного плодородия, неодинакова для разных показателей. Она выше для числа растений на единицу площади и массы зерна на колос, коэффициента использования массы побега и реакции на пинцировку по массе зерна на колос и меньше для числа зерен на колос, массы 1000 зерен и реакции на пинцировку по этим показателям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтергот В. Ф., Мордкович С. С., Коваль В. Ф. Нарушение структуры колоса в результате теплового повреждения конуса нарастания пшеницы. — Физиол. и биохим. культурных раст., 1974, т. 6, с. 580—586. — 2. Беспятых Н. С. Влияние фонов питания, норм высева на урожай и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Тюменской области. — Научн. тр. Омск. с.-х. ин-та, 1975, т. 137, с. 81—86. — 3. Бурень В. М. Формирование колоса яровой пшеницы в условиях пониженной температуры на световой стадии. — Зап. Ленингр. с.-х. ин-та, 1972, т. 194, с. 45—47. — 4. Жуматов А. Ж. Изменение структуры урожая яровой пшеницы в условиях юго-востока Казахстана. — Тр. Казах. с.-х. ин-та, 1953, т. IV, вып. 1, с. 3—9. — 5. Коданев И., Гришулин А. Площади питания. Сроки посева. Качество зерна. — Земледелие, 1970, № 12, с. 40—41. — 6. Кондратьев Р. Б. Влияние метеорологических факторов на формирование урожая яровой пшеницы в Хакасии. — Тр. Краснояр. с.-х. ин-та, 1968, т. 19, с. 292—300. — 7. Коновалов Ю. Б. Налив зерна у различных сортов яровой пшеницы. — Изв. ТСХА, 1958, вып. 6, с. 17—20. — 8. Коновалов Ю. Б. Влияние некоторых факторов на результативность чеканки у яровой пшеницы. — Докл. ТСХА, 1961, вып. 72, с. 73—79. — 9. Коновалов Ю. Б. Развитие зерна яровой пшеницы в зависимости от метеорологических условий. — Изв. ТСХА, 1961, вып. 2, с. 26—39. — 10. Коновалов Ю. Б. Реакция различных сортов яровой пшеницы на пинцировку. — Докл. ТСХА, 1971, вып. 168, с. 109—113. — 11. Коновалов Ю. Б. Аттрагирующая активность развивающихся плодов, семян и перспективы использования ее в качестве селекционного признака. — В сб.: Физиол.-генетич. основы повышения продуктивности зерновых культур. М.: Колос, 1975, с. 34—43. — 12. Коновалов Ю. Б., Королева Л. И. Реакция сортов мягкой яровой пшеницы на пинцировку в различные годы. — Докл. ТСХА, 1974, вып. 204, с. 143—146. — 13. Кравцова З. Г. Рост и формирование элементов продуктивности яровой пшеницы в зависимости от влажности почвы (по материалам вегетационного опыта). — Тр. Дальневост. гидромелнорат. ин-та, 1974, вып. 48, с. 8—11. — 14. Кулешов Н. Н. Формирование, налив и созревание зерна яровой пшеницы. — Зап. Харьков. с.-х. ин-та, 1951, т. 7, с. 51—139. — 15. Максимов Н. А. Влияние засухи на физиологические процессы в растениях. — Избр. тр. по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М.: Изд-во АН СССР, 1952, т. 1, с. 507—517. — 16. Мединец В. Д. Зависимость урожая зерна озимой пшеницы от накопления надземной массы. — Вестн. с.-х. науки, 1967, № 1, с. 19—26. — 17. Михеев Л. А. Компенсация элементов структуры урожая у яровой пшеницы. — Научн. тр. Сиб. НИИСХ, 1972, т. 2 (18), с. 9—11. — 18. Таранов О. Н. Онтогенетические изменения физиологических процессов у твердой и мягкой пшениц. — Тр. Ин-та бот. АН Каз.ССР, 1962, т. 12, с. 39—51. — 19. Шиголев А. А., Понамарев Б. П. О связи числа колосков в колосе яровой пшеницы с агрометеорологическими условиями. — Тр. Центр. ин-та прогнозов, 1958, вып. 72, с. 3—11. — 20. Evans L. T., Bingham I., Roskams M. A. — Austr. J. biol. Sci., 1972, vol. 25, N 1, p. 1—8. — 21. Rawson N. M., Evans L. T. — Austr. J. biol. Sci., 1970, vol. 23, N 4, p. 753—774. — 22. Pinthus M. J., Millet E. — Ann. Bot., 1978, vol. 42, N 180, p. 839—848.

Статья поступила 4 января 1980 г.

SUMMARY

For 6 years new evidence which characterize the attractive activity of the ear, its providing with plastic material, the efficiency of grain forming were being studied: 1) the response to pinching by the number of grains, grain mass and by the mass of 1000 grains in the ears which remained after pinching; 2) the rate of utilization of shoot mass (the ratio of grain mass in the ear at the stage of complete ripeness to shoot mass before the beginning of intensive forming) in comparison with traditional characteristics (yielding capacity and its structure) in 15 varieties of soft spring wheat. Variations in the response to pinching by the mass of 1000 grains and the values of the rate of utilization of shoot mass in different varieties were stable enough in different years. The variation in new characteristics due to different soil fertility is not high. Variations by the number of plants per area unit, by the number of grains in the ear and by the mass of 1000 grains in different varieties depend on their resistance to unfavourable factors and on their ability to use favourable factors, one or another cause becoming dominant for certain elements of the yield structure.