

УДК 633.16:631.527

## ОЦЕНКА СОРТОВ ЯЧМЕНИЯ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ ПРИ ДВУХ СРОКАХ СЕВА

В.А. МИХКЕЛЬМАН

(Кафедра селекции и семеноводства полевых культур)

**На основании вычисленных коэффициентов корреляции между метеорологическими условиями и урожайностью ячменя разработан прием расчета прогноза урожайности. Даны характеристики сортов ячменя с учетом их реакции на метеорологические условия и срок сева. Сделан вывод о целесообразности использования двух сроков сева и сортов-маркеров при конкурсном сортоиспытании ячменя.**

При государственном сортоиспытании, а также на заключительных этапах селекционной работы постоянно возникает необходимость в сравнении и выборе из сортов одного или нескольких лучших. Ошибки выбора могут не только перечеркнуть многолетний труд селекционера, но и привести к просчетам в экономике. Так, за 10-летний период из рекомендованных производству новых 478 сортов зерновых, зернобобовых и крупяных культур далеко не все получили широкое распространение [4]. Это обусловлено не низкой потенциальной урожайностью сортов, допущенных к использованию, а недостаточной ее стабильностью [11, 29], которую трудно выявить в процессе создания сорта. Неконтро-

лируемые воздействия (метеорологические условия) могут значительно исказить ожидаемый результат [1, 8, 30]. Кратковременное и особенно длительное переувлажнение [10, 30], засушливые условия [31] снижают эффективность использования удобрений ячменем и пшеницей, что в большей степени сказывается на сортах интенсивного типа. Считается, что ввиду обеспеченности влагой в районах Нечерноземной зоны [6] урожайность зерновых культур должна быть довольно устойчивой. Ее колебания по годам, по данным [24], составляют преимущественно 10—15% к средней. Однако на примере учхоза ТСХА «Михайловское» за 14 лет (1975—1988 гг.) только в 6 из них (40% лет) урожайность ячменя колеба-

лась в указанных пределах, в 4 (30% лет) — наблюдалось большее отклонение от средней в сторону повышения, а еще в 4 (30% лет) — то же, но в сторону снижения (из-за засухи и высокой температуры). Это обстоятельство заставляет более внимательно относиться к результатам, полученным в конкурсном сортоиспытании зерновых культур в таких условиях.

На объективность оценки изучаемого материала могут значительно влиять и контролируемые условия (агротехнические приемы). Результаты, полученные в НИИ и ГСУ, могут не совпадать с производственными, полученными в той же зоне [27], что может определяться различиями в количествах удобрений, качестве работ и особенно в сроках сева. В селекционной работе нельзя не учитывать данного обстоятельства, так как изменчивость признаков ячменя, возникающая под влиянием условий внешней среды (т.е. модификация), может достигать значительных размеров [3, 7, 15, 17]. Поэтому предлагаемые для хозяйственного использования сорта должны обладать такой нормой реакции, которая позволила бы им максимально использовать благоприятные условия произрастания и слабо реагировать на неблагоприятные. Поиск методов, обеспечивающих более точную оценку сорта, является важным направлением в селекционной работе.

В задачу наших исследований входило изучить влияние метеорологических условий и срока сева на урожайность и хозяйственно-биологические характе-

ристики разных сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании.

### Методика

Работа проводилась в 1985—1995 гг. в секторе селекции и семеноводства полевых культур отдела разработки систем земледелия и животноводства Тимирязевской академии (УОХ «Михайловское»). На базе конкурсного сортоиспытания, в котором в разные годы было от 16 до 56 сортов, постоянно велись наблюдения за двумя селекционными константными номерами — № 76 и № 258 и семью сортами ярового ячменя — Носовский 9, Зазерский 85, Московский 2, Московский 3, Московский 121, Надя и Винер. Данные сорта созданы в основном в условиях Нечерноземной зоны, хорошо изучены, отработаны и поэтому представляют в известной мере типичный продукт селекции в этой зоне [5, 16—2, 23]. Они достаточно контрастны по многим хозяйственно-биологическим характеристикам, что позволяет находить существенные различия между ними.

Почва участка, на котором проводились испытания, дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание подвижных форм  $P_2O_5$  по Чирикову — 17,6;  $K_2O$  по Масловой — 16,8 мг на 100 г,  $pH_{сол}$  — 5,6.

Согласно классификации агрометеорологических условий, Московская область находится в 3-й зоне — умеренно теплой, достаточного увлажнения [6]. Средняя многолетняя температура мая, июня, июля и августа составляет соответственно 11,5, 15,8, 17,4,

15,5°С; норма осадков — 46, 68, 85 и 73 мм.

Агротехника была общепринятой для условий Московской области. Перед посевом минеральные удобрения вносили из расчета 90N90P90K. Посев проводили сеялкой СН-10Ц по типу применяемого в конкурсном сортоиспытании в 2 срока: 1-й — по достижении физиологической спелости почвы (обычный срок), 2-й — через 10 дней для создания контрастности условий произрастания растений. Норма высева — 5 млн всхожих семян на 1 га. Уборка однофазная комбайном САМПО—130. Урожай учитывали поделочно после достижения равновесной влажности зерна. Учетная площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>, повторность — 4-кратная.

Структуру урожая определяли по сноповым образцам с пробных площадок 0,25 м<sup>2</sup>. Устойчивость растений к полеганию оценивали по 9-бальной шкале. Дисперсионный и корреляционный анализы полученных данных проведены по Б.А. Доспехову [9].

### Результаты

За 11 лет эксперимента среднесуточная температура воздуха в мае, июне, июле и августе была соответственно 12,1, 16,4, 17,2 и 15,9°С; средняя сумма осадков — 44, 71, 77 и 69 мм\*, т.е. значения этих показателей оказались очень близкими к средним многолетним. Однако значения коэффициентов вариации среднесуточной температуры составляли 12, 14, 8 и 8%; а суммы осадков в эти месяцы — 47, 42, 36 и 45%, что говорит о более значительном разма-

хе колебаний данных показателей. Средняя урожайность 9 сортов ячменя за указанный период наблюдений — 34,6±3,4 ц/га. Максимальная урожайность была получена в 1985, 1987 и 1994 гг. — соответственно 50,1, 46,2 и 52,8 ц/га, средняя — в 1990 и 1993 гг. — 36,7 и 35,8 ц/га, ниже средней — в 1986, 1988 и 1991 гг. из-за обилия осадков, а в 1989, 1992 и 1995 гг. — из-за засухи.

Следует отметить, что запаздывание с севом (в нашем случае на 10 дней) снизило урожайность за годы эксперимента на 19% (с 38,2 до 30,9 ц/га). Наибольшее снижение наблюдалось в 1987, 1989 и 1993 гг., когда урожайность ячменя при 2-м сроке сева снизилась соответственно на 54, 50 и 64% (табл. 1). В 1987 г. это было вызвано тем, что при позднем сроке сева растения в большей степени «страдали» от засушливых условий в межфазный период колосения — полная спелость; в 1989 г. причиной снижения урожайности явились дефицит влаги и самая высокая за данные годы среднесуточная температура в период сев — колосения, в 1993 г. — обилие осадков во второй половине вегетации, определившие сильное полегание растений в начале фазы налива зерна. Метеорологические условия в годы, входящие в одну из упомянутых групп, имели много общего (табл. 2).

---

\* Автор благодарит коллектив НПЦ ДАГМИ Росгидромета агрометеостанции «Михайловское» за полученную информацию.

Т а б л и ц а 1

**Средняя урожайность (ц/га) 9 сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании в 1985—1995 гг.**

| Показатель              | Срок сева | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | Среднее |
|-------------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Урожайность             | 1         | 50,1 | 32,7 | 60,2 | 30,1 | 35,4 | 36,6 | 34,9 | 12,0 | 43,4 | 54,1 | 30,6 | 38,2    |
|                         | 2         | 50,2 | 25,6 | 32,3 | 26,9 | 17,6 | 37,0 | 27,2 | 15,8 | 27,8 | 51,6 | 28,1 | 30,9    |
| Процент к первому сроку |           | 100  | 78   | 54   | 89   | 50   | 104  | 78   | 132  | 64   | 95   | 92   | 81      |
| Среднее по двум срокам  |           | 50,1 | 29,1 | 46,2 | 28,5 | 26,5 | 36,7 | 31,5 | 13,9 | 35,8 | 52,8 | 29,4 | 34,6    |

Т а б л и ц а 2

**Метеорологические условия и прогноз урожайности ячменя в 1985—1995 гг.**

| Показатель   | 1985         | 1986         | 1987         | 1988         | 1989         | 1990         | 1991         | 1992         | 1993         | 1994         | 1995         | Среднее | Норма |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|-------|
| <i>Май — июнь</i>  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |         |       |
| Сумма осадков  | 148<br>1,30  | 138<br>1,21  | 162<br>1,42  | 89<br>0,78   | 52<br>0,46   | 108<br>0,95  | 125<br>1,10  | 49<br>0,44   | 139<br>1,22  | 154<br>1,35  | 103<br>0,90  | 115     | 114   |
| Среднесуточная температура                                     | 13,1<br>1,04 | 15,1<br>0,90 | 14,0<br>0,97 | 15,8<br>0,86 | 16,4<br>0,83 | 12,0<br>1,13 | 15,5<br>0,88 | 13,7<br>0,99 | 13,5<br>1,01 | 11,7<br>1,16 | 15,9<br>0,85 | 14,2    | 13,6  |
| <i>Июль — август</i>   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |         |       |
| Сумма осадков, мм  | 96           | 185          | 122          | 166          | 198          | 207          | 175          | 65           | 187          | 98           | 102          | 145     | 158   |
| Средняя суточная температура, °С                               | 16,9         | 16,2         | 15,0         | 18,0         | 17,1         | 16,1         | 16,6         | 17,9         | 15,5         | 16,0         | 16,4         | 16,5    | 16,4  |
| Общий метеорологический индекс за май — июнь, I <sub>общ</sub> | 1,35         | 1,09         | 1,38         | 0,68         | 0,38         | 1,07         | 0,97         | 0,44         | 1,23         | 1,57         | 0,77         |         |       |
| Прогноз урожайности, ц/га                                      | 47           | 38           | 48           | 24           | 14           | 37           | 33           | 16           | 42           | 54           | 27           | 34,5    |       |
| Фактическая урожайность, ц/га                                  | 50,1         | 29,1         | 46,2         | 28,5         | 26,5         | 36,7         | 31,5         | 13,9         | 35,8         | 52,8         | 29,4         | 34,6    |       |

П р и м е ч а н и я: 1. Числитель — абсолютное выражение показателя (мм, °С), знаменатель — индекс показателя (I<sub>ос.</sub>, I<sub>т.</sub>). 2. Коэффициент корреляции между прогнозом и фактической урожайностью равен 0,91<sup>\*\*\*</sup>.

В трудах многих исследователей [13, 21, 26, 28] отмечается, что метеорологические условия наиболее существенно влияют на урожай ячменя в межфазный период всходы — колошение, который в нашей зоне выпадает на май и июнь. Исходя из этих данных метеорологическую информацию по сумме осадков и среднесуточной температуре мы сгруппировали в 2 блока: за май — июнь и июль — август. Согласно результатам корреляционного анализа, более сильная связь существует между суммой осадков за май — июнь с урожайностью при 1-м и 2-м сроках сева ( $r = 0,81^{**}$ ,  $r = 0,72^*$ ), чем между суммой осадков за весь вегета-

ционный период (май — август) и урожайностью ( $r = 0,52$  и  $r = 0,24$ ). Сумма осадков во второй половине вегетации (колошение — полная спелость) не оказала существенного влияния на урожай, точнее не было выявлено определенной направленности ее воздействия. В период посев — колошение (май — июнь) ярового ячменя наблюдалась обратная связь среднесуточной температуры воздуха с урожайностью; коэффициенты корреляции соответственно для 1-го и 2-го сроков сева равнялись  $-0,40$  и  $-0,69^*$ . Высокая среднесуточная температура в июле — августе также вела к снижению урожая: соответственно  $r = -0,73^{**}$  и  $r = -0,36$  (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Коэффициенты корреляции ( $r$ ) между суммой осадков, среднесуточной температурой воздуха и урожайностью ячменя ( $t_{05} = 0,60$ ;  $t_{01} = 0,73$ )

| Срок сева    | Осадки     |               |              | Среднесуточная температура |               |              |
|--------------|------------|---------------|--------------|----------------------------|---------------|--------------|
|              | май — июнь | июль — август | май — август | май — июнь                 | июль — август | май — август |
| 1-й          | 0,81       | 0,01          | 0,52         | -0,40                      | -0,73         | -0,61        |
| 2-й          | 0,72       | -0,26         | 0,24         | -0,69                      | -0,36         | -0,68        |
| За два срока | 0,83       | -0,12         | 0,43         | -0,57                      | -0,60         | -0,70        |

Таким образом, как осадки, так и температура воздуха в определенных периоды развития ячменя оказывают существенное влияние на урожай.

С целью определения совместного действия этих разнородных факторов их значения были переведены в относительные показатели — индексы (коэффициенты). Таким приемом пользуются при изучении многофакторного взаимодействия явлений [13, 16]. При

расчете индекса осадков ( $I_{ос}$ ) их сумму за конкретный год или период ( $\Pi$ ) нужно разделить на среднее значение этого показателя или стандарт —  $\Pi_x$ . Тогда формула для расчета индекса примет следующий вид:

$$I_{ос} = \Pi_r / \Pi_x$$

При отрицательной связи фактора с урожаем (в нашем случае это среднесуточная температура) индекс фактора ( $I_r$ ) рассчитываем как частное от деления средней

многолетней температуры на температуру в данном году:

$$I_t = \frac{\Pi_x}{\Pi_r}$$

Конкретный расчет проведем на примере 1985 г. (табл. 2). За май и июнь выпало 148 мм осадков при средних многолетних 114 мм, следовательно

$$I_{ос} = 148 : 114 = 1,30.$$

Среднесуточная температура за этот же период 13,1°С, средняя многолетняя — 13,6°С, т.е.

$$I_t = 13,6 : 13,1 = 1,04.$$

Общий метеорологический индекс ( $I_{общ}$ ) за тот же период, по которому можно судить об общем влиянии осадков и температуры на урожай, представляет собой произведение индивидуальных индексов:

$$I_{общ} = 1,30 \times 1,04 = 1,35.$$

Из-за отсутствия четкой связи между метеорологическими показателями за июль — август с урожайностью проведение индексации не имеет смысла. Сравнив урожайность со значениями  $I_{общ}$  (табл. 1 и 2), можно убедиться в их соответствии. Поэтому, зная среднюю многолетнюю урожайность и имея информацию о температуре и осадках, можно путем умножения урожайности на общий метеорологический индекс за май — июнь уже в начале июля прогнозировать урожайность в данном году.

Существуют и другие способы прогнозирования урожайности [12, 25—27], но предлагаемый нами прием достаточно прост и позволяет не только составить представление о направленности действия изучаемых факторов, но и получить надежный прогноз урожайности.

За 11 лет наблюдений коэффи-

циент корреляции между прогнозируемой и фактической урожайностью составил 0,91\*\* (табл. 2), т.е. вероятность прогноза равна 83% (коэффициент детерминации). Таким образом, при  $I_{общ} = 0,77$  и ниже, что наблюдается при выпадении осадков меньше нормы и высокой среднесуточной температуре, имеется большая вероятность снижения урожайности на 20% и более по сравнению со средней многолетней.

За длительный период наблюдений средние значения суммы осадков и температуры за первую и вторую половину вегетации были очень близки к норме. Это позволяет предположить, что урожайность, установленная для каждого сорта, является именно такой в данной местности при данных агроусловиях и может служить своего рода средней многолетней для конкретного сорта.

В нашем случае сорта по урожайности разделились на следующие группы: в первую вошли сорта Носовский 9, Зазерский 85, Московский 2 и Московский 3 со средней урожайностью за 11 лет при 1-м сроке сева 39,7—41,7 ц/га; во вторую — сорта Московский 121, Надя и № 76 с урожайностью 35,9—36,9 ц/га. У сорта Винер была самая низкая урожайность — 34,5 ц/га. Селекционный № 258 с урожайностью 37,8 ц/га занял промежуточное положение между первой и второй группами. При 2-м сроке сева средняя урожайность сортов первой группы составила 31,3—32,9, второй — 28,9—30,4 ц/га, т.е. произошло относительное сближение урожайности этих групп. У сорта Винер урожайность снизилась до 26,8 ц/

га. Лидером при позднем сроке сева стал № 258—34,0 ц/га. Следовательно, при 2-м сроке сева создаются менее благоприятные условия для растений, что приводит к уменьшению разности в урожайности и некоторому перераспределению рангов сортов. Такое явление наблюдалось не только при 2-м сроке сева, но и в годы (1989, 1992 и 1995) с дефицитом влаги и высокой среднесуточной температурой в мае — июне, когда  $I_{\text{общ}}$  были равны соответственно 0,38; 0,44 и 0,77. Сорта попадают в так называемую «зону неопределенности» [27], где трудно достоверно различить их по хозяйственно-биологическим характеристикам и провести правильный отбор.

Представим себе вполне возможную ситуацию. Например, на сортоучастках нашей зоны стандартами служат сорта Носовский 9 или Зазерский 85. В очень благоприятные годы (1985, 1987 и 1994) их урожайность была на 16% выше средней урожайности сортов Московский 121 и Надя при 1-м сроке сева и на 8% — при 2-м. В сухие и жаркие 1989, 1992 и 1995 гг., особенно при позднем сроке сева, разница сократилась до 5% (табл. 4). В таких случаях (это 27% лет в условиях Московской области) отобранными могут оказаться сорта типа Московский 121 и даже Винер, не говоря уже о № 258, который был лидером при данных условиях, а при других — полегал и давал низкий урожай. Отбор затруднен не только из-за небольших различий в урожайности испытываемых сортов, но также и из-за увеличения ошибки опыта, связанной с неблагоприятными

погодными условиями. Если в обычные годы НСР<sub>05</sub> в относительном выражении колебалась от 5,3 до 11,7%, то в засушливые — от 14 до 25%. В годы, когда в мае — июне не было дефицита влаги, а среднесуточная температура соответствовала или оказывалась ниже нормы, наблюдались хорошо выраженные сортовые различия ячменя, которые и определяют урожай сорта.

Рассмотрим несколько контрастных по морфобиологическим характеристикам сортов. Например, сорт Зазерский 85 отличается наибольшей устойчивостью к полеганию, что имеет важное значение при формировании урожая. Кроме того, он характеризуется наибольшими озерненностью и продуктивностью главного колоса, продуктивностью растения и массой 1000 зерен (табл. 5). Сорт Носовский 9, несмотря на среднюю устойчивость к полеганию, относительно высокорослый, но также является лидером по урожайности, что объясняется хорошей сохранностью растений к уборке, высокими продуктивной кустистостью, массой 1000 зерен и продуктивностью растения. Самая низкая устойчивость к полеганию была у сорта Винер. Это вело к снижению значений всех показателей урожайности, а в конечном итоге — к снижению урожая. Во многих работах установлена связь между урожайностью и наиболее важными ее элементами [2, 14, 22, 23].

Поскольку каждый элемент вносит свою долю в формирование урожая, важно знать их совместный вклад. Для его определения

Таблица 4

Реакция сортов ячменя на метеорологические условия и срок сева  
(средняя урожайность по группам лет, ц/га)

| Сорт                     | Выше средней —<br>1985, 1987, 1994 |             |                      | Средняя —<br>1990, 1993 |             |                       | Ниже средней при условиях            |             |                      |                              |             |                      |
|--------------------------|------------------------------------|-------------|----------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|-------------|----------------------|
|                          |                                    |             |                      |                         |             |                       | переувлажнения —<br>1986, 1988, 1991 |             |                      | засухи — 1989,<br>1992, 1995 |             |                      |
|                          | 1-й<br>срок                        | 2-й<br>срок | % к<br>1-му<br>сроку | 1-й<br>срок             | 2-й<br>срок | % к 1-<br>му<br>сроку | 1-й<br>срок                          | 2-й<br>срок | % к<br>1-му<br>сроку | 1-й<br>срок                  | 2-й<br>срок | % к<br>1-му<br>сроку |
| <i>I группа сортов</i>   |                                    |             |                      |                         |             |                       |                                      |             |                      |                              |             |                      |
| Носовский 9              | 56,9                               | 48,1        | 81                   | 44,1                    | 32,4        | 73                    | 36,4                                 | 29,7        | 82                   | 27,4                         | 21,3        | 78                   |
| Зазерский 85             | 58,7                               | 45,7        | 78                   | 41,9                    | 35,8        | 85                    | 37,1                                 | 27,9        | 75                   | 25,8                         | 19,7        | 76                   |
| Среднее                  | 59,1                               | 46,9        | 79                   | 43,0                    | 34,1        | 79                    | 36,7                                 | 28,8        | 78                   | 26,6                         | 20,5        | 77                   |
| <i>II группа сортов</i>  |                                    |             |                      |                         |             |                       |                                      |             |                      |                              |             |                      |
| Московский               |                                    |             |                      |                         |             |                       |                                      |             |                      |                              |             |                      |
| 121                      | 50,0                               | 43,4        | 87                   | 39,0                    | 34,5        | 88                    | 29,5                                 | 23,6        | 80                   | 26,0                         | 21,2        | 82                   |
| Надя                     | 49,7                               | 43,0        | 87                   | 41,3                    | 31,1        | 75                    | 32,3                                 | 25,7        | 80                   | 25,9                         | 22,0        | 85                   |
| Среднее                  | 49,8                               | 43,2        | 87                   | 40,1                    | 32,8        | 81                    | 30,9                                 | 24,6        | 80                   | 25,9                         | 21,6        | 83                   |
| % к I группе             | 84                                 | 92          | —                    | 93                      | 96          | —                     | 84                                   | 85          | —                    | 97                           | 105         | —                    |
| <i>III группа сортов</i> |                                    |             |                      |                         |             |                       |                                      |             |                      |                              |             |                      |
| Винер                    | 47,8                               | 36,6        | 77                   | 37,5                    | 26,4        | 70                    | 28,2                                 | 23,9        | 85                   | 25,7                         | 20,1        | 78                   |
| % к I группе             | 81                                 | 62          | —                    | 87                      | 77          | —                     | 77                                   | 83          | —                    | 97                           | 98          | —                    |
| <i>IV группа сортов</i>  |                                    |             |                      |                         |             |                       |                                      |             |                      |                              |             |                      |
| № 258                    | 53,8                               | 48,2        | 90                   | 38,5                    | 33,8        | 88                    | 31,9                                 | 31,0        | 97                   | 27,3                         | 22,8        | 84                   |
| % к I группе             | 90                                 | 103         | —                    | 89                      | 99          | —                     | 87                                   | 108         | —                    | 102                          | 111         | —                    |

воспользуемся способом, который уже применялся при расчете  $I_{обд}$  для метеорологических условий. Значения таких показателей, как устойчивость растений к полеганию, число растений к уборке на единице площади, продуктивная кустистость, число зерен, масса зерна и масса 1000 зерен главного колоса, масса зерна с растения, переведем в индексы соответствующих показателей, а произведение их даст значение общего индекса, комплексно характеризующего сорт. Именно произведение индивидуальных индексов, а не их сложение! Это хорошо видно из следующего примера. Допустим у сорта А число растений на едини-

цу площади — 300 шт/м<sup>2</sup>, продуктивная кустистость — 3, масса зерна с колоса — 0,50 г, урожайность — 45 ц/га. Все эти значения равнялись средним по опыту, т.е. индекс каждого показателя был 1,0. Общий индекс сорта, вычисленный путем умножения ряда индексов, был равен 1,0, путем сложения — 3,0. У другого сорта Б указанные показатели соответственно составляли: 210 шт/м<sup>2</sup>, 2,4 и 0,75 г, 37,8 ц/га, а их индексы равнялись 0,70, 0,80 и 1,50. В этом случае общий индекс, полученный умножением, — 0,84, сложением — 3,00. Таким образом, значение индекса 0,84 реально отражает отрицательное влияние изре-



Таблица 5

Характеристика сортов ячменя в годы\*, различающиеся по метеорологическим условиям в период посев — колошение, при 1-м (числитель) и 2-м (знаменатель) сроках сева

| Показатель                                   | Носовский 9                | Зазерский 85               | Московский 121             | Надя                       | Винер                      |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Устойчивость к полеганию, балл:              |                            |                            |                            |                            |                            |
| А  | <u>5,8</u><br>6,9          | <u>8,7</u><br>8,1          | <u>4,2</u><br>6,0          | <u>6,3</u><br>7,5          | <u>3,5</u><br>5,6          |
| Б  | <u>8,5</u><br>9,0          | <u>9,0</u><br>9,0          | <u>8,5</u><br>8,8          | <u>8,7</u><br>8,8          | <u>7,7</u><br>8,5          |
| Б2, % к А1                                   | 155                        | 103                        | 209                        | 140                        | 243                        |
| Число растений к уборке, шт/м <sup>2</sup> : |                            |                            |                            |                            |                            |
| А  | <u>310</u><br>308          | <u>290</u><br>298          | <u>325</u><br>246          | <u>299</u><br>292          | <u>283</u><br>263          |
| Б  | <u>259</u><br>215          | <u>241</u><br>224          | <u>247</u><br>192          | <u>257</u><br>233          | <u>267</u><br>237          |
| Б2, % к А1                                   | 69                         | 77                         | 59                         | 78                         | 83                         |
| Высота растений, см:                         |                            |                            |                            |                            |                            |
| А  | <u>85</u><br><u>79</u>     | <u>73</u><br><u>69</u>     | <u>86</u><br><u>81</u>     | <u>80</u><br><u>76</u>     | <u>91</u><br><u>86</u>     |
| Б  | <u>56</u><br><u>53</u>     | <u>52</u><br><u>53</u>     | <u>56</u><br><u>58</u>     | <u>57</u><br><u>55</u>     | <u>60</u><br><u>58</u>     |
| Б2, % к А1                                   | 62                         | 73                         | 67                         | 69                         | 64                         |
| Продуктивная кустистость:                    |                            |                            |                            |                            |                            |
| А  | <u>2,66</u><br><u>2,32</u> | <u>2,29</u><br><u>2,13</u> | <u>2,68</u><br><u>2,33</u> | <u>2,77</u><br><u>2,21</u> | <u>2,49</u><br><u>2,31</u> |
| Б  | <u>1,60</u><br>1,70        | <u>1,63</u><br>1,57        | <u>1,63</u><br>1,77        | <u>1,53</u><br>1,60        | <u>1,57</u><br>1,63        |
| Б2, % к А1                                   | 64                         | 69                         | 66                         | 58                         | 65                         |
| Число зерен на главном колосе, шт.:          |                            |                            |                            |                            |                            |
| А  | <u>18,5</u><br>18,0        | <u>20,8</u><br>19,6        | <u>19,9</u><br>19,8        | <u>18,4</u><br>17,8        | <u>18,9</u><br>17,9        |
| Б  | <u>15,4</u><br>14,6        | <u>17,6</u><br>16,6        | <u>16,4</u><br>16,4        | <u>15,6</u><br>14,6        | <u>14,7</u><br>14,3        |
| Б2, % к А1                                   | 79                         | 80                         | 82                         | 79                         | 76                         |

\*Здесь и в табл. 6: А — годы (8 лет) без дефицита влаги и средней и ниже средней температурой воздуха в мае — июне; Б — годы (1989, 1992, 1995) со значительным дефицитом осадков и выше средней температурой воздуха; А1, А2, Б1, Б2 — год и срок сева.

| Показатель                             | Носовский 9         | Зазерский 85        | Московский 121      | Надя                | Винер               |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Масса зерен с главного колоса, г:      |                     |                     |                     |                     |                     |
| А                                      | $\frac{0,82}{0,78}$ | $\frac{0,90}{0,83}$ | $\frac{0,81}{0,87}$ | $\frac{0,76}{0,75}$ | $\frac{0,71}{0,70}$ |
| Б                                      | $\frac{0,54}{0,51}$ | $\frac{0,66}{0,56}$ | $\frac{0,62}{0,62}$ | $\frac{0,56}{0,50}$ | $\frac{0,54}{0,50}$ |
| Б2, % к А1                             | 62                  | 62                  | 77                  | 66                  | 70                  |
| Масса 1000 зерен с главного колоса, г: |                     |                     |                     |                     |                     |
| А                                      | $\frac{44,6}{44,3}$ | $\frac{45,2}{43,6}$ | $\frac{41,2}{44,8}$ | $\frac{42,4}{43,3}$ | $\frac{40,4}{40,9}$ |
| Б                                      | $\frac{42,9}{41,6}$ | $\frac{42,4}{42,2}$ | $\frac{42,3}{43,8}$ | $\frac{43,7}{41,8}$ | $\frac{42,5}{43,1}$ |
| Б2, % к А1                             | 93                  | 93                  | 106                 | 99                  | 107                 |
| Масса зерна с растения, г:             |                     |                     |                     |                     |                     |
| А                                      | $\frac{1,83}{1,43}$ | $\frac{1,87}{1,46}$ | $\frac{1,78}{1,70}$ | $\frac{1,82}{1,40}$ | $\frac{1,54}{1,41}$ |
| Б                                      | $\frac{0,92}{0,79}$ | $\frac{1,09}{0,80}$ | $\frac{0,98}{0,92}$ | $\frac{0,87}{0,72}$ | $\frac{0,91}{0,76}$ |
| Б2, % к А1                             | 43                  | 43                  | 52                  | 40                  | 49                  |

женности и уменьшения продуктивной кустистости на урожайность и показывает, что компенсации за счет повышенной продуктивности колоса не произошло. Если судить о сортах А и Б по общим индексам, вычисленным путем сложения (т.е. 3 и 3), то уловить различия между сортами невозможно.

Для ясности проведем расчет индекса такого показателя, как устойчивость растений к полеганию. В высокоурожайном 1994 г. сорта Носовский 9, Зазерский 85, Московский 121, Надя и Винер при 1-м сроке сева характеризовались следующими значениями устойчивости растений к полеганию — 5,9, 9,0, 3,0, 6,0 и 2,5 балла, в среднем — 5,3 балла. Индексы этого показателя по сортам были равны 1,11, 1,70, 0,57, 1,13 и

0,47. Подобный расчет провели по остальным 6 показателям. Умножение полученных значений индексов по каждому сорту дало значение общего индекса — по сортам 1,47, 1,81, 0,62, 1,08 и 0,24. Зная урожайность этих сортов (55,9, 56,9, 51,6, 55,2 и 46,2 ц/га), можно определить связь значений общих индексов с урожайностью. Коэффициент корреляции в данном году равнялся 0,94<sup>\*\*\*</sup>. Для того чтобы определить связь общего индекса сорта с урожайностью за ряд лет, нужно значения урожайности также перевести в индексы и после этого провести корреляционный анализ. На первый взгляд все это кажется громоздким и сложным, однако информативность и лаконичность получаемых данных стоят того. Например, обширный материал по

структуре урожая (табл. 5) преобразуется в краткий перечень общих индексов, характеризующих сорта в разных (например, метеорологических) условиях и при разных сроках сева. Из приведенных в табл. 6 данных видно хорошее соответствие уровней урожайности значениям общего индекса сорта в годы, так называемые благоприятные, когда в период посева — колошение (май, июнь) количество осадков было равным или больше нормы, а среднесуточная температура ниже средней многолетней. В годы с общим метеорологическим индексом 0,77 и меньше межсортные различия сглаживались и не оказывали четко направленного действия на урожай. Это видно из результатов корреляционного анализа значений общего индекса сорта и урожайности этих сортов по годам и группам лет (табл. 7). В благоприятные годы (8 лет, 40 пар значений) коэффициент корреляции между общим индексом и урожайностью при 1-м сроке сева составил 0,61", при 2-м — 0,66", в засушливые годы (3 года, 15 пар значений) — соответственно срокам сева — 0,32 и —0,05. Это говорит о том, что в условиях Московской области в каждом 3-м или 4-м году (27% лет) объективную информацию о сорте получить очень трудно. Для решения этой задачи необходимо обеспечить выполнение как минимум 3 условий. Первое — это наличие критерия, по которому можно судить о типе года для ячменя. Таким критерием служит общий метеорологический индекс за первую половину вегетации (май — июнь). Если его значение 0,77 и меньше, год можно отнести к ряду экстремальных. Второе —

необходимо на месте создавать ситуацию, имитирующую неблагоприятные условия для развития ячменя. Для этого можно использовать 2 срока сева: оптимальный и поздний (через 10 дней). Третье — наличие сортов-маркеров, т.е. хорошо изученных в течение многих лет сортов, которые в отличие от «положительных» сортов-стандартов могут нести и явно отрицательные признаки.

Итак, когда в отмеченные годы ориентиры для отбора лучших форм утрачиваются, остается метод сравнения реакции испытываемых сортов на меняющиеся условия с реакцией сортов-маркеров. Здесь возможны 2 варианта. Вариант первый — сорта испытывают в течение 2 лет. При этом условия 1-го года должны быть аналогичными условиям одной из групп, отнесенных нами к так называемым благоприятным. Информации о сортах в такой год будет основной, базисной, поскольку в этих условиях сортовые различия по урожайности хорошо дополняются значениями структуры урожая (табл. 6 и 7). Во 2-й — засушливый — год при 1-м сроке сева колебание урожайности по сортам незначительное — от 25,7 ц/га у сорта Винер до 27,4 ц/га у сорта Носовский 9, т.е. разница 6,2% (табл. 4). Поэтому результаты этого года не отразятся на ранжировке сортов по средним значениям урожайности. Но именно в такие годы возрастает роль 2-го срока сева для установления степени интенсивности изучаемых сортов. У сортов типа Носовский 9 и Зазерский 85 урожайность снизилась на 23%, тогда как у среднеурожайных сортов — на 17% (табл. 4); у первых в большей степени снизилась продуктив-

ность колоса и особенно масса 1000 зерен, чем у последних. Кроме того, нужно иметь в виду, что высокорослый сорт экстенсивного типа Винер и в засушливых условиях относительно выше других. Средняя высота его растений 3 года была 60 см, а у Носовского 9 и Зазерского 85 — соответственно 56 и 52 см (табл. 5). Поэтому по результатам 2-летних испытаний можно не только провести браковку, но и выявить группу лидеров. Вариант второй — сорта испытывают 1-й год в засушливых условиях для нашей зоны. Вряд ли тогда удастся провести надежный отбор. Сравнивая изучаемый материал с сортами-маркерами, можно ограничиться только осторожной браковкой высокорослых сортов со средней

и ниже средней для этого года урожайностью при 1-м сроке сева и незначительном снижении ее при 2-м. Эти параметры присущи экстенсивным и среднеурожайным сортам ячменя.

### Выводы

1. При изучении многофакторного явления (влияние осадков и температуры на урожай, роль признаков растений в формировании урожая и тому подобное) целесообразно значения показателей разной размерности перевести в индексное выражение (коэффициенты). Индекс — это частное от деления значений показателя года на среднее (базисное) значение. Умножение значений частных индексов дает общий индекс, комплексно характеризующий явление.

Таблица 6  
Средняя урожайность сортов ячменя за благоприятные (А) и неблагоприятные (Б) годы, выраженная в центнерах на 1 га (числитель), и общий индекс сорта (знаменатель)

| Сорт           | А           |             | Б           |             |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                | срок сева   |             |             |             |
|                | 1-й         | 2-й         | 1-й         | 2-й         |
| Носовский 9    | <u>49,1</u> | <u>38,4</u> | <u>27,4</u> | <u>21,3</u> |
|                | 1,13        | 1,09        | 0,91        | 0,90        |
| Зазерский 85   | <u>48,1</u> | <u>37,3</u> | <u>25,8</u> | <u>19,7</u> |
|                | 1,78        | 1,31        | 1,45        | 1,11        |
| Московский 121 | <u>41,5</u> | <u>35,7</u> | <u>26,0</u> | <u>21,2</u> |
|                | 0,83        | 1,10        | 1,11        | 1,37        |
| Надя           | <u>42,7</u> | <u>34,6</u> | <u>25,9</u> | <u>22,0</u> |
|                | 1,07        | 0,97        | 0,86        | 0,79        |
| Винер          | <u>39,3</u> | <u>30,0</u> | <u>25,7</u> | <u>20,1</u> |
|                | 0,40        | 0,59        | 0,75        | 0,84        |

2. Установлено хорошее соответствие между общим метеорологическим индексом за май — июнь месяцы с урожайностью

ячменя в конкурсном сортоиспытании. Прогноз урожайности равен 83%.

3. Общий индекс (произведение

Коэффициенты корреляции между общим индексом сорта ячменя и урожайностью по годам (числитель) и по группам лет (знаменатель)

| Срок сева | Годы с урожайностью |       |       |         |       |                          |      |      |        |       |       |
|-----------|---------------------|-------|-------|---------|-------|--------------------------|------|------|--------|-------|-------|
|           | выше средней        |       |       | средней |       | ниже средней при условии |      |      |        |       |       |
|           |                     |       |       |         |       | перевлажнения            |      |      | засухи |       |       |
|           | 1985                | 1987  | 1994  | 1990    | 1993  | 1986                     | 1988 | 1991 | 1989   | 1992  | 1995  |
| 1-й       | 0.80                | 0.77  | 0.94* | 0.56    | -0.27 | 0.68                     | 0.69 | 0.70 | 0.27   | -0.82 | 0.96* |
|           | 0,78                |       |       | 0,27    |       | 0,61**                   |      |      | -0,32  |       |       |
|           | n = 40 0,61**       |       |       |         |       |                          |      |      |        |       |       |
| 2-й       | 0.90*               | -0.10 | 0.50  | 0.91*   | 0.25  | 0.92*                    | 0.55 | 0.52 | -0.23  | 0.12  | 0.11  |
|           | 0,59**              |       |       | 0,68*   |       | 0,69**                   |      |      | -0,05  |       |       |
|           | n = 40 0,66**       |       |       |         |       |                          |      |      |        |       |       |

\* и \*\* — данные достоверны соответственно при уровне значимости 0,05; 0,01.

индексов признаков), комплексно характеризующий сорт, тесно коррелирует с урожайностью сорта в годы (8 лет из 11, 40 пар значений), когда в межфазный период посев — колошение (май — июнь) количество осадков было не меньше нормы, а среднесуточная температура — ниже средней многолетней. Коэффициент корреляции при 1-м сроке сева составил 0,61\*\*, при втором — 0,66\*\*.

4. В годы со значительным дефицитом осадков и высокой среднесуточной температурой в мае — июне (около 30% лет в условиях Московской области), когда общий метеорологический индекс равнялся 0,77 или был еще ниже, хозяйственно-биологические характеристики сортов сглаживаются, что затрудняет отбор и браковку материала при сортоиспытании. В таких случаях возрастает значение 2-го срока сева и роль сортов-маркеров из групп интен-

сивных и средних по урожайности сортов. Судить о степени интенсивности изучаемых сортов можно косвенно, путем сравнения их реакции с реакцией сортов-маркеров. В данных условиях браковке подлежат высокорослые сорта со средней и ниже средней для этого года урожайностью при 1-м сроке сева и незначительным снижением урожайности при 2-м. Эти параметры присущи экстенсивным и среднеурожайным сортам ячменя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства Вечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометеоздат, 1978, с. 160. — 2. *Аль-Сабахи С.С., Михельман В.А.* Ценные по ряду признаков образцы ярового ячменя. — Селек. и семеновод., 1988, № 5, с. 26—28. — 3. *Березкин А.Н., Михельман В.А.* Модификацион-

ная изменчивость ячменя и ее реализация в потомстве. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 3, с. 52—61. — 4. *Василенко И.И.* Ускорение научно-технического прогресса в селекции и семеноводстве. — Селек. и семеновод., 1985, № 6, с. 2—8. — 5. *Власенко Н.М., Ерошенко Л.М., Смолин В.П., Ханаев Н.Я.* Хозяйственные и биологические особенности сортов ярового ячменя интенсивного типа в условиях Подмосковья. — В сб.: Селекция зерновых культур на стабильность урожайности, иммунитет и качество зерна в Нечерноземной зоне. М.: НПО «Подмосковье», 1986, с. 102—110. — 6. *Гулинова Н.В.* Агроклиматические ресурсы Нечерноземной зоны РСФСР. — В кн.: Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометеопиздат, 1978, с. 17—37. — 7. *Гуляев Г.В., Кондратьев Н.Н.* Внутрисортная изменчивость и эффективность внутрисортного отбора у ячменя. — Изв. ТСХА, 1970, вып. 2, с. 108—114. — 8. *Дмитриенко В.П.* Об оптимальных значениях и закономерностях влияния осадков и температуры воздуха на урожайность сельскохозяйственных культур. — Погода и урожай, 1969, вып. 84, с. 26—46. — 9. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979, с. 330. — 10. *Иванова Н.А.* Влияние временного избыточного увлажнения на некоторые условия азотного питания ячменя. — Бюл. ВНИИ с.х. микробиологии, 1970, № 14, вып. 4, с. 10—15. — 11. *Кадыров М.А., Гриб С.И., Батура Ф.Н.* Некоторые аспекты селекции сортов с широкой агроэкологической адаптацией. — Селек. и семеновод., 1984, № 7, с. 8—11. — 12.

*Коробков В.А., Бугера Б.И.* Анализ факторов урожайности и ее прогнозирование с помощью трансцендентной производственной функции. — Эконом. и математ. методы, 1972, т. 8, № 2, с. 18—25. — 13. *Кошелев Б.С., Молчанов А.А., Косаченко Л.И., Вережкин В.С.* Об экономической оценке сортов мягкой яровой пшеницы. — Селек. и семеновод., 1985, № 6, с. 28—30. — 14. *Лукьяненко П.П.* Основные итоги работы по селекции озимой пшеницы и ячменя (с 1920 по 1931 г.). Краснодар: Союзсеменоводобъединение, 1932, с. 104. — 15. *Михельман В.А.* Модификационная изменчивость у зерновых культур в зависимости от агротехнических приемов и ее проявление в потомстве. — Автореф. канд. дис. М., 1980. — 16. *Михельман В.А.* Хозяйственно-биологическая характеристика селекционного материала и сортов ячменя в конкурсном сортоиспытании. — В сб.: Разработка селекционных и семеноводческих технологий. М.: МСХА, 1987, с. 30—37. — 17. *Михельман В.А.* Изменчивость параметров сортов ячменя в разных звеньях селекционного процесса и выбор критериев при отборе. — Изв. ТСХА, 1991, вып. 5, с. 22—30. — 18. *Неттевич Э.Д.* Рождение и жизнь сорта. М.: Моск. рабочий, 1978, с. 176. — 19. *Неттевич Э.Д.* Совершенствование сорта ярового ячменя Московский 3 в селекционно-семеноводческом процессе. — В сб.: Совершенствование селекционно-генетических и семеноводческих процессов зерновых и зернобобовых культур в Нечерноземье. М.: НПО «Подмосковье», 1988, с. 12—20. — 20. *Неттевич Э.Д., Денисова Л.В., Ханаев Н.Я.* Новый сорт ярового ячменя

Московский 2 и пути его ускоренного внедрения в производство. — В сб.: Селекционно-генетические исследования зерновых, зернобобовых и кормовых культур в Центральном районе Нечерноземья. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 1985, с. 137—142. — 21. Плучик С.Л. Агрометеорологические условия формирования урожая ранних яровых зерновых культур (овес, ячмень). — В кн.: Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометеониздат, 1978, с. 78—87. — 22. Семенов В.А., Гриб С.И., Мельник И.И., Гераскин А.С., Керако Н.С. Новый сорт ярового ячменя Зазерский 85. — Селек. и семеновод., 1986, № 5, с. 32—34. — 23. Сергеев А.В. Формирование урожая ячменя в Нечерноземной зоне и пути его селекционного улучшения. — В сб.: Селекционно-генетические и цитологические исследования гибридов, мутантов и полиплоидов зерновых и кормовых культур. М.: НИИСХ ЦРНЗ, 1979, вып. 47, с. 53—61. — 24. Сивельщиков В.В., Разумова Л.А., Сапожникова С.А., Чирков Ю.И. Агроклиматические ресурсы произрастания зерновых культур и

меры по подъему их урожайности. — В кн.: Агроклиматические ресурсы природных зон СССР и их использование. Л.: Гидрометеониздат, 1970, с. 7—16. — 25. Сиротенко О.Д. Применение методов оптимизации к построению математических моделей в агрометеорологии. — Метеорология и гидрология, 1971а, № 6, с. 17—26. — 26. Сказкин Ф.Д. Критический период у растений по отношению к недостатку воды в почве. Л.: Наука, 1971. — 27. Смирнов А.В., Гохман М.В. Биометрические методы в селекции растений. М.: Агропромиздат, 1985. — 28. Усманова Р.Б. Влияние метеорологических условий на долю зерна в общем урожае озимой пшеницы. — В кн.: Тепловой и водный режим сельскохозяйственных полей. М.: Гидрометеониздат, 1970, вып. 90, с. 78—83. — 29. Федин М.А. Государственное сортоиспытание на современном этапе: итоги, задачи, проблемы. — Селек. и семеновод., 1984, № 6, с. 2—7. — 30. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Л.: Гидрометеониздат, 1985, с. 144. — 31. Popovic V., Janovec I. — *Agrochimia* (Bratislava), 1978, t. 18, № 2, s. 55—56. —

*Статья поступила 30 января 1997 г.*

## SUMMARY

In the experiments conducted in 1985—1996 at the department of developing the systems of farming and livestock breeding of Timiryazev Agricultural Academy 9 barley varieties were studied; it was found advantageous to use index method in investigating complex phenomena. Good correspondence between general meteorological index for May — June and yield barley has been established. Forecast for yield is 83%. Characteristic of barley varieties and their response to meteorological conditions and date of sowing is given. In dry and hot years a beneficial role of using two sowing dates and barley varieties-markers for selecting and rejecting material in competitive variety testing is shown.