

УДК 633.16:631.52(571.12)

ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОТИП-СРЕДА И ГОМЕОСТАТИЧНОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ

В.А. САПЕГА¹, Г.Ш. ТУРСУМБЕКОВА²

(¹ Тюменский государственный архитектурно-строительный университет,
² Государственный аграрный университет Северного Зауралья)

Приводится оценка влияния различных факторов на величину формирования урожайности сортов ячменя, а также дается характеристика сортам в различных почвенно-климатических зонах по величине реализации потенциала урожайности, ее изменчивости и гомеостатичности. Отмечена значительная вариабельность урожайности и параметров адаптивности сортов в зависимости от условий почвенно-климатических зон. Выделены лучшие сорта ячменя в каждой почвенно-климатической зоне на основе их комплексной оценки, включающей урожайность и параметры адаптивности.

Ключевые слова: факторы среды, сорта ячменя, урожайность, гомеостатичность, селекционная ценность генотипа.

Переход к индустриальным способам производства сельскохозяйственной продукции требует внедрения качественно новых сортов, обладающих высокой и стабильной продуктивностью, повышенными пищевыми и технологическими достоинствами, устойчивостью к неблагоприятным условиям среды [4, 8]. Однако проводимая сортосмена приводит к росту урожайности не во всех зерновых регионах. Это связано в первую очередь с тем, что потенциал новых сортов даже при оптимальных условиях реализуется всего на 50-60% вследствие сравнительно низкой адаптивности создаваемых сортов, которая способна обеспечить высокую и устойчивую продуктивность в различных условиях среды [3, 9].

Генотип-средовое взаимодействие является главной причиной того, что в разные годы и (или) в разных пунктах сорта отличаются рангами по величине уровня урожайности, так как разные генотипы по-разному реагируют на одну и ту же среду и одни и те же генотипы по-разному реагируют на разные среды [5, 6].

В большинстве исследований отмечается значительная вариабельность доли вклада генотипической и средовой изменчивости в общее фенотипическое варьирование урожайности и основных хозяйственно ценных признаков в зависимости от условий лет, пунктов, агрофонов, сроков посева [1, 10].

Повышение стабильности урожая и его структуры свойственно сортам с широкой гомеостатичностью. Селекция на широкую гомеостатичность имеет важное значение, так как высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в варьирующих экологических условиях [12].

Цель наших исследований — оценка взаимодействия генотип-среда, урожайности и гомеостатичности сортов ячменя при их испытании в различных почвенно-климатических зонах Тюменской области.

Объекты и методика исследований

Материалом исследований служили результаты сортоиспытания ячменя за 2009-2011 гг. на трех госсортучастках (ГСУ) Тюменской области, расположенных в различных почвенно-климатических зонах: Нижне-Тавдинском ГСУ (II зона, подтайга), Ишимском ГСУ (III зона, северная лесостепь) и Бердюжском ГСУ (IV зона, южная лесостепь) [11].

Изучалось восемь сортов ячменя, из них три — допущенные к использованию (Ача, Челябинский 99, Ворсинский 2). Предшественник в годы испытания — зерновые культуры.

Двухфакторный и трехфакторный дисперсионный анализ урожайности сортов ячменя и ее изменчивость (коэффициент вариации) рассчитывались по Б.А. Доспехову [2], а реализация потенциала урожайности — по Э.Д. Неттевичу [9].

Индекс условий среды в годы испытания сортов определялся по S.A. Eberhart, W.A. Russell [14], а генотипический эффект сортов — согласно «Методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию зерновых культур» [7].

Гомеостатичность сортов ячменя по урожайности зерна и селекционная ценность генотипа определялись соответственно по В.В. Хангильдину [12] и В.В. Хангильдину, Н.А. Литвиненко [13].

Условия лет исследования носили контрастный характер. Благоприятными во все годы исследований агрометеорологические условия были в зоне подтайги. В северной и южной лесостепной зоне показатели агрометеорологических условий в 2009 и 2010 гг. были ниже средние многолетних значений, особенно на Бердюжском ГСУ (южная лесостепь) в 2010 г.

Результаты исследований и их обсуждение

Как известно, различные генотипы дифференцированно реагируют на одну и ту же среду. Та ее доля, которая возникает из-за несоответствия генетических и негенетических эффектов, и будет составлять генотип-средовые взаимодействия [12].

При помощи дисперсионного анализа вариансу взаимодействия генотип-среда можно разложить на составляющие и выявить количественно различные типы взаимодействий (сорт \times год, сорт \times пункт испытания, сорт \times год \times пункт испытания).

Для оценки генотип-средового взаимодействия, значимости и величины вклада различных факторов в формирование урожайности сортов ячменя нами было проведено два двухфакторных и один трехфакторный дисперсионный анализ (табл. 1, 2).

В первом двухфакторном дисперсионном комплексе изучалось влияние на урожайность таких факторов, как «год», «сорт» и их взаимодействие, а во втором — факторов «сорт», «пункт испытания (ГСУ)» и их взаимодействие.

В трехфакторном дисперсионном комплексе изучалось влияние на урожайность факторов «год», «пункт испытания (ГСУ)», «сорт» и различных типов их взаимодействия.

Результаты проведенных дисперсионных анализов выявили сам факт наличия взаимодействия «генотип-среда». На 5%-м уровне значимости доказана существенность влияния всех факторов и их взаимодействия на урожайность сортов ячменя.

По данным первого двухфакторного дисперсионного анализа, наибольший вклад в варьирование урожайности независимо от почвенно-климатической зоны вносит фактор «год» (от 34,1% — подтайга до 95,5% — южная лесостепь) (табл. 1).

Значимость и вклад факторов в формирование урожайности сортов ячменя

| Почвенно-климатическая зона, год | Дисперсия | Степень свободы | Средний квадрат | F _{факт.} | F _{об.} | Вклад фактора, % |
|--|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------------|
| <i>Первый двухфакторный дисперсионный анализ</i> | | | | | | |
| Подтайга (II) | | | | | | |
| Общая | | 95 | | | | |
| Год (фактор А) | | 2 | 9,36 | 85,09 | 3,09 | 34,1 |
| Сорта (фактор В) | | 7 | 1,75 | 15,91 | 2,10 | 22,3 |
| Взаимодействие (А × В) | | 14 | 1,16 | 10,54 | 1,63 | 29,5 |
| Остаток | | 72 | 0,11 | | | |
| Северная лесостепь (III) | | | | | | |
| Общая | | 95 | | | | |
| Год (фактор А) | | 2 | 93,47 | 4673,50 | 3,09 | 89,8 |
| Сорта (фактор В) | | 7 | 0,60 | 30,00 | 2,10 | 2,0 |
| Взаимодействие (А × В) | | 14 | 1,09 | 54,50 | 1,63 | 7,3 |
| Остаток | | 72 | 0,02 | | | |
| Южная лесостепь (IV) | | | | | | |
| Общая | | 95 | | | | |
| Год (фактор А) | | 2 | 125,08 | 6254,00 | 3,09 | 95,5 |
| Сорта (фактор В) | | 7 | 0,42 | 21,00 | 2,10 | 1,1 |
| Взаимодействие (А × В) | | 14 | 0,50 | 25,00 | 1,63 | 2,7 |
| Остаток | | 72 | 0,02 | | | |
| <i>Второй двухфакторный дисперсионный анализ</i> | | | | | | |
| 2009 г. | Общая | 95 | | | | |
| | Пункт, ГСУ (фактор А) | 2 | 53,78 | 1792,67 | 3,09 | 90,1 |
| | Сорта (фактор В) | 7 | 0,43 | 14,33 | 2,10 | 2,5 |
| | Взаимодействие (А × В) | 14 | 0,48 | 16,00 | 1,63 | 5,6 |
| | Остаток | 72 | 0,03 | | | |

| Почвенно-климатическая зона, год | Дисперсия | Степень свободы | Средний квадрат | $F_{\text{факт.}}$ | F_{05} | Вклад фактора, % |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|------------------------|
| 2010 г. | Общая | 95 | | | | |
| | Пункт, ГСУ (фактор А) | 2 | 153,96 | 15396,00 | 3,09 | 98,0 |
| | Сорта (фактор В) | 7 | 0,41 | 41,00 | 2,10 | 0,9 |
| | Взаимодействие (А × В) | 14 | 0,18 | 18,00 | 1,63 | 0,8 |
| | Остаток | 72 | 0,01 | | | |
| 2011 г. | Общая | 95 | | | | |
| | Пункт, ГСУ (фактор А) | 2 | 16,29 | 148,09 | 3,09 | 38,9 |
| | Сорта (фактор В) | 7 | 5,46 | 49,64 | 2,10 | 45,7 |
| | Взаимодействие (А × В) | 14 | 0,32 | 2,91 | 1,63 | 5,4 |
| | Остаток | 72 | 0,11 | | | |

Отмечено увеличение доли вклада данного фактора в направлении от зоны подтайги к зоне южной лесостепи, что связано с усилением жесткости характера метеорологических условий вегетационного периода в том же направлении. Наибольший вклад в варьирование урожайности фактора «сорт» и взаимодействия «год × сорт» отмечен в зоне подтайги, а самый низкий — в условиях южной лесостепи (соответственно 1,1 и 2,7%). Такое соотношение доли вклада факторов в величину урожайности ячменя необходимо учитывать при формировании сортовой структуры его посевов. В частности, в подтайге значительную площадь посева должны занимать сорта интенсивного типа, отзывчивые на улучшение условий. В северной и южной лесостепи, наоборот, приоритет должен отдаваться сортам с высоким уровнем экологической устойчивости к абиотическим факторам.

Результаты второго двухфакторного дисперсионного анализа показали, что доля вклада изучаемых факторов и их взаимодействия в формирование урожайности сортов ячменя сильно варьирует в зависимости от условий лет исследования. Так, доля вклада фактора «пункт (ГСУ)» находится в пределах от 38,9% (2011 г.) до 98,0% (2010 г.), а доля вклада фактора «сорт» — от 0,9% (2010 г.) до 45,7% (2011 г.) (табл. 1).

По данным трехфакторного дисперсионного анализа, в условиях Северного Зауралья наибольший вклад в формирование урожайности сортов ячменя в равной степени вносят факторы «год» и «пункт (ГСУ)» (соответственно 35,5 и 34,5%) (табл. 2).

Существенная роль в формировании урожайности принадлежит и взаимодействию факторов «год × пункт (ГСУ)», доля которого составляет 21,3%. Вклад сорта хотя и существенный ($> F_{05}$), но в долевым выражении он составляет всего 1,8%, что указывает на низкую адаптивность изучаемых нами сортов и как следствие

Значимость и вклад факторов в формирование урожайности сортов ячменя
(трехфакторный дисперсионный анализ)

| Дисперсия | Степень свободы | Средний квадрат | F _{факт.} | F ₀₅ | Вклад фактора, % |
|-----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| Общая | 287 | | | | |
| Год (фактор А) | 2 | 142,44 | 2848,80 | 3,09 | 35,5 |
| Пункт, ГСУ (фактор В) | 2 | 138,56 | 2771,20 | 3,09 | 34,5 |
| Сорта (фактор С) | 7 | 2,08 | 41,60 | 2,10 | 1,8 |
| Взаимодействие А × В | 4 | 42,74 | 854,80 | 2,46 | 21,3 |
| А × С | 21 | 1,40 | 28,00 | 1,63 | 3,7 |
| В × С | 14 | 0,34 | 6,80 | 1,85 | 0,6 |
| А × В × С | 28 | 0,32 | 6,40 | 1,63 | 1,1 |
| Остаток | 206 | 0,05 | | | |

сильную вариабельность их урожайности в зависимости от условий вегетационного периода в годы испытания на госсортучастках.

Проведенные исследования показали, что индексы условий среды (I_j) сильно варьируют как по годам в пределах пункта испытания (ГСУ), так и по пунктам испытания в пределах отдельных лет.

Наиболее благоприятные условия для роста и развития сортов ячменя сложились в 2010 г. в зоне подтайги на Нижне-Тавдинском ГСУ ($I_j = +0,54$), а также в 2011 г. в зоне северной лесостепи на Ишимском ГСУ ($+1,97$) и в зоне южной лесостепи на Бердюжском ГСУ ($I_j = +2,24$) (табл. 3). Такие условия в вышеотмеченные годы на соответствующих ГСУ позволили сформировать наибольшую урожайность как отдельных сортов, так и среднесорттовую урожайность. Так, при индексе условий $+1,97$ в 2011 г. на Ишимском ГСУ средне сортовая урожайность составила 7,36 т/га.

Наиболее жесткие условия для роста и развития сортов сложились в 2009 г. в северной лесостепной зоне на Ишимском ГСУ ($I_j = -1,09$) и 2010 г. в южной лесостепной зоне на Бердюжском ГСУ ($I_j = -1,48$), что отрицательно сказалось на урожайности как отдельных сортов в эти годы, так и средне сортовой урожайности.

Нами не выявлено прямой зависимости между величиной индекса условий среды и уровнем урожайности, что связано с различной нормой реакции генотипов, а также с различным уровнем культуры земледелия в различных почвенно-климатических зонах при равных или различных значениях как положительных, так и отрицательных индексов условий. Так, при индексе условий среды на Ишимском ГСУ в 2011 г. $+1,97$ урожайность отдельных сортов и средне сортовая урожайность были выше, чем на Бердюжском ГСУ в том же году при индексе условий среды $+2,24$.

Наибольшая средняя урожайность в опыте отмечена в зоне подтайги (Нижне-Тавдинский ГСУ — 6,19 т/га) (табл. 3). В динамике смены почвенно-климатических

Урожайность, реализация ее потенциала и гомеостатичность сортов ячменя

| Сорт | Год до- пуска к исполь- зованию | Урожайность, т/га | | | Ранг сорта по средней урожай- ности | Измен- чивость урожайно- сти (коэф- фициент вариации), %, % | Реализа- ция по- тенциала урожайно- сти, % | Геноти- пический эффект сортов (E _п) | Гомеоста- тичность (Нот) | Селек- ционная ценность генотипа (S _c) | |
|--|--|-------------------|-------|-------|--|---|--|---|--------------------------------|--|-----------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 | | | | | | | \bar{x} |
| <i>// зона — подтайга (Нижне-Тавдинский ГСУ)</i> | | | | | | | | | | | |
| Ача | 2001 | 5,37 | 6,34 | 6,20 | 5,97 | 7 | 8,7 | 94,2 | -0,22 | 70,6 | 5,06 |
| Челябинский 99 | 2004 | 6,62 | 6,67 | 6,01 | 6,43 | 3 | 5,8 | 98,4 | +0,24 | 169,3 | 5,79 |
| Ворсинский 2 | 2011 | 5,73 | 7,28 | 5,22 | 6,08 | 6 | 17,6 | 83,5 | -0,11 | 16,8 | 4,36 |
| Буян | — | 4,98 | 6,20 | 5,25 | 5,48 | 8 | 11,7 | 88,4 | -0,71 | 38,5 | 4,40 |
| КВС Алисиана | — | 5,85 | 6,96 | 7,43 | 6,75 | 1 | 12,0 | 90,8 | +0,56 | 35,6 | 5,31 |
| КВС Бамбина | — | 5,22 | 6,96 | 7,18 | 6,45 | 2 | 16,6 | 89,8 | +0,26 | 19,8 | 4,69 |
| Саша | — | 5,66 | 6,73 | 6,36 | 6,25 | 4 | 8,6 | 92,9 | +0,06 | 67,6 | 5,26 |
| Сибиряк | — | 5,78 | 6,72 | 5,81 | 6,10 | 5 | 8,7 | 90,8 | -0,09 | 74,7 | 5,25 |
| Среднесортная урожайность (X...) | | 5,65 | 6,73 | 6,18 | | | | | | | |
| Средняя урожай- ность в опыте (X...) | | | | | 6,19 | | | | | | |
| Индекс условий среды (I) | | -0,54 | +0,54 | -0,01 | | | | | | | |

| Сорт | Год до- пуска к исполь- зованию | Урожайность, т/га | | | | Ранг сорта по средней урожай- ности | Измен- чивость урожайно- сти (коэф- фициент вариации), %, | Реализа- ция по- тенциала урожайно- сти, % | Геноти- пический эффект сортов ($E_{i.}$) | Гомеоста- тичность (Ном) | Селек- ционная ценность генотипа (S_e) |
|---|--|-------------------|-------|-------|-----------|--|---|--|--|--------------------------------|--|
| | | 2009 | 2010 | 2011 | \bar{x} | | | | | | |
| <i>III зона — северная лесостепь (Ишимский ГСУ)</i> | | | | | | | | | | | |
| Ача | 2001 | 4,00 | 4,27 | 7,66 | 5,31 | 5 | 38,4 | 69,3 | -0,08 | 3,8 | 2,77 |
| Челябинский 99 | 2004 | 4,15 | 4,51 | 7,00 | 5,22 | 6 | 29,7 | 74,6 | -0,17 | 6,2 | 3,09 |
| Ворсинский 2 | 2011 | 4,69 | 4,76 | 7,01 | 5,49 | 3 | 24,0 | 78,3 | +0,10 | 9,8 | 3,67 |
| Буян | — | 4,55 | 4,33 | 6,07 | 4,98 | 7 | 19,1 | 82,0 | -0,41 | 15,0 | 3,55 |
| КВС Алисмана | — | 4,21 | 4,38 | 8,60 | 5,73 | 1 | 43,4 | 66,6 | +0,34 | 3,0 | 2,80 |
| КВС Бамбина | — | 3,86 | 4,39 | 7,87 | 5,37 | 4 | 40,6 | 68,2 | -0,02 | 3,3 | 2,63 |
| Саша | — | 4,34 | 4,63 | 7,60 | 5,52 | 2 | 32,6 | 72,6 | +0,13 | 5,2 | 3,15 |
| Сибиряк | — | 4,58 | 4,82 | 7,06 | 5,49 | 3 | 25,0 | 77,8 | +0,10 | 8,9 | 3,56 |
| Среднесортная урожайность (X..) | | 4,30 | 4,51 | 7,36 | | | | | | | |
| Средняя урожай- ность в опыте (X...) | | | | | 5,39 | | | | | | |
| Индекс условий среды (I) | | -1,09 | -0,88 | +1,97 | | | | | | | |

IV зона — южная лесостепь (Бердюжский ГСУ)

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------|-------|-------|------|---|------|------|-------|-----|------|
| Ача | 2001 | 2,94 | 2,43 | 6,15 | 3,84 | 3 | 52,6 | 62,4 | +0,01 | 2,0 | 1,52 |
| Челябинский 99 | 2004 | 3,16 | 2,25 | 5,57 | 3,66 | 7 | 47,0 | 65,7 | -0,17 | 2,3 | 1,48 |
| Ворсинский 2 | 2011 | 3,08 | 2,28 | 6,01 | 3,79 | 5 | 51,7 | 63,1 | -0,04 | 2,0 | 1,44 |
| Буян | — | 3,14 | 2,12 | 5,46 | 3,57 | 8 | 47,9 | 65,4 | -0,26 | 2,2 | 1,39 |
| КВС Алисиана | — | 2,99 | 2,24 | 7,12 | 4,12 | 1 | 63,8 | 57,9 | +0,29 | 1,3 | 1,30 |
| КВС Бамбина | — | 3,20 | 2,36 | 6,66 | 4,07 | 2 | 56,0 | 61,1 | +0,24 | 1,7 | 1,44 |
| Саша | — | 3,13 | 2,54 | 5,74 | 3,80 | 4 | 44,7 | 66,2 | -0,03 | 2,6 | 1,68 |
| Сибиряк | — | 2,84 | 2,57 | 5,88 | 3,76 | 6 | 48,9 | 63,9 | -0,07 | 2,3 | 1,64 |
| Среднесортная урожайность (Х...) | | 3,06 | 2,35 | 6,07 | | | | | | | |
| Средняя урожайность в опыте (Х...) | | | | | 3,83 | | | | | | |
| Индекс условий среды (I) | | -0,77 | -1,48 | +2,24 | | | | | | | |

зон в направлении от зоны тайги к зоне южной лесостепи независимо от года выявлено снижение среднесортовой урожайности, средней урожайности отдельных сортов и средней урожайности в опыте.

Наибольшей средней урожайностью независимо от почвенно-климатической зоны характеризуется сорт КВС Алисиана — от 4,12 т/га (южная лесостепь, Бердюжский ГСУ) до 6,75 т/га (подтайга, Нижне-Тавдинский ГСУ). Самая низкая урожайность, также независимо от почвенно-климатической зоны, отмечена у сорта Буян. Из допущенных к использованию лучшим по урожайности в зоне подтайги является сорт Челябинский 99 (6,43 т/га), в северной лесостепи — Ворсинский 2 (5,49 т/га), а в южной лесостепи — Ача (3,84 т/га).

Ранги большинства сортов по величине средней урожайности не совпадают при их сравнении в различных почвенно-климатических зонах, что указывает на различную величину нормы реакции в системе взаимодействия «генотип-среда» в пределах каждой почвенно-климатической зоны.

Одинаковые ранги сохранили в трех почвенно-климатических зонах сорта КВС Алисиана (1 ранг) и Буян (7,8 ранг), что указывает на одинаковую норму реакции данных генотипов в пределах отдельных почвенно-климатических зон на различные условия среды. Так, в частности, сорт КВС Алисиана сильно отзывчив на улучшение условий в благоприятные по агрометеорологическим условиям годы, максимально реализует свой генетический потенциал в таких условиях, что позволяет ему формировать высокую урожайность и занимать 1 ранг по ее величине во всех почвенно-климатических зонах. Это сорт интенсивного типа, но слабо адаптирован к худшим условиям, что приводит к сильной вариабельности урожайности. Он может быть рекомендован для возделывания в эконишах с комплексом благоприятных почвенно-климатических условий, а также на высоких агрофонах. Сорт Буян, наоборот, слабо реагирует на изменение условий во всех почвенно-климатических зонах, на что указывают низкие значения коэффициента вариации. Результатом этого является сравнительно низкая, но практически равная урожайность во всех зонах, что обеспечивает данному сорту 7,8 ранг по ее величине. Данный сорт лучше адаптирован к худшим условиям и может быть рекомендован для возделывания в зонах с жестким характером агрометеорологических условий, а также в хозяйствах со сравнительно низким уровнем культуры земледелия.

Изменчивость урожайности (коэффициент вариации) в зависимости от почвенно-климатической зоны и сорта находится в пределах от слабой до сильной. В динамике смены почвенно-климатических зон отмечено повышение изменчивости урожайности в направлении от подтайги к южной лесостепи, где она у большинства сортов составляет свыше 60% (табл. 3). В связи с этим для условий северной, и особенно южной, лесостепной зоны для стабилизации урожайности актуальным является внедрение сортов, характеризующихся наряду с высокой потенциальной продуктивностью и высокой экологической устойчивостью, что и составляет, по выражению А.А. Жученко [3], адаптивный потенциал сорта. По данным наших исследований, наименьшая вариабельность урожайности в условиях подтайги отмечена у сорта Челябинский 99 (5,8%), в северной лесостепи — у сорта Буян (19,1%), южной лесостепи — у сорта Саша (44,7%).

Наибольшей величиной реализации потенциала урожайности в среднем за годы исследования характеризуются сорта в зоне подтайги (Нижне-Тавдинский ГСУ) — от 83,5 % (Ворсинский 2) до 98,4% (Челябинский 99). В направлении от зоны подтайги к южной лесостепной зоне выявлено снижение величины данно-

го показателя. Как видно из данных таблицы 3, величина реализации потенциала урожайности сортов ячменя снижается с увеличением коэффициента ее вариации, т.е. стабильная величина урожайности в течение ряда лет является главным фактором повышения реализации ее потенциала. Среди изучаемого набора наибольшая величина реализации потенциала урожайности в зависимости от почвенно-климатической зоны отмечена у сортов Челябинский 99 (98,4%, подтайга — изменчивость урожайности 5,8%), Буян (82,0%, северная лесостепь — изменчивость урожайности 19,1%) и Саша (66,2%, южная лесостепь — изменчивость урожайности 44,7%).

Потенциал урожайности сортов оценивается через показатель их генотипического эффекта (E_j). Результаты проведенных исследований показали, что большинство сортов ячменя независимо от почвенно-климатической зоны характеризуются отрицательными значениями данного параметра, т.е. их урожайность ниже средней популяционной в опыте ($X...$). Наибольший генотипический эффект во всех почвенно-климатических зонах проявили сорта КВС Алисиана и КВС Бамбина. При этом самые высокие его значения выявлены в зоне подтайги (+0,56 — КВС Алисиана; +0,26 — КВС Бамбина) (табл. 3).

Одним из критериев оценки генотипа сорта является величина его гомеостаза (Hot), который представляет собой систему адаптивных реакций организма (генотипа), обеспечивающих стабилизацию определенного потенциала урожайности в широких границах условий среды [12, 13]. По данным наших исследований, гомеостатичность сортов ячменя в целом характеризуется низкой величиной и снижается в направлении от зоны подтайги к зоне южной лесостепи одновременно со снижением средней урожайности и повышением ее вариабельности (табл. 3). Так, если в подтайге при средней урожайности в опыте 6,19 т/га гомеостатичность сортов находилась в пределах от 16,8 (Ворсинский 2) до 169,3 (Челябинский 99), то в южной лесостепи при средней популяционной 3,83 т/га величина данного параметра снизилась и находилась в пределах от 1,7 (КВС Бамбина) до 2,6 (Саша). Таким образом, наши исследования подтверждают высказывания А.А. Жученко [3], Э.Д. Неттевича [9] о том, что повышение интенсивности сортов и, в частности, односторонний отбор высокопродуктивных сортов в условиях высоких агрофонов на госсортучастках приводит к снижению их экологической устойчивости. Дальнейшее районирование таких сортов приводит к снижению величины реализации потенциала их урожайности, так как не всегда удается в производственных условиях поддерживать агрофон на уровне госсортучастков. В результате, как указывает Э.Д. Неттевич [9], рост числа новых районированных сортов зерновых культур в отдельных регионах не сопровождается повышением урожайности.

Важным параметром оценки сорта является селекционная ценность генотипа (S_c). Данный параметр, согласно В.В. Хангильдину, Н.А. Литвиненко [13], дает трансформированный по индексу устойчивости урожай, показывающий величину стабильной его части. Как и гомеостатичность, показатель селекционной ценности генотипа изученных нами сортов ячменя снижается в направлении от зоны подтайги к зоне южной лесостепи, где он самый низкий и находится в пределах от 1,30 (КВС Алисиана) до 1,68 (Саша) (табл. 3). Лучшими сортами в зависимости от почвенно-климатической зоны по данному параметру являются Челябинский 99 (5,79 — подтайга), Ворсинский 2 (3,67 — северная лесостепь) и Саша (1,68 — южная лесостепь).

Выводы

1. По данным дисперсионного анализа, наибольший вклад в формирование величины урожайности ячменя в условиях региона вносят такие факторы, как «год» и «пункт (ГСУ)».

2. Урожайность сортов ячменя, а также все изученные параметры адаптивности в значительной степени варьируют в зависимости от условий почвенно-климатических зон и характеризуются тенденцией снижения в направлении от зоны подтайги к зоне южной лесостепи.

3. Комплексная оценка сортов за 2009-2011 гг. по величине их средней урожайности, ее изменчивости, реализации потенциала урожайности и гомеостатичности показала, что лучшим сортом в зоне подтайги является Челябинский 99 (допущен к использованию), в северной лесостепи — Ворсинский 2 (допущен к использованию), в южной лесостепи — Саша (перспективный).

Библиографический список

1. Гончаров П.Л., Куркова С.В., Осипова Г.М. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на условия внешней среды в степной зоне Западной Сибири (Северная Кулунда) // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 1. С. 5-7.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропроиздат, 1985. 351 с.

3. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.

4. Зыкин В.А., Белан П.А., Козлова Г.Я., Антипова Г.П. Особенности эволюции и пути селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Доклады РАСХН. 2001. № 1. С. 3-5.

5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений. Минск: Науки и техника, 1989. 191 с.

6. Комаров Н.М. Некоторые аспекты проблемы взаимодействия «генотип-среда» // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 7. С. 39-41.

7. Методические указания по экологическому сортоиспытанию зерновых культур. М., 1980. 21 с.

8. Неттевич Э.Д. Повышать отдачу каждого сорта // Вестник РАСХН. 1992. № 4. С. 21-24.

9. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализации в условиях производства // Доклады РАСХН. 2001. № 3. С. 3-6.

10. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Взаимодействие генотип — среда и параметры экологической пластичности сортов // Зерновые культуры. 1999. № 1. С. 25-31.

11. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2009 г. Тюмень. 98 с.

12. Хангильдин В.В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. Одесса, 1986. № 2 (60). С. 36-41.

13. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. Одесса, 1981. Вып. 1 (39). С. 8-14.

14. Eberhart S. I., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. 1966. V 6. № 1. P. 36-40.

INTERACTION ASSESSMENT OF GENOTYPE-ENVIRONMENT AND HOMEOSTASIS OF BARLEY VARIETIES

V.A. SAPEGA¹, G.SH. TURSUMBEKOVA²

⁰ Tyumen State University of Architecture and Construction,
² Northern Zauralye State Agrarian University)

The assessment of influence of various factors on barley varieties productivity is given in the paper, the article also contains characteristics of barley varieties grown in different soil and climatic zones according to realization of potential yield, its variability and homeostasis. Productivity and adaptation parameters have been noticed to vary considerably with soil and climatic conditions of different zones. The best barley varieties were determined for each soil and climatic zone on the basis of their complex assessment including productivity and adaptation parameters.

Key words: environmental factors, barley variety, productivity, homeostasis, genotypic value for selection.

Сапега Валерий Антонович — д. с.-х. н., проф. кафедры землеустройства и кадастра Тюменского государственного архитектурно-строительного университета (625003, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2; тел.: (961) 208-16-10; e-mail: sapegavalerii@rambler.ru).

Турсумбекова Галина Шалкаровна — д. с.-х. н., проф. кафедры общей биологии Государственного аграрного университета Северного Зауралья (625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7; тел.: (961) 209-82-93; e-mail: galina_tursumbekova@rambler.ru).