



УДК 631.559:633.16 (571.12)

М.Н. ФОМИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья*

625501, Тюменская область, Тюменский район, пос. Московский, ул. Бурлаки, 2

e-mail: maria_f72@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В ЗОНЕ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Дана оценка перспективных селекционных образцов ярового ячменя по зерновой продуктивности на заключительном этапе селекционного процесса за 8 лет исследований (2008–2015). Исследования проходили в Северном Зауралье (северная лесостепь Тюменской области). Анализ урожайности показал, что она в значительной степени зависела как от условий выращивания, так и сортовых особенностей изучаемого материала. Следует отметить существенный вклад продуктивности одного растения в повышении урожайности. Показана взаимосвязь урожайности с элементами ее структуры и их роль в формировании урожая зерна в зависимости от условий выращивания. Положительное влияние на формирование урожая зерна в большинстве случаев оказывали продуктивный стеблестой и продуктивная кустистость. Положительную роль играла полнота всходов при удовлетворительном тепло- и влагообеспечении в первый период вегетации. Число сохранившихся растений к уборке существенно влияло на урожайность в благоприятных условиях второй половины вегетации. При достаточном обеспечении влагой в период формирования и налива зерна отмечена тесная положительная связь с массой 1000 зерен. Обнаружено влияние на зерновую продуктивность и элементы ее формирования продолжительности периода вегетации в целом и отдельных межфазных периодов. Удлинение первого межфазного периода (всходы – колошение) положительно сказывалось на формировании урожая зерна при оптимальной тепло- и влагообеспеченности. Удлинение периода колошения – восковая спелость в большинстве случаев оказывало отрицательное воздействие на зерновую продуктивность. Установлена связь продолжительности межфазных периодов с элементами структуры урожая. Представлена сравнительная оценка новых сортов ярового ячменя (Зенит, Абалак) по зерновой продуктивности и показаны их особенности формирования урожая зерна.

Ключевые слова: сорт, селекция, ячмень яровой, урожайность, элементы продуктивности.

Основным критерием оценки сорта является урожайность. Несмотря на то, что селекционный прогресс привел к повышению урожайности зерна ячменя на 50–60 % [1], эффективность реализации генетического потенциала возделываемых сортов остается на уровне 30–40 % [2]. По мнению А.Я. Трофимовской [3], в селекции на урожайность необходимо учитывать комплекс физиологических, биохимических и других признаков применительно к конкретным условиям возделывания сорта. При этом имеют значение все элементы продуктивности [4, 5]. Роль отдельных элементов может меняться в зависимости от региона возделывания и специфических особенностей сорта. В условиях Европейского севера [6] приоритетными для повышения урожайности ячменя признаками являются продуктивная кустистость, масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен

и длина колоса. В условиях Волго-Вятского региона [7] урожайность двурядных и многорядных сортов ячменя в значительной степени зависела от продуктивной кустистости и массы зерна с одного растения. Не менее значимыми признаками для обеспечения высокой урожайности многорядных сортов ячменя в этом регионе были также продуктивность колоса, растения и крупность зерна [8]. В условиях Кузнецкой котловины Западной Сибири [9] для скороспелых двурядных ячменей ведущим элементом продуктивности было число зерен в колосе, в группе среднеспелых двурядных ячменей этот показатель по значимости занимал лишь третье место. Наибольшее значение имело число продуктивных стеблей на 1 м², на втором месте была масса 1000 зерен. Ряд авторов [9–11] отмечают тесную связь урожая зерна с числом зерен в колосе у шестирядных сортов ячменя в условиях Сибири. Положительная сопряженность урожайности с продуктивной кустистостью, числом зерен в главном колосе и массой 1000 зерен выявлена в условиях центральной земледельческой зоны Монголии [12].

Создание высокоурожайных сортов – один из основных путей увеличения валовых сборов зерна. Количественные признаки, формирующие продуктивность растений, должны получить благоприятное сочетание в структуре урожая с учетом зональных природно-климатических условий [13]. Многолетняя оценка перспективных селекционных образцов ячменя в условиях Северного Зауралья позволила определить приоритетные количественные признаки в структуре урожая и отметить особенности формирования зерновой продуктивности у сортов, созданных в этом регионе.

Цель исследования – дать оценку перспективных селекционных образцов ярового ячменя по зерновой продуктивности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Перспективные образцы ярового ячменя оценивали в питомнике конкурсного сортоиспытания на опытном поле Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья (северная лесостепь Тюменской области) в течение 8 лет (2008–2015). Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая, предшественник – чистый пар, удобрения вносили из расчета N₄₀P₃₈K₃₈ кг д.в./га, площадь делянки 20 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное, норма высева 550 всхожих зерен на 1 м². Посев осуществлен в оптимальные сроки сеялкой СКС-6-10. Учеты и наблюдения проведены по методике Государственного сортоиспытания (1989 г.), математическая обработка результатов – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программы Snedecor-2.

Погодные условия в годы исследований были различными по температурному режиму и выпадению осадков. Засушливыми в первый период вегетации были 2008, 2009 и 2013 гг. К умеренно благоприятным отнесены 2010 и 2011 гг., жесткой засухой в течение всего вегетационного периода отличался 2012 г., холодной и влажной погодой характеризовался 2014 г. Метеорологические условия 2015 г. отмечены обилием осадков и невысокими среднесуточными температурами воздуха во второй половине вегетации.

Контрастные условия позволили дать объективную оценку всем изучаемым сортам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ урожайности зерна селекционных образцов ячменя на заключительном этапе селекционного процесса (питомник конкурсного сортоиспытания) за 8 лет исследований (2008–2015) показал, что она в значительной степени зависела как от условий выращивания, так и сортовых особенностей изучаемого материала. Зерновая продуктивность в среднем по опыту варьировала от 4,01 (2014 г.) до 6,76 т/га (2010 г.). Размах варьирования у селекционных номеров составил 3,19 (ТМ 07-10-14, 2012 г.) – 7,70 т/га (Абалак, 2010 г.). Коэффициент вариации (V) свидетельствует о том, что изменчивость урожайности у сортов колебалась от незначительной (до 10 %) до средней (10–20 %) (табл. 1).

Анализируя взаимосвязь урожайности с элементами ее формирования, следует отметить существенный вклад продуктивности растения. За 8 лет (2008–2015) изучения перспективных селекционных образцов в питомнике конкурсного сортоиспытания достоверная положительная корреляция от средней до сильной ($r = 0,33–0,95$) между урожайностью и массой зерна с растения отмечена в пяти случаях. В 2009, 2013 и 2014 гг. она была несущественной. Положительное влияние на формирование урожая зерна в большинстве случаев оказывал продуктивный стеблестой ($r = 0,31–0,69$) и продуктивная кустистость ($r = 0,40–0,95$). Положительную роль в формировании урожая зерна при удовлетворительном тепло- и влагообеспечении в первый период вегетации (2010–2012, 2014 гг.) играла полнота всходов ($r = 0,24–0,86$). Число сохранившихся растений к уборке существенно влияло на урожайность в благоприятных условиях второй половины вегетации (2010, 2011, 2013 гг.) ($r = 0,23–0,79$). При достаточном обеспечении влагой в период формирования и налива зерна (2009, 2013, 2014 гг.) отмечена тесная положительная связь урожайности с массой 1000 зерен ($r = 0,83–0,95$).

Оценивая связь продолжительности периода вегетации с урожайностью и элементами ее формирования, следует отметить влияние погодных условий. Положительная корреляция ($r = 0,33$; $r = 0,71$) между продолжительностью вегетационного периода и урожайностью отмечена лишь при

Таблица 1
Урожайность зерна селекционных образцов ячменя на заключительном этапе селекционного процесса в условиях Северного Зауралья (среднее за 2008–2015 гг.).

Год	Урожайность, т/га	Размах варьирования	Коэффициент вариации (V), %
2008	5,19 ± 0,08	3,26–6,36	11,9
2009	5,34 ± 0,11	3,45–6,56	13,6
2010	6,76 ± 0,07	5,45–7,70	6,5
2011	5,57 ± 0,11	3,71–6,63	13,0
2012	4,24 ± 0,06	3,19–4,84	9,5
2013	4,91 ± 0,06	4,03–5,66	7,9
2014	4,01 ± 0,09	3,18–5,41	11,1
2015	6,72 ± 0,08	5,79–7,69	6,9

оптимальном обеспечении теплом и влагой (2008, 2011 гг.). Во всех остальных случаях она была несущественной или отрицательной – от средней до сильной ($r = -0,66-0,91$). Анализ взаимосвязи продолжительности межфазных периодов с урожайностью показывает ее неоднозначность. Удлинение первого межфазного периода (всходы – колошение) положительно влияло на формирование урожая зерна при оптимальной тепло- и влагообеспеченности (2011 г., $r = 0,38 \pm 0,14$). Удлинение периода колошение – восковая спелость в большинстве случаев оказывало отрицательное влияние на зерновую продуктивность ($r = -0,40-0,70$) или оно было несущественным ($r = 0,01-0,06$). Установлена связь продолжительности межфазных периодов с элементами структуры урожая. Полнота всходов увеличивалась с удлинением периода всходы – колошение ($r = 0,30-0,60$) лишь в условиях достаточно низкой среднесуточной температуры воздуха в первый период роста и развития (2014 г.). При оптимальных условиях отмечена отрицательная корреляция ($r = -0,23-0,88$). Положительное влияние продолжительности первого периода (всходы – колошение) отмечено на формирование продуктивной кустистости ($r = 0,56-0,81$), число продуктивных стеблей на 1 м² ($r = 0,23-0,64$) и число зерен в колосе ($r = 0,20-0,70$) при достаточном обеспечении влагой в начальный период развития. Продолжительность второго периода (колошение – восковая спелость) достаточно тесно связана с сохранностью растений к уборке ($r = 0,26-0,53$). Удлинение данного периода на интенсивном фоне при достаточном обеспечении теплом и влагой (2011, 2013 гг.) способствовало формированию дополнительных побегов ($r = 0,374-0,953$), образуя при этом подгон и подсед. Удлинение периода вегетации в целом в большинстве случаев обеспечивало рост продуктивной кустистости ($r = 0,30-0,81$), исключение составили 2012 (засушливый) и 2014 гг. (холодный, влажный).

Сравнительная оценка урожайности сортов, созданных в условиях Северного Зауралья и внесенных в Государственный реестр селекционных достижений в 2012 и 2013 гг. (Зенит, Абалак), показала их преимущество относительно стандарта Ача. Средняя прибавка урожайности за годы изучения (2008–2015) составила 0,27–0,73 т/га.

Анализ структуры урожая перспективных образцов показал, что участие отдельных элементов в формировании высокой продуктивности у разных сортов неоднозначно. Так, рост урожайности у сортов Зенит и Абалак был обусловлен продуктивной кустистостью, которая обеспечила достаточно высокий продуктивный стеблестой. Новые сорта также формировали более высокую по сравнению со стандартом Ача продуктивность растения и колоса. Существенный вклад в формирование зерновой продуктивности у сорта Зенит вносила крупность зерна, у сорта Абалак – число зерен в колосе. Сорт Абалак наряду с достаточно высокой продуктивной кустистостью отличался лучшей выживаемостью растений (табл. 2).

Анализ изменчивости структурных элементов и урожайности в целом у изучаемых сортов за годы исследований показал, что наиболее стабильными признаками были полнота всходов ($V = 10,5-13,0 \%$) и масса 1000 зерен ($V = 5,5-12,5 \%$). Существенно отразилось влияние условий выращивания на формирование массы зерна с растения и колоса. Коэффициент ва-

Таблица 2

**Урожайность и элементы ее формирования у перспективных сортов ячменя
в зоне северной лесостепи Тюменской области (среднее за 2008–2015 гг.)**

Показатель	Сорт		
	Ача (стандарт)	Зенит	Абалак
Число растений на 1 м ² :			
всходы	323	322	330
перед уборкой	260	253	277
Выживаемость растений, %	49,7	48,8	52,3
Число продуктивных стеблей на 1 м ² перед уборкой	516	543	560
Продуктивная кустистость	2,08	2,20	2,17
Масса зерна с одного растения, г	2,13	2,46	2,38
Масса зерна с одного колоса, г	1,08	1,10	1,14
Масса 1000 зерен, г	47,2	48,6	47,2
Число зерен в колосе	23,1	22,9	24,0
Урожайность зерна, т/га	5,36	5,63	6,09

риации этих признаков составил соответственно $V_1 = 20,7\text{--}29,3\%$ и $V_2 = 19,3\text{--}23,6\%$. Сорта Зенит и Абалак имели более высокую степень варьирования (по сравнению со стандартом Ача) таких показателей, как число растений на 1 м² перед уборкой ($V = 21,4\text{--}22,6\%$) и выживаемость растений ($V = 20,9\text{--}21,7\%$). Достаточно изменчивым признаком в структуре урожая у сорта Зенит было число зерен в колосе ($V = 23,3\%$). Сорт Абалак отличался высокой степенью варьирования такого показателя, как продуктивная кустистость ($V = 30,3\%$). Степень изменчивости зерновой

Таблица 3

**Варьирование урожайности и элементов ее структуры у перспективных сортов ячменя
в условиях Северного Зауралья (среднее за 2008–2015 гг.)**

Показатель	Коэффициент вариации (V), %		
	Ача (стандарт)	Зенит	Абалак
Число растений на 1 м ² :			
всходы	12,1	10,5	13,0
перед уборкой	16,5	22,6	21,4
Выживаемость растений, %	15,0	20,9	21,7
Число продуктивных стеблей на 1 м ² перед уборкой	13,6	15,0	13,9
Продуктивная кустистость	15,2	18,4	30,3
Масса зерна с одного растения, г	25,1	29,3	20,7
Масса зерна с одного колоса, г	19,3	23,6	21,8
Масса 1000 зерен, г	5,5	7,1	12,5
Число зерен в колосе	16,5	23,3	16,1
Урожайность зерна, т/га	18,5	17,4	22,1

продуктивности перспективных сортов ячменя показала, что сорт Зенит более стабилен в формировании урожая зерна и менее зависим от условий выращивания ($V = 17,4 \%$). Высокопродуктивный сорт интенсивного типа Абалак сильнее реагировал на изменение погодных условий ($V = 22,1 \%$) (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен анализ урожайности зерна селекционных образцов ячменя на заключительном этапе селекционного процесса за 8 лет исследований (2008–2015). Выявлена взаимосвязь урожайности с элементами ее формирования, вегетационным периодом в целом и продолжительностью межфазных периодов. Показана зерновая продуктивность и особенности ее формирования у новых сортов ячменя (Зенит, Абалак), созданных в условиях Северного Зауралья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Reinhardt F. Physiologische Merkmale und selection auf Erhöhung des Ertragsniveaus // Kuiturpflanze. – 1987. – P. 99–106.
2. Гончаров П.Л. Селекция зерновых и кормовых культур на засухоустойчивость в Сибири // Селекция зерновых и кормовых культур для районов недостаточного увлажнения. – Новосибирск, 1985. – С. 3–17.
3. Трофимовская А.Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). – Л.: Колос, 1972. – 296 с.
4. Лукьянова М.В., Заушинцева А.В., Логинов Ю.П. Развитие селекции ячменя и исходный материал в Северном Зауралье // Науч.-техн. бюл. ВИР. – Л., 1987. – С. 32–36.
5. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Селекция адаптивных сортов ячменя // Селекция и семеноводство. – 2001. – № 3. – С. 24–27.
6. Батакова О.Б. Исходный материал для селекции ярового ячменя в условиях Европейского севера РФ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – СПб., 2011. – 22 с.
7. Бутакова О.И. Источники хозяйственно-ценных признаков для селекции ячменя в Волго-Вятском регионе России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Пенза, 2011. – 22 с.
8. Кокина Л.П. Селекция многогранного ячменя в условиях Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2011. – 19 с.
9. Заушинцева А.В. Селекция ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб., 2001. – 47 с.
10. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Селекционная ценность шестирядного ячменя // Селекция и семеноводство. – 1985. – № 1. – С. 33–34.
11. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Местные ячмени и их селекционное значение в условиях Восточной Сибири и на Дальнем Востоке // Сборник научных трудов ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1987. – С. 104–110.
12. Мунгунцэцэг П. Исходный материал для селекции ярового ячменя в условиях центральной земледельческой зоны Монголии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2003. – 16 с.
13. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). – Новосибирск, 2011. – 708 с.

Поступила в редакцию 11.04.2016

M.N. FOMINA, Candidate of Science in Agriculture, Head Researcher

Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural

2, Burlaki St, Moscovskiy, Tyumen District, Tyumen Region, 625501 Russia

e-mail: maria_f72@mail.ru

FEATURES OF GRAIN PRODUCTIVITY FORMATION IN PROMISING BARLEY VARIETIES IN NORTHERN TRANS-URAL

Promising selection samples of spring barley were evaluated as to grain productivity in the final stage of the breeding process at the competitive variety trial nursery over 8 (2008–2015) years of studies. Investigations were carried out in the northern forest steppe of Tyumen Region, Northern Trans-Ural. The analysis of crop productivity showed that it largely depended on both growing conditions and varietal characteristics of the material studied. It should be noted that productivity of a single plant contributed significantly to total crop productivity. There is shown relationship between productivity and its structure elements, and their role in the grain yield formation depending on growing conditions. The productive haulm stand and productive tillering capacity had, in most cases, a positive effect on the grain yield formation. The completeness of coming-ups with satisfactory warmth and moisture availability during the first half of growing season played a positive role. The number of surviving plants by the harvest had a significant effect on the yield under favorable conditions of the second half of growing season. With sufficient moisture availability during the period of grain formation and development, close positive correlation with thousand-kernel weight was found. The length of growing season as a whole and interphase periods was found to influence grain productivity and its formation elements. The lengthening of the first (sprouting–earling) interphase period positively influenced the formation of grain yield under conditions of optimum warmth and moisture availability. The lengthening of the earling–wax ripeness period had, in most cases, a negative impact on grain productivity. There was established relationship between the length of interphase periods and yield structure elements. A comparative evaluation of new spring barley varieties (Zenit, Abalak) as to grain productivity is given; features of grain yield formation are shown.

Keywords: variety, breeding, spring barley, yield, productivity elements.