

- jekologicheskij potencial sel'skohozjajstvennyh kul'tur v Krasnojarskom krae // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2016. – Т. 30. – № 6. – S. 63–70.
9. *Chekaev N.P., Kuznecov A.Ju.* Tehnologija No-till – put' k real'nym rezul'tatam // Prodo- vol'stvennaja politika i bezopasnost'. – 2015. – Т. 2. – № 1. – S. 7–18.
 10. *Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkih N.A.* Problemy i perspektivy razrabotki i osvoenija tehnologii No-till na chernozemah lesostepi Zapadnoj Sibiri // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2013. – № 9. – S. 16–19.
 11. *Jushkevich L.V., Shhitov A.G., Ershov V.L.* Sravnitel'naja produktivnost' jarovoj pshenicy v povtornyh posevah v juzhnoj lesostepi Zapad- noj Sibiri // Vestnik Om. GAU. – 2016. – № 2 (22). – S. 25–27.
 12. Ocenka i izmenenie plotnosti slozhenija chernozema v poljah sevooborota / *N.L. Kurachenko, S.V. Solodchenko, V.N. Romanov* [i dr.] // Zemledelie. – 2010. – № 1. – S. 9–11.
 13. Agrometeobjulleteni AMS «Minino» za 2011–2017 gg.
 14. *Kachinskij N.A.* Fizika pochv. – M.: Vysshaja shkola, 1970. – 360 s.
 15. *Aleksandrova L.N., Najdenova O.A.* Labora- torno-prakticheskie zanjatija po pochvovedeniju. – L.: Kolos, 1967. – 350 s.
 16. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 352 s.
 17. *Orlov D.S., Grishina L.A.* Praktikum po himii gumusa. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1981. – 272 s.
 18. *Haziev F.H.* Metody pochvennoj jenzimologii. – M.: Nauka, 1990. – 189 s.
 19. Metodika Goskomissii po sortoispytaniyu s.-h. kul'tur. – M., 1963.
 20. *Sorokin O.D.* Prikladnaja statistika na komp'yutere. – Novosibirsk, 2004. – 162 s.



УДК 631.527.8:633.16

И.В. Куркова, С.А. Фокин

ОЦЕНКА АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ АМУРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

I.V. Kurkova, S.A. Fokin

THE ASSESSMENT OF ADAPTIVE CAPACITY AND ECOLOGICAL PLASTICITY OF VARIETIES AND SAMPLES OF VARIETIES OF SPRING BARLEY OF AMUR SELECTION

Куркова И.В. – канд. с.-х. наук, доц. каф. садо- водства, селекции и защиты растений Дальне- восточного государственного аграрного универ- ситета, г. Благовещенск. E-mail: kurko- va10@inbox.ru

Фокин С.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. экологии, почвоведения и агрохимии Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск. E-mail: fok.s.a@mail.ru

Kurkova I.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Gardening, Selection and Protection of Plants, Far Eastern State Agrarian University, Blagovesh- chensk. E-mail: kurkova10@inbox.ru

Fokin S.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Ecology, Soil Science and Agrochemistry, Far Eastern State Agrarian University, Blagovesh- chensk. E-mail: fok.s.a@mail.ru

Ячмень – традиционная зерновая культура широкого применения, используемая на фу- ражные цели, в пищевой и пивоваренной про- мышленности. Селекция ячменя должна учи-

тывать агроэкологические особенности реги- она возделывания культуры, т.е. взаимодей- ствие между генотипом и условиями внешней среды в данном месте. Статья посвящена

оценке параметров адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции. Расчет адаптивной способности и параметров экологической пластичности и стабильности проведен в среднем за 3 года (2012–2014 гг.), сильно отличающихся по условиям вегетации. Для определения параметров стабильности проводился расчет коэффициента регрессии (b_i), характеризующий реакцию сортов на изменение условий выращивания. Дополнительной характеристикой сортообразцов служит варианса стабильности (s^2_{di}), которая указывает, насколько сорт отзывчив на условия среды и стабилен в определенных условиях. Среди изученных сортообразцов и сортов ярового ячменя наиболее пластичным был сорт Амур, который относится к группе с повышенной пластичностью. Этому сорту соответствовала более высокая величина коэффициента регрессии (b_i) по сравнению с другими сортообразцами, т.е. этот сорт наиболее отзывчив на воздействие среды. В условиях Амурской области обладают средней урожайностью и высокой вариабельностью сортообразцы Ш-2107, Ш-2120. Ценным с практической точки зрения является сорт Амур, сочетающий высокую урожайность и высокий показатель гомеостатичности, но эти показатели зависят от года возделывания. Наибольшей общей адаптивной способностью в условиях Амурской области обладают сортообразцы Сосед и Мишка. К хорошо отзывчивым на изменение условий и стабильным относится сортообразец Мишка. Оптимальный баланс между продуктивностью и стабильностью, согласно параметру S_c , обладают сорт Ача (13,6) и сортообразец Сосед (15,0).

Ключевые слова: сорт, сортообразец, яровой ячмень, адаптивная способность, экологическая пластичность, стабильность, вариабельность, урожайность.

Barley is traditional grain crop of wide use, used for fodder purposes, in food and brewing industries. Barley selection must take into account agroecological features of the cultivation crop region, i.e. the interaction between the genotype and environmental conditions in this place. The study is de-

voted to the estimation of parameters of adaptive ability, ecological plasticity and stability of varieties and samples of varieties of spring barley of Amur selection. The calculation of adaptive ability and parameters of ecological plasticity and stability was carried out on average for 3 years (2012–2014), which were very different in vegetation period. For the determination of stability parameters calculation coefficient of regression (b_i) by characterizing the reaction of varieties to changes in growth conditions was carried out. As additional characteristic of the study of varieties is the stability variation (s^2_{di}), which indicates how the variety is responsive to environmental conditions and stable in these conditions. Among studied varieties and samples of varieties of spring barley the most plastic was the variety of Amur, belonging to the group with increased plasticity. This variety corresponded to a higher value of the regression coefficient (b_i) as compared to other varieties, i.e. this variety was the most responsive to the impact of the environment. In the Amur Region varieties and samples of varieties had average yield and high variability of Sh-2107, Sh-2120. From practical point of view the variety of Amur combined high yield and high homeostatic index but these indicators depended on the year of cultivation. The most common adaptive ability in the Amur Region had the varieties Sosed and Mishka. The variety Mishka was well responsive to changing conditions and stable. The most optimal balance between productivity and its stability according to the parameter S_c had the varieties Acha (13.6) and Sosed (15.0).

Keywords: variety, the samples of varieties, spring barley, adaptive capacity, ecological plasticity, stability, variability, yield.

Введение. Ячмень – традиционная зерновая культура, широко используемая на фуражные цели, в пищевой и пивоваренной промышленности [1].

Селекция ячменя, как и других сельскохозяйственных растений, должна учитывать агроэкологические особенности региона возделывания культуры, т.е. взаимодействие между генотипом и условиями внешней среды в данном месте [2–7].

Важнейшими моментами процесса создания сорта являются получение объективной оценки его биологических особенностей, адапцион-

ных способностей и выбор технологии возделывания. Основная задача адаптивной селекции – выявление сочетания в одном генотипе высокой продуктивности и экологической стабильности при воздействии неблагоприятных факторов среды [3, 8].

Цель исследований. Оценить сорта и сортообразцы ярового ячменя амурской селекции по параметрам адаптивной способности и селекционной ценности.

Материалы и методы исследований. Весна 2012 и 2013 гг. была поздней, затяжной и характеризовалась крайне сложными агрометеорологическими условиями. Июнь и июль 2012 года выдались жаркими. Воздух днем в эти месяцы прогревался до 30–36 °С. Сумма выпавших осадков за лето составила 341 мм. Наиболее интенсивные дожди наблюдались в июле – 212 мм (превышение нормы на 62 %). После прошедших дождей отмечалось сильное увлажнение почвы полей.

Лето 2013 года было умеренно теплым и очень дождливым. В целом агрометеорологические условия были крайне сложными – длительное переувлажнение почвы, подтопление полей, местами затопление, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений.

В 2014 году весна была ранней, теплой, с неравномерным распределением осадков. Лето характеризовалось повышенным температурным режимом, средняя температура воздуха составила 21,8 °С. Осадки в летний период распределялись неравномерно и с разной интенсивностью, носили ливневый характер, максимальное их количество выпало в первой и третьей декадах июля.

Для определения параметров стабильности были взяты реестрированный сорт амурской селекции Амур; 2 сортообразца, отобранные из китайских популяционных сортов – КНР 1 (Мишка) и КНР 2 (Сосед); 8 сортообразцов ярового ячменя, полученные методом индивидуального отбора из гибридных популяций дальневосточной селекции; в качестве стандарта использовали сорт Ача. Оценку адаптивной способности и стабильности генотипов проводили по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1989), расчет экологической пластичности и стабильности по методике S.A. Eberhart and W.A. Russell [9] в изложении В.А. Зыкина, В.В. Мешкова, В.А.

Сапеги [10]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [11].

Результаты исследований и их обсуждение. При определении адаптивной способности и экологической пластичности вначале был установлен факт взаимодействия генотип × среда. Для этого был проведен двухфакторный дисперсионный анализ, позволивший выявить высокую достоверность различий между эффектами генотипов, сред и взаимодействия, что представляет возможным перейти к следующему этапу анализа.

Всякий сорт в благоприятных условиях проявляет наивысшую генотипически обусловленную урожайность. Размах ее может быть увеличен как за счет резкого снижения в экстремальных условиях, так и резкого повышения в оптимальных условиях.

За годы исследований наибольшая урожайность была отмечена у сорта Амур, в среднем составив 30,3 ц/га. Максимальная его урожайность отмечалась в 2012 году – 49,7 ц/га, минимальная в неблагоприятный 2013 год – 16,5 ц/га. При этом стандартный сорт Ача по урожайности превысили сортообразцы Сосед (2013 г.) и Мишка (2012 и 2014 гг.).

Отрицательное значение показателя индекса среды указывает на неблагоприятные погодные условия формирования урожая, что отмечалось в 2013 и 2014 годах ($I_j = -8,9$ и $I_j = -2,4$ по годам соответственно).

Положительные значения свидетельствуют о достаточно благоприятных условиях в период вегетации, что и наблюдалось в 2012 году ($I_j = +11,4$).

Понятия «стабильность» и «пластичность» в отечественной и зарубежной литературе трактуются по-разному, что затрудняет оценку этих параметров при отборе. A.D. Bradshaw (1965) определил пластичность как свойство генотипа изменять значение признаков в различных условиях среды, а стабильность – как отсутствие пластичности [8].

Среди изученных сортообразцов и сортов ярового ячменя наиболее пластичным был сорт Амур, который относится к группе с повышенной пластичностью. Этому сорту соответствовала более высокая величина коэффициента регрессии (b_i) по сравнению с другими сортообразца-

ми. То есть этот сорт наиболее отзывчив на воздействие среды.

Низкой экологической пластичностью (b ; значительно меньше 1) характеризуются сорт Ача (0,91) и сортообразцы Ш-2136 (0,89); Сосед (0,84); Ш-2158 (0,82); Ш-2250 (0,77), их лучше использовать на экстенсивном фоне, поскольку они способны дать максимальную урожайность при минимальных вложениях.

У сортообразцов Ш-2183, Ш-2107, Ш-2257, Ш-2120 коэффициент регрессии составил 1, их урожайность меняется в зависимости от изменений условий выращивания.

Фенотипическая стабильность сортов и сортообразцов обусловлена нормой реакции генотипа и оценивается через средний квадрат отклонений от линии регрессии. Из расчетов видно, что сорт Ача и сортообразцы Ш-2136, Ш-2158, Ш-2183, Ш-2250 и Сосед показывают

лучшие результаты в неблагоприятных условиях, но являются нестабильными.

Сорт Амур является нестабильным, что также подтверждается ранее проведенными расчетами в 2008–2011 и 2012–2014 годах [12, 13].

Сортообразцы Ш-2107, Ш-2120, Ш-2226 и Ш-2257 попали в группу сортов с проявлением лучших результатов в благоприятные годы, но относятся к группе нестабильных. И только один сортообразец Мишка отнесен к стабильным сортообразцам в годы с благоприятными условиями.

Практический интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокая урожайность и незначительная вариабельность признака по годам. По результатам исследований минимальная вариабельность отмечена у сортообразцов Сосед и Мишка ($V=34,5$ и $36,0$ %) (табл.).

Параметры адаптивной способности ярового ячменя по признаку урожайности зерна

Сорт, сортообразец	Средняя урожайность, ц/га	Коэффициент вариации (V), %	Общая адаптивная способность (ОАС, v_i)	Показатель взаимодействия генотип x среда	Варианса специфической адаптивной способности (σ^2_{caci})	Относительная стабильность (S_{gi})	Показатель гомеостатичности (Hom)	Селекционная ценность (S_c)
Ача	26,2	41,5	2,0	5,51	110,46	40,11	0,45	13,6
Ш-2107	22,4	50,2	- 1,8	0,24	120,24	48,93	0,46	9,3
Ш-2120	24,9	44,1	0,7	2,68	118,28	43,69	0,45	9,9
Ш-2136	24,0	40,7	- 0,2	0,20	94,02	40,42	0,40	10,8
Амур	30,3	62,2	6,1	40,52	297,69	56,93	0,78	10,1
Ш-2158	25,4	36,0	1,2	3,98	79,98	35,19	0,38	12,4
Ш-2183	23,5	45,0	- 0,7	- 0,75	109,04	44,43	0,44	10,3
Ш-2226	19,8	63,5	- 4,4	- 0,45	128,14	57,17	0,52	6,1
Ш-2250	19,0	58,1	- 5,2	3,66	64,40	42,21	0,46	7,2
Ш-2257	21,1	55,5	- 3,1	1,96	94,34	46,02	0,48	8,5
Сосед	27,2	34,5	3,0	3,54	73,38	31,51	0,38	15,0
Мишка	26,7	46,4	2,5	1,0	142,67	44,72	0,51	10,9

Наибольшими эффектами общей адаптивной способности обладают сорт Амур ($v_i - 6,1$) и сортообразцы Сосед и Мишка ($v_i - 3,0; 2,5$); у сортообразцов Ш-2257, Ш-2226, Ш-2250 она была наименьшей и варьировала от -3,1 до -5,2.

Стабильность реакции генотипа по продуктивности (по методике Кильчевского и Хотылевой) определяется величиной параметра σ^2_{caci} . Установлен наиболее стабильный сортообразец Ш-2250 ($\sigma^2_{caci} - 64,40$); сорт Амур ($\sigma^2_{caci} - 297,69$)

является нестабильным. Параметр вариансы САС (σ^2_{caci}) характеризует специфическую адаптивную способность, то есть в благоприятных условиях среды с высокой величиной данного показателя сорт или сортообразец формирует относительно большую урожайность [14].

Относительная стабильность генотипа (S_{gi}) составила от 31,51 до 56,93 %. По данному показателю выделились сортообразцы Ш-2158, Сосед и сорт Ача ($S_{gi} - 35,19; 31,51$ и $40,11$ со-

ответственно), урожайность которых в наименьшей степени менялась в зависимости от погодных условий.

В.В. Хангильдин для определения стабильности предложил использовать показатель гомеостатичности. Гомеостаз – это свойство саморегуляции живого во взаимоотношении организма с внешней средой [10].

По параметру гомеостатичности выделился сорт Амур ($\text{Hom} = 0,78$), что свидетельствует о способности сорта противостоять снижению продуктивности в условиях возделывания лимитирующего фактора (например, засушливое лето).

Для достижения оптимального баланса при отборе на продуктивность и стабильность используется параметр *селекционная ценность генотипа* (Sc). По величине этого показателя в наших расчетах можно отметить сортообразец Сосед (15,0) и сорт Ача (13,6).

Выводы

1. Наибольшей общей адаптивной способностью обладают сорт Амур ($v_i = 6,1$) и сортообразцы Сосед и Мишка ($v_i = 3,0; 2,5$),

2. Как хорошо отзывчивый на изменение условий выращивания и стабильный из изученных сортообразцов, выделен один сортообразец – Мишка.

3. По селекционной ценности оптимальный баланс между продуктивностью и стабильностью установлен у сортообразца Сосед (15,0) и сорта Ача (13,6).

4. Ценным с практической точки зрения является сорт Амур, сочетающий высокую урожайность и высокий показатель гомеостатичности.

Литература

1. *Логинов Ю.П., Сурин Н.А., Якубышина Л.И.* Стабильность формирования хозяйственных признаков у селекционных линий ячменя в северной лесостепи Тюменской области // *Агропродовольственная политика России.* – 2014. – № 10 (22). – С. 41–45.
2. *Каримова Л.З.* Особенности формирования урожая ярового ячменя и развития гельминтоспориозов на различных сортах яро-

3. *Аниськов Н.И.* Экологическая адаптивность сортов голозерного и пленчатого ячменя в условиях Западной Сибири // *Сиб. вестн. с.-х. науки.* – 2008. – № 1. – С. 36–41.
4. *Кононенко Л.А.* Оценка урожайности и экологической пластичности сортов ярового ячменя, возделываемого в условиях Белгородской области // *Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та.* – 2006. – Т. 1. – № 9-1. – С. 53–55.
5. *Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф.* Экологическая роль сорта в XXI в. // *Селекция и семеноводство.* – 2000. – № 3. – С. 28–30.
6. *Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш., Сапега С.В.* Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур // *Достижения науки и техники АПК.* – 2012. – № 10. – С. 22–25.
7. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений: эколого-генетические основы. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 357 с.
8. *Кильчевский А.В., Хотылев Л.В.* Генотип и среда в селекции растений. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
9. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties // *Crop Science.* – 1966. – № 6. – P. 36–40.
10. *Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А.* Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1984. – 24 с.
11. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
12. *Куркова И.В., Рукосуев Р.В.* Оценка параметров стабильности сортов ярового ячменя дальневосточной селекции // *Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та.* – 2013. – № 1 (99). – С. 13–14.
13. *Куркова И.В., Кузнецова А.С., Терехин М.В.* Параметры экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции // *Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та.* – 2015. – № 3 (36). – С. 19–24.
14. *Максимов Р.А.* Адаптивная способность, экологическая пластичность и стабильность

сортов ячменя в условиях юго-запада Свердловской области // Достижения науки и техники. – 2011. – № 6. – С. 20–22.

Literatura

1. *Loginov Ju.P., Surin N.A., Jakubyshina L.I.* Stabil'nost' formirovanija hozjajstvennyh priznakov u selekcionnyh linij jachmenja v severnoj lesostepi Tjumenskoj oblasti // *Agroprodukovol'stvennaja politika Rossii.* – 2014. – № 10 (22). – С. 41–45.
2. *Karimova L.Z.* Osobennosti formirovanija urozhaja jarovogo jachmenja i razvitija gel'mintosporiozov na razlichnyh sortah jarovogo jachmenja // *Vestn. Kazan. gos. agrar. un-ta.* – 2012. – № 1 (23). – С. 129–132.
3. *Anis'kov N.I.* Jekologičeskaja adaptivnost' sortov golozernogo i plenchatogo jachmenja v uslovijah Zapadnoj Sibiri // *Sib. vestn. s.-h. nauki.* – 2008. – № 1. – С. 36–41.
4. *Kononenko L.A.* Ocenka urozhajnosti i jekologičeskoj plastičnosti sortov jarovogo jachmenja, vozdeľvaemogo v uslovijah Belgorodskoj oblasti // *Izv. Orenburg. gos. agrar. un-ta.* – 2006. – Т. 1. – № 9-1. – С. 53–55.
5. *Dobruckaja E.G., Pivovarov V.F.* Jekologičeskaja rol' sorta v XXI v. // *Selekcija i semenovodstvo.* – 2000. – № 3. – С. 28–30.
6. *Sapega V.A., Turumbekova G.Sh., Sapega S.V.* Urozhajnost' i parametry stabil'nosti sortov zernovyh kul'tur // *Dostizhenija nauki i tehniki APK.* – 2012. – № 10. – С. 22–25.
7. *Zhuchenko A.A.* Adaptivnyj potencial kul'turnyh rastenij: jekologo-geneticheskie osnovy. – Kishinev: Shtiinca, 1988. – 357 s.
8. *Kil'chevskij A.V., Hotylev L.V.* Genotip i sreda v selekcii rastenij. – Minsk: Nauka i tehnika, 1989. – 191 s.
9. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties // *Crop Science.* – 1966. – № 6. – P. 36–40.
10. *Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A.* Parametry jekologičeskoj plastičnosti sel'sko-hozjajstvennyh rastenij, ih rasčet i analiz: metod. re-komendacii. – Novosibirsk, 1984. – 24 s.
11. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta s osnovami statističeskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.
12. *Kurkova I.V., Rukosuev R.V.* Ocenka parametrov stabil'nosti sortov jarovogo jachmenja dal'nevostočnoj selekcii // *Vestn. Alt. gos. agrar. un-ta.* – 2013. – № 1 (99). – С. 13–14.
13. *Kurkova I.V., Kuznecova A.S., Terehin M.V.* Parametry jekologičeskoj plastičnosti sortov i sortobrazcov jarovogo jachmenja amurskoj selekcii // *Vestn. Novosib. gos. agrar. un-ta.* – 2015. – № 3 (36). – С. 19–24.
14. *Maksimov R.A.* Adaptivnaja sposobnost', jekologičeskaja plastičnost' i stabil'nost' sortov jachmenja v uslovijah jugo-zapada Sverdlovskoj oblasti // *Dostizhenija nauki i tehniki.* – 2011. – № 6. – С. 20–22.

