

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК ДЛЯ РАСЧЕТА ПЛАСТИЧНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ НА ПРИМЕРЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Юсова Оксана Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией генетики, биохимии и физиологии растений

Николаев Петр Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр»

644012, г. Омск-12, пр. Королева, 26; тел.: (3812) 77-60-94, e-mail: ksanajusva@rambler.ru

Ключевые слова: ячмень, сорт, пластичность, стабильность, ранг.

Яровой ячмень – ключевая зернофуражная и кормовая культура, которая формирует повышенную урожайность (по сравнению с иными зернофуражными культурами) за счет скороспелости и засухоустойчивости. Разработано много различных методов оценки экологической пластичности и стабильности, которые отличаются достоверностью и информативностью. Цель данного исследования – сравнительная характеристика показателей пластичности и стабильности, рассчитанных с применением различных методик на примере сортов ячменя. Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2013-2017 гг. на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск). Рассчитаны показатели экологической пластичности: $Y_{min} - Y_{max}$ – устойчивость к стрессу, $\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$ – компенсаторная способность (по Rossielle, Hemblin); CV – коэффициент вариации (по Доспехову); К.А. – коэффициент адаптивности (по методике Животкова); b_i – коэффициент линейной регрессии урожайности сортов (по Eberhart, Russell). Также показатели экологической стабильности: ИС – индекс стабильности, Ном – гомеостатичность (по Хангильдину); ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Неттевичу); σ^2_d – коэффициент регрессии (по Eberhart, Russell). Результаты исследований показывают, что показатели пластичности и стабильности сортов, рассчитанные по различным методикам, существенно различаются. Очевидно, что необходимо применение методики, которая позволит привести все полученные разрозненные результаты к единому знаменателю. В этом случае удобнее пользоваться принципом ранжирования сортов по параметрам и оценку проводить по сумме рангов полученной каждым сортом. Таким образом, согласно ранговой оценке, наиболее стабильны и пластичны сорта, получившие данную оценку по большинству используемых в исследованиях методов.

Введение

Современные реалии диктуют необходимость получения принципиально новой научной продукции, что составит основу научно-технологического развития Российской Федерации и обеспечит устойчивое её положение на внешних рынках. Одним из приоритетных направлений является создание и внедрение в производство сортов, способных осуществлять импортозамещение, что означает повышение требований к возделываемым сортам [1].

В настоящее время особую значимость приобретает проблема климатических метаморфоз [2], что естественным образом отражается в агрономии [3]. На этом фоне особую актуальность приобретает проблема создания и использования в сельскохозяйственном производстве сортов, обладающих повышенной стрессоустойчивостью и адаптивностью [4].

Многодесятилетняя односторонне направленная селекция на получение высокопродуктивных сортов привела к снижению их адаптивных свойств. В последние годы селекционеры стараются исправить данное упущение, что

позволит производителю рациональнее использовать средства производства [5].

С повышением уровня потенциальной урожайности результаты традиционной селекции не всегда удовлетворяют современные запросы, поэтому дальнейшее повышение продуктивности новых сортов возможно за счет использования методов биотехнологии.

Целенаправленная селекция по созданию и внедрению в производство интенсивных сортов привела к парадоксальным последствиям: несмотря на достигнутый физиологический предел, продуктивность основных культур, практическая урожайность реализуются лишь на 30 % от потенциально заложенной [6].

Адаптивные сорта ценятся за такие положительные качества, как повышенная выживаемость и продуктивность растений в производстве при сложных климатических условиях в широком диапазоне условий выращивания. Однако многие компоненты окружающей среды являются нерегулируемыми, что обуславливает значительную изменчивость урожайности и ее качества.

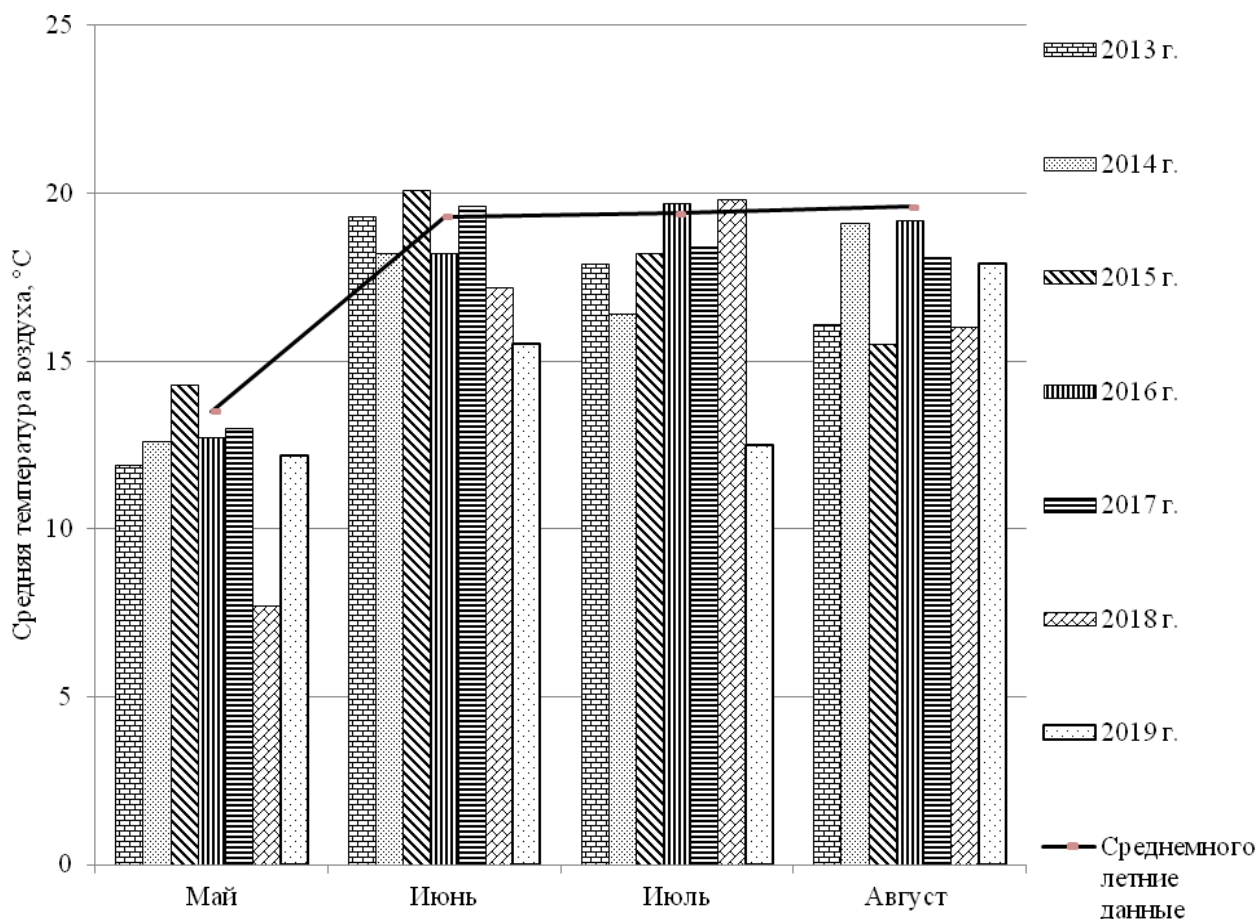


Рис. 1 - Средняя температура воздуха, с 2013 по 2019 гг., °С

Яровой ячмень – ключевая зернофуражная и кормовая культура, которая формирует повышенную урожайность (по сравнению с иными зернофуражными культурами) за счет скороспелости и засухоустойчивости.

Цель исследования – оценка эффективности применения различных методик для расчета пластичности и стабильности сортов на примере ярового ячменя.

Материалы и методы исследований

В статье представлены данные исследований сортов ячменя с 2013 по 2019 гг., полученные на опытных полях Омского АНЦ в южной лесостепной зоне [7].

Проведен расчет следующих показателей экологической пластичности:

- коэффициент вариации [7];
- устойчивость к стрессу и компенсаторную способность [8];
- коэффициент адаптивности [9];
- коэффициент линейной регрессии [10].

Также представлены данные расчетов по показателям экологической стабильности:

- гомеостатичность и индекс стабильности [11].
- показатель уровня стабильности сорта [12].

- степень стабильности реакции [10].

Западная Сибирь – это крупнейший зернопроизводящий регион Российской Федерации. Основные посевы сельскохозяйственных культур данного региона сосредоточены в степной и лесостепной зонах, которые отличаются сильной контрастностью климата и резкими колебаниями метеорологических элементов, что обуславливает значительную изменчивость урожайности и валовых сборов продукции.

Засушливые условия отмечены в 2011 и 2014 гг. (ГТК составил 0,90 и 0,92 соответственно), климатические условия 2015 г., напротив, сухие и холодные (при ГТК 0,70). Достаточное увлажнение наблюдалось в 2013 г. (ГТК = 0,99). По средним температурам на протяжении всего периода исследований наблюдался недобор (-6,9...-0,4°C) в сравнении со среднегодовыми данными, рис. 1, 2.

Исключения наблюдались в мае и июне 2015 г. (+0,8°C); июне 2017 г. (+0,3°C); июле 2012 г. (+3,4°C), 2016 и 2018 гг. (+0,3 и +0,4 8°C к норме). Температура воздуха в июне 2011 и 2013 гг. соответствовала среднегодовым данным (19,3°C). На этом фоне наблюдались обильные осадки (+31,3...+414,3% к среднегодовым данным).

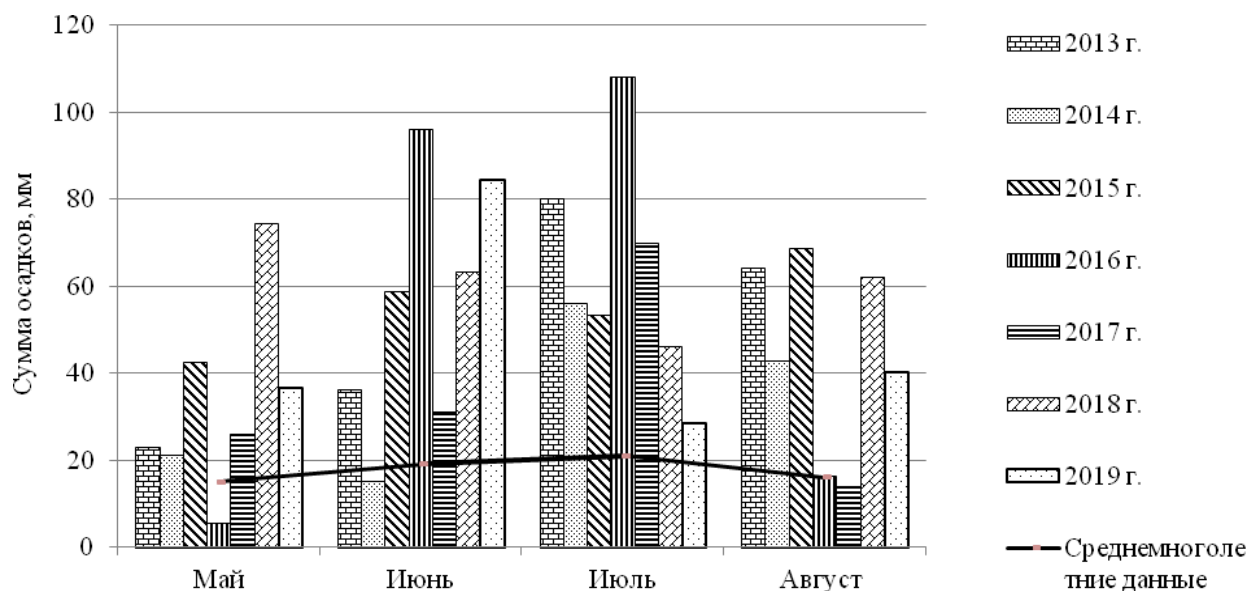


Рис. 2. - Сумма осадков с 2013 по 2019 гг., мм

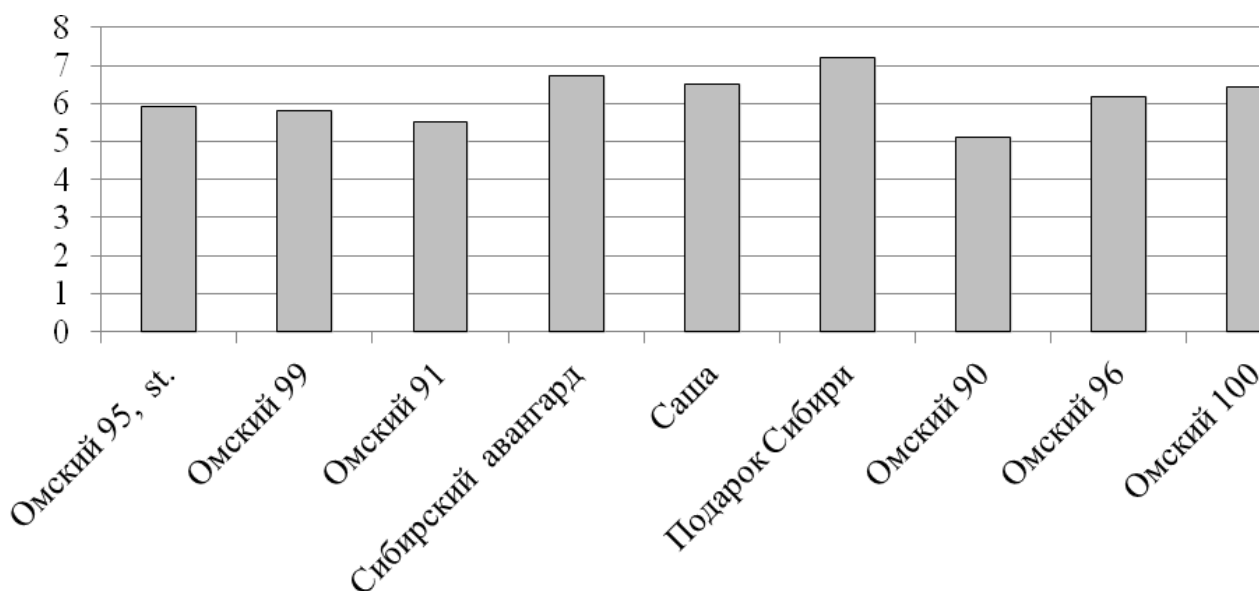


Рис.3 -Сравнительная характеристика сортов ячменя ярового по урожайности, т/га

Недостаток осадков характерен для следующих периодов: май и июнь 2011 г. (51,3 и 64,7% к норме), май 2016 г. (36,0 %), июнь 2014 г. (78,9 %), июль 2012 г. (38,1 %), август 2017 г. (87,5 %).

Результаты исследований

В современных агроэкологических условиях, вследствие недостаточной стрессоустойчивости растений потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур реализуется крайне слабо – от 25 до 40 % [13, 14]. Улучшить данный фактор возможно путем более эффективного использования ресурсовосстанавливающей роли сорта, что в настоящий момент слабо изучено.

Очевидно, что в зависимости от климатических условий периодов вегетации наблюда-

лось значительное варьирование урожайности, рис. 3. Так, урожайность стандартного сорта Омский 95 изменялась от 2,11 до 5,31 т/га.

Варьирование урожайности остальных исследуемых сортов наблюдалось в следующих пределах:

- Омский 99: 1,25...5,79 т/га;
- Омский 91: 2,21...5,53 т/га;
- Сибирский авангард: 1,94...6,73 т/га;
- Саша: 2,47...6,49 т/га;
- Подарок Сибири: 3,19...7,19 т/га;
- Омский 90: 1,85...5,10 т/га;
- Омский 96: 2,11...6,18 т/га;
- Омский 100: 2,77...6,44 т/га.

В среднем за период исследований повышенной урожайностью характеризовались сорта Саша, Подарок Сибири и Омский 100

Таблица 1

Показатели экологической пластичности сортов ячменя ярового

Сорт	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{min} + Y_{max}) / 2$	CV	b_i	К.А.
Омский 95, st.	-3,8	4,0	32,8	1,0	104,0
Омский 99	-4,5	3,5	35,3	1,0	98,0
Омский 91	-3,3	3,9	38,4	0,8	89,0
Сибирский авангард	-4,8	4,3	42,9	1,2	101,0
Саша	-4,0	4,5	32,6	1,3	113,0
Подарок Сибири	-4,0	5,2	31,4	1,0	119,0
Омский 90	-3,3	3,5	33,6	0,8	90,0
Омский 96	-4,1	4,2	36,5	0,9	100,0
Омский 100	-3,7	4,6	29,1	1,2	113,0
S_x	0,2	0,2	1,4	0,1	3,0

Примечание: $Y_{min} - Y_{max}$ – устойчивость к стрессу, $\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$ – компенсаторная способность (по А.А. Rossielle, J. Hemblin);
 CV – коэффициент вариации (по Б.А. Доспехову);
 К.А. – коэффициент адаптивности (по методике Животкова);
 b_i – коэффициент линейной регрессии урожайности сортов (по S.A. Eberhart, W.A. Russell).

Таблица 2

Показатели экологической стабильности сортов ячменя ярового

Сорт	ИС	НОМ	ПУСС, %	σ_a^2
Омский 95, st.	17,0	0,133	100,0	0,5
Омский 99	19,0	0,120	95,0	1,5
Омский 91	14,0	0,101	86,0	0,4
Сибирский авангард	14,0	0,102	98,0	0,6
Саша	13,0	0,140	109,0	0,2
Подарок Сибири	17,0	0,162	114,0	0,2
Омский 90	14,0	0,110	87,0	0,3
Омский 96	16,0	0,114	96,0	0,3
Омский 100	12,0	0,160	109,0	0,1
S_x	0,8	0,010	3,3	0,1

Примечание: ИС – индекс стабильности, Ном – гомеостатичность (по Хангильдину В.В.);
 ПУСС – показатель уровня стабильности сорта (по Неттевичу Э.Д.);
 σ_a^2 – коэффициент регрессии (по S.A. Eberhart, W.A. Russell).

(+0,37...0,61 т/га к st.).

Одними из показателей экологической пластичности сортов являются устойчивость к стрессу и компенсаторная способность (по А.А. Rossielle, J. Hemblin), табл. 1. По данному признаку сортов с высокой стрессоустойчивостью (до -3,1) не наблюдалось; к сортам со средней (от -3,1 до -3,5) относятся Омский 90, Омский 91. Остальные сорта характеризовались низкой стрессоустойчивостью (менее -3,5).

Компенсаторная способность сорта указывает на способность сорта формировать устойчивую продуктивность в контрастных условиях. Согласно проведенным расчетам данного показателя, к сортам с высокой компенсаторной способностью относятся Саша, Омский 100, Подарок Сибири ($(Y_{min} + Y_{max}) / 2 = 4,5...4,6$); с

низкой – Омский 99, Омский 91, Омский 90 ($(Y_{min} + Y_{max}) / 2 = 4,0...4,3$).

Согласно коэффициенту вариации (по Б.А. Доспехову), изменчивость урожайности всех исследуемых сортов высокая ($CV > 20\%$).

Наиболее адаптивны, по методике Животкова, сорта Омский 95, Саша, Подарок Сибири, Омский 100. Данные сорта превышали среднесортную урожайность периода исследований на 3,9...18,6%.

Методика S.A. Eberhart и W.A. Russell утверждает, что коэффициент регрессии (b_i) определяет степень реакции генотипов на колебания почвенно-климатических условий. Проведенные расчеты позволяют сделать вывод, что наиболее пластичны среди исследуемых сорта Сибирский авангард, Саша и Омский 100.

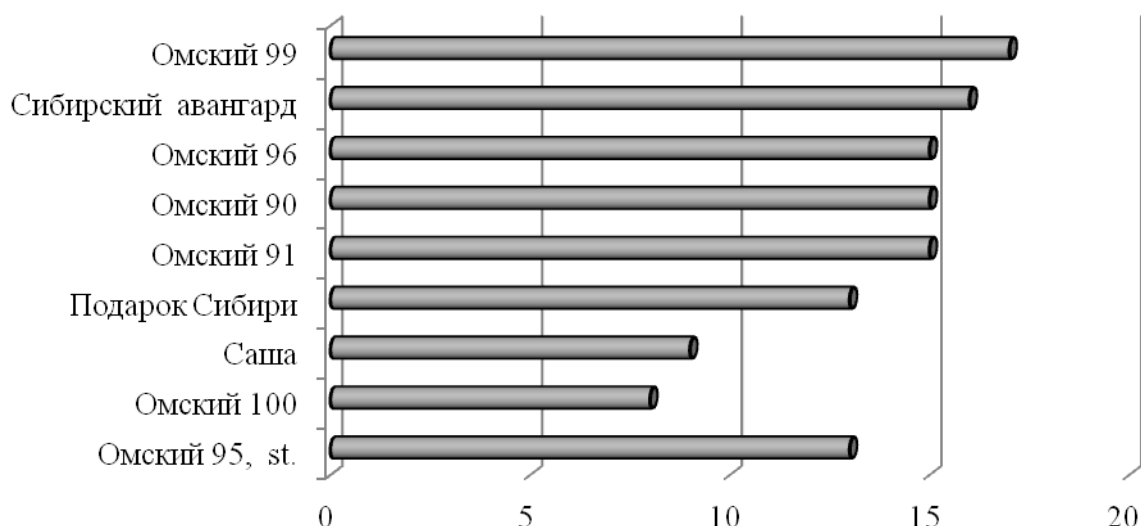


Рис. 4 - Ранговая оценка экологической пластичности сортов ячменя ярового

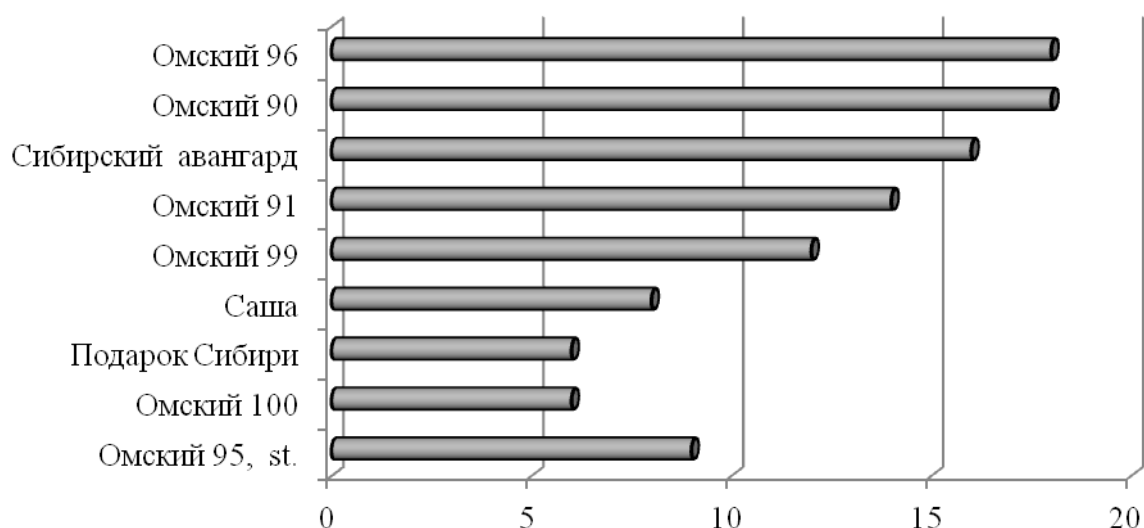


Рис. 5 - Ранговая оценка экологической стабильности сортов ячменя ярового

Стабильность сорта определяет его устойчивость в реализации селекционно-генетических свойств генотипа.

Согласно методике Хангильдина В.В., повышенная стабильность отмечена у сорта Омский 99 (ИС =19,2), повышенная гомеостатичность - у сортов Подарок Сибири и Омский 100 (НОМ = 0,16), табл. 2.

Рассчитан показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) (Неттевич Э.Д.). Повышенным значением данного показателя характеризуются сорта Саша, Подарок Сибири и Омский 100 (+8,6...14,2 % к st.), что означает способность данных сортов к формированию повышенной урожайности при ее минимальном снижении в неблагоприятных условиях.

Согласно методике S.A. Eberhart, W.A.

Russell, для оценки устойчивости признака применяется коэффициент регрессии (σ^2_d). Таким образом, стабильны все исследуемые сорта ($\sigma^2_d = 0,11...0,62$), кроме сорта Омский 99.

Применив к результатам наших исследований ранговую оценку, мы получили следующие результаты: по экологической пластичности превышают стандарт (сумма рангов = 13) сорта Саша и Омский 100 (сумма рангов = 8 и 9), рис. 4. Сорт Подарок Сибири характеризуется пластичностью на уровне стандарта.

По экологической стабильности стандарт характеризуется суммой рангов на уровне 9, рис. 5. Меньшую сумму рангов (6...8) имели сорта Омский 100, Подарок Сибири и Саша.

Обсуждение

Результаты исследований показывают,

что показатели пластичности и стабильности сортов, рассчитанные по различным методикам, существенно различаются.

Так, пластичностью по нескольким методикам характеризуются следующие сорта:

Саша, Омский 100 – по Rossielle и Hemblin; Eberhart и Russell; по Животкову;

Подарок Сибири – по Rossielle и Hemblin; по Животкову;

Также имеются сорта, на пластичность которых указывают расчеты лишь по одной методике:

- Омский 95 – по Животкову;
- Омский 91 и Омский 90 – по Rossielle и Hemblin;
- Сибирский авангард – по Eberhart и Russell.

● Аналогичная картина наблюдается и по стабильности сортов:

● Подарок Сибири и Омский 100 – по Хангильдину, Неттевичу, Eberhart и Russell;

● Саша – по Неттевичу, Eberhart и Russell;

О стабильности сорта Омский 95 свидетельствуют расчеты лишь по методике Eberhart и Russell; сорта Омский 91 – по методике Хангильдина.

На основе проведенных исследований можно предположить, что стабильны и пластичны в условиях Западной Сибири сорта, которые имеют данные характеристики по большинству методов оценки. В нашем случае – это сорта Подарок Сибири, Омский 100 и Саша. Но насколько данные выводы обоснованы? Очевидно, что необходимо применение методики, которая позволит привести все полученные разрозненные результаты к единому знаменателю – рангу [15, 16]. Снижение суммы рангов изучаемого сорта означает, что сорта имеют большую хозяйственную ценность. Лучшему значению параметра соответствует единица.

Таким образом, согласно проведенной ранговой оценке наиболее стабильны и пластичны сорта, получившие данную оценку по большинству используемых в исследованиях методов.

Заключение

Проведенные исследования позволили установить, что расчет адаптивности сортов одним методом неинформативен, полученные данные могут различаться и противоречить друг другу. Применение нескольких методов позволяет получить более объективные результаты. Для того, чтобы полученные данные привести к общему знаменателю, целесообразно использовать метод ранжирования. Согласно данному методу, наиболее стабильны и пластичны сорта,

получившие данную оценку по большинству методов оценки.

Библиографический список

1. Сармонов, Ш. Ш. Оценка продуктивности и адаптивности озимых сортов ячменя в условиях южного региона республики / Ш. Ш. Сармонов, Н. Ф. Мирзаев // Аграрная наука. – 2017. – № 9-10. – С. 38-40.

2. Calibrating Climate Model ensembles for assessing extremes in a Changing Climate / N. Herger, O. Angéilil, G. Abramowitz, M. Donat, D. Stone, K. Lehmann // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. – 2018. – Vol. 123, № 11. – P. 5988-6004.

3. Lipka, O. N. Methodological approaches to Climate change vulnerability assessment of Protected areas / O. N. Lipka // Nature Conservation Research. – 2017. – Vol. 2, № 3. – P. 68-79.

4. Муругова, Г. А. Оценка исходного материала ярового ячменя по экологической пластичности в условиях Приморского края / Г. А. Муругова // Аграрный вестник Приморья. – 2016. – № 3(3). – С. 26-30.

5. Филиппов, Е. Г. Оценка показателей адаптивности сортов озимого ячменя в условия юга России / Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова, Р. Н. Брагин // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 4 (64). – С. 14-18. - doi: 10.24411/0235-2451-2019-10608.

6. Бакулина, А. В. Подходы к повышению продуктивности и адаптивности ячменя с помощью технологий генетической модификации / А. В. Бакулина, И. Г. Широких // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20, № 1. – С. 5-19. - doi: 10.30766/2072-9081.20.1.05-19.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351с.

8. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // Crop sci. – 1981. – Vol. 21, № 6. – P. 27-29.

9. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секутаева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.

10. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop sci. – 1966. – Vol. 6, № 1. – P. 36-40.

11. Хангильдин, В. В. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного / В. В. Хангильдин, Р. Р. Асфондиярова // Биологические науки. – 1977. – № 1. – С. 116-121.

12. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргун, М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66-73.

13. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, Н. И. Аниськов, И. В. Сафонова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180(1). – С. 37-43. - doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.

14. Новый среднеспелый сорт ярового ячменя Омский 101 / П. Н. Николаев, О. А. Юсова, Н. И. Аниськов, И. В. Сафонова // Труды по при-

кладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – № 180(2). – С. 83-88. - doi: 10.30901/2227-8834-2019-2-83-88.

15. Varga, B. Effect of simulating drought in various phenophases on the water use efficiency of winter wheat / B. Varga, G. Vida, E. Varga-Laszlo // Agronomy and Crop Science. – 2015. – Vol. 1, № 9. – P. 201. - doi: 10.1111/jac.12087.

16. Экологическая стабильность элементов продуктивности сортов ячменя ярового и эффективность селекции на основе их использования в гибридизации / О. Е. Важенина, М. Р. Козаченко, Н. И. Васьюко, А. Г. Наумов // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2013. – № 11. – С. 164-169.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF VARIOUS METHODS FOR PLASTICITY AND STABILITY CALCULATION OF VARIETIES ON THE EXAMPLE OF SPRING BARLEY

Yusova O.A., Nikolaev P.N.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Scientific Center"
644012, Omsk-12, Koroleva Ave., 26; tel.: (3812) 77-60-94, e-mail: ksanajusva@rambler.ru

Key words: barley, variety, plasticity, stability, rank.

Spring barley is a key grain-fodder and feed crop, which forms an increased yield (in comparison with other grain-fodder crops) due to early maturity and drought resistance. Many different methods for assessing environmental plasticity and stability have been developed, they are reliable and informative. The purpose of this study is a comparative characteristic of plasticity and stability parameters calculated with application of various methods on the example of barley varieties. The experimental part of the work was carried out in 2013-2017 on the experimental fields of the Omsk Agrarian Scientific Center

(southern forest-steppe, Omsk). The parameters of ecological plasticity were calculated: $Y_{min}-Y_{max}$ - resistance to stress, $\frac{Y_{min}+Y_{max}}{2}$ - compensatory ability (according to Rossielle, Hemblin); CV is the coefficient of variation (according to Dospekhov); K.A. - coefficient of adaptability (according to Zhivotkov's method); bi - coefficient of linear regression of productivity of varieties (according to Eberhart, Russell). Also, parameters of environmental stability are as follows: SI - stability index, Hom - homeostaticity (according to Khangildin); PVSL - parameter of variety stability level (according to Nettevich); σ_a^2 - regression coefficient (according to Eberhart, Russell). The research results show that the parameters of plasticity and stability of varieties calculated by various methods differ significantly. Obviously, it is necessary to use a methodology that will bring all the scattered results to a single denominator. In this case, it is more convenient to use the principle of ranking varieties according to parameters and to evaluate them according to the sum of the ranks obtained by each variety. Thus, according to the rank assessment, the most stable and plastic are varieties that received this assessment according to most of the methods used in the research.

Bibliography

1. Sarmonov, Sh. Sh. Assessment of productivity and adaptability of barley winter varieties in the southern region of the republic / Sh. Sh. Sarmonov, N.F. Mirzaev // Agrarian science. - 2017. - No. 9-10. - P. 38-40.
2. Calibrating Climate Model ensembles for assessing extremes in a Changing Climate / N. Herger, O. Angéil, G. Abramowitz, M. Donat, D. Stone, K. Lehmann // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. - 2018. - Vol. 123, no. 11. - P. 5988-6004.
3. Lipka, O. N. Methodological approaches to Climate change vulnerability assessment of Protected areas / O. N. Lipka // Nature Conservation Research. - 2017. - Vol. 2, No. 3. - P. 68-79.
4. Murugova, G.A. Evaluation of spring barley initial material by ecological plasticity in the conditions of Primorsky Krai / G.A. Murugova // Agrarian vestnik of Primorye. - 2016. - No. 3 (3). - P. 26-30.
5. Filippov, E.G. Evaluation of adaptability parameters of winter barley varieties in the conditions of the south of Russia / E.G. Filippov, A.A. Dontsova, R.N. Bragin // Grain economy of Russia. - 2019. - No. 4 (64). - P. 14-18. - doi: 10.24411/0235-2451-2019-10608.
6. Bakulina, A. V. Approaches to barley productivity and adaptability increase by application of genetic modification technologies / A. V. Bakulina, I. G. Shirokikh // Agrarian science of the Euro-North-East. - 2019. - V. 20, No. 1. - P. 5-19. - doi: 10.30766/2072-9081.20.1.05-19.
7. Dospekhov, B.A. Method of field experiment / B.A. Dospekhov. - Moscow: Agropromizdat, 1985. — 351 p.
8. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // Crop. sci. - 1981. - Vol. 21, No. 6. - P. 27-29.
9. Zhivotkov, L.A. Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and selection forms of winter wheat in terms of yield / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekutaeva // Selection and seed production. - 1994. - No. 2. - P. 3-6.
10. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. sci. - 1966. - Vol. 6, No. 1. - P. 36-40.
11. Khangildin, V. V. Homeostasis features in pea hybrids / V. V. Khangildin, R. R. Asfondiyarova // Biological sciences. - 1977. - No. 1. - P. 116-121.
12. Nettevich, E. D. Efficiency increase of spring wheat selection for stability, yield and grain quality / E. D. Nettevich, A. I. Morgunov, M. I. Maksimenko // Vestnik of agricultural science. - 1985. - No. 1. - P. 66-73.
13. Agrobiological characteristics of hulless common barley varieties of Omsk ASC selection / P.N. Nikolaev, O.A. Yusova, N.I. Aniskov, I.V. Safonova // Works on applied botany, genetics and selection. - 2019. - No. 180 (1). - P. 37-43. - doi: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
14. New mid-season Omsk 101 spring barley variety / P.N. Nikolaev, O.A. Yusova, N.I. Aniskov, I.V. Safonova // Works on applied botany, genetics and selection. - 2019. - No. 180 (2). - P. 83-88. - doi: 10.30901/2227-8834-2019-2-83-88.
15. Varga, B. Effect of simulating drought in various phenophases on the water use efficiency of winter wheat / B. Varga, G. Vida, E. Varga-Laszlo // Agronomy and Crop Science. - 2015. - Vol. 1, No. 9. - P. 201. - doi: 10.1111/jac.12087.
16. Ecological stability of productivity elements of spring barley varieties and selection efficiency based on their usage in hybridization / O.E. Vazhenina, M.R. Kozachenko, N.I. Vasko, A.G. Naumov // Vestnik of the Sumy National Agrarian University. - 2013. - No. 11. - P. 164-169.