

Научная статья

УДК 631.52:633.853.483

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-1-197-40-44

Экологическая стабильность и пластичность сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК

Виктория Сергеевна Трубина
Оксана Анатольевна Сердюк
Людмила Анатольевна Горлова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
Тел.: (861) 275-79-10
gorchitsa@vniimk.ru

Аннотация. Создание новых генотипов горчицы сарептской яровой должно основываться на анализе параметров экологической пластичности и стабильности. Целью исследований являлась сравнительная характеристика сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК по рассчитанным статистическим параметрам адаптивности, экологической пластичности, стабильности, стрессоустойчивости и генетической гибкости в условиях центральной зоны Краснодарского края, складывающихся в 2018–2022 гг. Изучали коммерческие (Ника, Юнона, Горлинка, Галатея) и перспективные сорта (ВН-11/18, ВН-27/18, ВН-9/18 и ВН-25/18). Показатели экологической пластичности и стабильности рассчитывали на основании урожайности семян сортов горчицы сарептской яровой за 5 лет по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в редакции В.А. Зыкина. Для вычисления коэффициента линейной регрессии определяли индексы условий среды, характеризующие изменчивость условий, в которых выращивали сорт. Стрессоустойчивость и генетическую гибкость определяли по уравнению A.A. Ros-sille, J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко. Выявление потенциальной продуктивности и адаптивности проводили по методике Л.А. Животкова. Наилучшим образом метеоусловия сложились в 2020 и 2021 гг., где индекс условий среды имел наибольшее положительное значение – 1,74 и 1,82, при самой высокой средней урожайности образцов горчицы сарептской, которая составляла 1,92 и 1,93 т/га соответственно.

Погодные условия 2018 и 2022 гг. были наименее благоприятны для оценки образцов горчицы сарептской ($I_j = -1,71$ и $-2,00$). Сравнительный анализ сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК по параметрам экологической пластичности и стабильности в Краснодарском крае показал, что Юнона, ВН-27/18 и ВН-11/18 обладали наибольшей пластичностью, а Юнона и Галатея показали высокую стабильность и приспособленность к ухудшению условий произрастания. Таким образом, сорта Юнона и Галатея характеризовались наиболее важным сочетанием высокой урожайности, пластичности, стабильности, генетической гибкости и адаптивности. У перспективного сорта ВН-9/18 в контрастных условиях наблюдались высокие показатели устойчивости к стрессовым факторам, урожайности и коэффициента адаптивности.

Ключевые слова: горчица сарептская яровая, урожайность, пластичность, стабильность, адаптивность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость

Для цитирования: Трубина В.С., Сердюк О.А., Горлова Л.А. Экологическая стабильность и пластичность сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2024. Вып. 1 (197). С. 40–44.

UDC 631.52:633.853.483

Ecological stability and plasticity of spring brown mustard variety of VNIIMK breeding

Trubina V.S., head of the lab., researcher, PhD in agriculture

Serdyuk O.A., senior researcher, PhD in agriculture

Gorlova L.A., head of the department, leading researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 275-79-10

gorchitsa@vniimk.ru

Abstract. Analysis of ecological plasticity and stability must be a base in the development of new genotypes of spring brown mustard. The purpose of the research was a comparative characteristic of spring brown mustard cultivars bred at the V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops by calculated statistic parameters of adaptability, ecological plasticity, stability, stress-resistance, and genetic flexibility in the central zone of the Krasnodar region in 2018–2022. We studied commercial (Nika, Yunona, Gorlinka, Galateya) and promising (VN-11/18, VN-27/18, VN-9/18, and VN-25/18) cultivars.

The indicators of ecological plasticity and stability were calculated basing on seed yield of spring brown mustard cultivars for five years by a methodology of Eberhart S.A., Russell W.A. as reworded by Zykin V.A. To calculate a coefficient of a linear regression, we determined environment indexes, which characterized variability of conditions of the cultivar cultivation. The stress-resistance and genetic flexibility were determined by an equation of Rossille A.A., Hamblin J. as presented by Goncharenko A.A. The potential productivity and adaptability were revealed by a methodology of Zhivotkov L.A. The weather conditions in 2020 and 2021 were the most favorable, environmental index had the highest positive meaning and was equal to 1.74 and 1.82 under the highest average yield of brown mustard, which was equal to 1.92 and 1.93 t/ha, respectively. The weather conditions of 2018 and 2022 were less favorable for estimation of brown mustard samples ($I_j = -1.71$ and -2.00). A comparative analysis of brown mustard cultivars bred at the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops by parameters of ecological plasticity and stability in the Krasnodar region showed the cultivars Yunona, VN-27/18, and VN-11/18 had the highest plasticity, and Yunona and Galateya demonstrated the highest stability and adaptability to declining of cultivation conditions. Thus, the cultivars Yunona and Galateya were characterized with high yield, plasticity, stability, genetic flexibility, and adaptability. In contrast conditions, the promising cultivar VN-9/18 had high indicators of resistance to stress factors, yield, and adaptability coefficient.

Key words: spring brown mustard, yield, plasticity, stability, adaptability, stress resistance, genetic flexibility

Введение. Потребность населения в растительных маслах ежегодно возрастает. Использование в питании горчичного масла расширяет линейку имеющихся на рынке растительных масел, поскольку оно становится отличным дополнением к традиционным маслам: подсолнечному, кукурузному, оливковому и т. д.

Посевные площади горчицы в Российской Федерации в 2023 г. в сравнении с предыдущим годом возросли в 1,7 раза и составили 431,4 тыс. га. Эта положительная тенденция позволяет надеяться на дальнейшее увеличение производства горчицы в нашей стране, что обеспечит продовольственную безопасность и повысит экспортный потенциал страны.

Возделываемые сорта горчицы, имея высокий ресурс урожайности, реализуют его всего лишь на 30–35 %. Для успешной селекции и внедрения сортов этой культуры в производство нашей страны и ближнего зарубежья необходимы сорта с высоким уровнем качественных и количественных характеристик урожая семян независимо от зоны возделывания. Одно из важнейших требований при создании новых генотипов горчицы сарептской – это оценка параметров экологической пластичности, стабильности и адаптивности. Пластичность – это степень отзывчивости сорта на улучшение условий выращивания. Стабильность сорта является показателем устойчивости в реализации селекционно-генетических свойств генотипа [1]. Параметры пластичности и стабильности определяют уровень адаптации изучаемого материала к происходящим климатическим изменениям, а также показывают преимущества и недостатки сорта, его поведение в различных условиях выращивания [2]. Основным показателем, позволяющим судить об отзывчивости сорта на изменение условий выращивания и учитываемым при оценке параметров экологической пластичности и стабильности, является урожайность.

Цель исследования – оценка сортов и перспективного селекционного материала горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК на экологическую пластичность, стабильность, стрессоустойчивость, генетическую гибкость и адаптивность в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы. Исследования были проведены в 2018–2022 гг. на центральной экспериментальной базе (ЦЭБ) ВНИИМК, расположенной в центральной зоне Краснодарского края, в конкурсном сортоиспытании горчицы сарептской яровой. Изучали коммерческие (Ника, Юнона, Горлинка, Галатея) и перспективные сорта (ВН-11/18, ВН-27/18, ВН-9/18 и ВН-25/18). Закладку опытов,

учет и анализ научных данных проводили по принятой во ВНИИМК методике [3].

Расчет параметров индекса условий среды, экологической пластичности (b_i) и стабильности реакции сорта (S_i^2) рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина [4]. Стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и генетическую гибкость $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$ сортов рассчитывали по уравнению А.А. Rossielle, J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко, где Y – показатель урожайности [5; 6]. Расчет коэффициента адаптивности $(Y_{ij} * 100 / \sum Y_j)$ проводили по методу Л.А. Животкова [7] посредством деления показателя общей видовой реакции отдельных образцов на их количество.

Погодные условия 2018–2022 гг. во время вегетационного периода культуры были не одинаковы (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия в период вегетации сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК

Данные метеостанции х. Октябрьский, ЦЭБ ВНИИМК, 2018–2022 гг.

Год	Среднесуточная температура воздуха по месяцам, С°				Количество осадков по месяцам, мм			
	апрель	май	июнь	июль	апрель	май	июнь	июль
2018	13,8	19,4	23,5	26,2	26,3	23,9	10,6	117,3
2019	11,9	19,0	25,3	23,0	44,0	53,0	35,0	132,0
2020	10,4	16,4	22,9	25,4	4,2	89,0	37,0	105,0
2021	11,1	18,0	21,7	26,2	86,5	64,2	108	27,1
2022	14,4	15,3	22,3	23,0	39,4	71,0	131,0	87,0
Средне-много-летний показатель	10,9	16,5	20,4	23,2	48,0	57,0	67,0	60,0

Результаты исследования. Различающиеся погодные условия в годы проведения исследований позволили объективно оценить коммерческие и перспективные сорта горчицы сарептской. Результаты испытаний показали, что в зависимости от года индекс условий среды менялся от 1,82 до -2,00. Наилучшим образом сложились погодные условия в

2020 и 2021 гг., когда индекс условий среды имел наибольшее положительное значение – 1,74 и 1,82, при самой высокой средней урожайности образцов горчицы сарептской, которая составляла 19,2 и 19,3 ц/га соответственно. 2018 и 2022 гг. были наименее благоприятны для горчицы сарептской ($I_j = -1,71$ и $-2,00$). В 2019 г. индекс среды был положительным, но с низким значением – $I_j = 0,14$, что говорит о неблагоприятных условиях, сложившихся в период вегетации культуры (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность, параметры пластичности и стабильности сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК

ЦЭБ ВНИИМК, 2018–2022 гг.

Сорт	Урожайность, т/га, по годам					Параметры адаптивности		
	2018	2019	2020	2021	2022	Y_i	b_i	S_i^2
ВН-11/18	1,61	1,72	2,03	1,88	1,40	1,73	1,25	0,96
ВН-27/18	1,56	1,84	1,92	1,99	1,38	1,74	1,36	0,68
ВН-9/18	1,66	1,83	1,97	1,72	1,65	1,77	0,52	1,21
ВН-25/18	1,60	1,61	1,88	1,89	1,65	1,73	0,69	0,74
Галатея	1,65	1,84	2,06	1,97	1,73	1,85	0,88	0,36
Горлинка	1,53	1,80	1,78	1,96	1,54	1,72	0,93	0,69
Юнона	1,60	1,92	2,03	2,13	1,55	1,85	1,40	0,26
Ника	1,38	1,51	1,68	1,87	1,46	1,58	0,96	1,04
Y_j	1,57	1,76	1,92	1,93	1,55	1,74	-	-
I_j	-1,71	0,14	1,74	1,82	-2,00	-	-	-

Расчет коэффициента линейной регрессии показал, что наибольшей пластичностью обладают Юнона, ВН-27/18 и ВН-11/18 (b_i выше единицы: 1,40, 1,36 и 1,25 соответственно). Эти сорта предпочтительнее использовать для интенсивной технологии возделывания. Наименьший показатель линейной регрессии отмечен у ВН-9/18 ($b_i = 0,52$) и ВН-25/18 ($b_i = 0,69$), что может свидетельствовать о слабой реакции на изменение условий независимо от того, улучшаются они или ухудшаются. Сорта Ника, Горлинка и Галатея продемонстрировали положительную зависимость урожайности от метеорологических факторов, поскольку показатель нормы реакции у них был близок к еди-

нице и составлял 0,96, 0,93 и 0,88 соответственно.

Отклонение фактических урожаев от теоретических, рассчитанных на основе средней урожайности и индекса среды, показывает меру стабильности сорта (S_i^2). Стабильность сорта тем выше, чем меньше это отклонение. Самый низкий показатель S_i^2 отмечен у сортов Юнона и Галатея – 0,26 и 0,36 соответственно. Полученные данные дают возможность продемонстрировать способность этих сортов приспосабливаться к ухудшению условий в период вегетации.

Наиболее значимыми для аграрного производства являются те сорта, которые показывают высокую урожайность и в тоже время имеют невысокий размах варьирования этого признака, т. е. более стабильны [8]. Такими характеристиками обладает сорт Юнона ($b_i = 1,40$; $S_i^2 = 0,26$).

В южных регионах Российской Федерации: Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области, как правило, в разные периоды роста и развития растений горчицы сарептской наблюдается как дефицит влаги, так и высокая температура воздуха, поэтому растения могут часто испытывать стресс. В связи с этим важно подобрать стрессоустойчивые сорта горчицы сарептской. Этот параметр определяется разностью минимальной и максимальной урожайности сортов и показывает уровень их устойчивости к стрессовым условиям произрастания, имеет отрицательный знак. Стрессоустойчивость сорта тем выше, чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностью.

Установлено, что наиболее стрессоустойчивыми сортами являются ВН-25/18 и ВН-11/18 с показателями -0,29 и -0,32 соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Стрессоустойчивость и генетическая гибкость сортов горчицы сарептской яровой селекции ВНИИМК

ЦЭБ, ВНИИМК, 2018–2022 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га		Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость	Коэффициент адаптивности, %
	max	min			
ВН-11/18	20,3	14,0	-6,3	17,2	99,0
ВН-27/18	19,9	13,8	-6,1	16,9	100,0
ВН-9/18	19,7	16,5	-3,2	18,1	102,0
ВН-25/18	18,9	16,0	-2,9	17,5	99,0
Галатея	20,6	16,5	-4,1	18,6	106,0
Горлинка	19,6	15,3	-4,3	17,5	99,0
Юнона	21,3	15,5	-5,8	18,4	106,0
Ника	18,7	13,8	-4,9	16,3	91,0

Средняя урожайность в контрастных условиях (генетическая гибкость) у изучаемых сортов была самой высокой у Галатеи, Юноны и образца ВН-9/18 с показателями 1,86, 1,84 и 1,81 соответственно.

Показатель коэффициента адаптивности характеризует приспособленность к условиям региона возделывания, или продуктивные возможности, селекционного материала и сортов культур. Если этот показатель превышает 100 %, то сорт является потенциально адаптивным. В условиях Краснодарского края коэффициент адаптивности выше 100 % имели сорта горчицы сарептской Галатея и Юнона (106 %), а также ВН-9/18 (102 %), что говорит о перспективности их возделывания в регионе.

Заключение. Установлено, что Юнона, ВН-27/18 и ВН-11/18 были отзывчивы на улучшение условий произрастания. Сорта Юнона и Галатея показали высокую стабильность и приспособленность к ухудшению условий, складывающихся в период их роста и развития.

Сорта Юнона и Галатея характеризовались очень ценным сочетанием высокой урожайности, пластичности, стабильности, генетической гибкости и адаптивности.

У перспективных сортов горчицы сарептской ВН-25/18 и ВН-9/18 наблюдалась высокая устойчивость к стрессовым

факторам, причём у последнего она проявлялась в совокупности с высокой урожайностью в контрастных по условиям вегетации периодах и высоким коэффициентом адаптивности.

Список литературы

1. Литун П.П. Взаимодействие генотип – среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения // В сб.: Проблемы отбора и оценки селекционного материала. – К.: Наукова думка, 1980. – С. 63–92.

2. Куркова И.В., Фокин С.А. Оценка адаптивной способности и экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2 (137). – С. 16–21.

3. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под редакцией В.М. Лукомца. – Краснодар, 2010. – 327 с.

4. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Корнева С.П. Методика расчета экологической пластичности сельскохозяйственных растений по дисциплине «Экологическая генетика». – Омск, 2008. – 36 с.

5. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments // Crop Science. – 1981. – Vol. 21 (6). – P. 12–23.

6. Гончаренко А.А. Сравнительная оценка адаптивного материала сортов зерновых культур и задачи селекции // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 5. – С. 46–53.

7. Животков Л.А., Морозова З.Н., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.

8. Абдуллаев К.К., Бекенова Л.В. Экологическая пластичность некоторых сортов яровой мягкой пшеницы, включённых в Казахстано-Сибирский питомник в 2002 г. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск, 2004. – № 2. – С. 8–12.

References

1. Litun P.P. Vzaimodeystvie genotip – sreda v geneticheskikh i selektsionnykh issledovaniyakh i sposoby ego izucheniya // V sb.: Problemy otbora i otsenki selektsionnogo materiala. – K.: Naukova dumka, 1980. – S. 63–92.

2. Kurkova I.V., Fokin S.A. Otsenka adaptivnoy sposobnosti i ekologicheskoy plastichnosti sortov i sortoobraztsov yarovogo yachmenya amurskoy seleksii // Vestnik KrasGAU. – 2018. – № 2 (137). – S. 16–21.

3. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod redaktsiey V.M. Lukomtsa. – Krasnodar, 2010. – 327 s.

4. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. Metodika rascheta ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rasteniy po distsipline «Ekologicheskaya genetika». – Omsk, 2008. – 36 s.

5. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments // Crop Science. – 1981. – Vol. 21 (6). – P. 12–23.

6. Goncharenko A.A. Sravnitel'naya otsenka adaptivnogo materiala sortov zernovykh kul'tur i zadachi seleksii // Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. – 2005. – № 5. – S. 46–53.

7. Zhivotkov L.A., Morozova Z.N., Sekatueva L.I. Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «urozhaynosti» // Seleksiya i semenovodstvo. – 1994. – № 2. – S. 3–6.

8. Abdullaev K.K., Bekenova L.V. Ekologicheskaya plastichnost' nekotorykh sortov yarovoy myagkoy pshenitsy, vkluchennykh v Kazakhstano-Sibirskiy pitomnik v 2002 g. // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. – Novosibirsk, 2004. – № 2. – S. 8–12.

Сведения об авторах

В.С. Трубина, зав. лаб., науч. сотр., канд. с.-х наук

О.А. Сердюк, вед. науч. сотр., канд. с.-х наук

Л.А. Горлова, зав. отд., вед. науч. сотр., канд. биол. наук

Получено/Received

19.12.2023

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

25.12.2023

Получено после доработки/Manuscript revised

07.02.2024

Принято/Accepted

13.03.2024

Manuscript on-line

30.05.2024