

УДК 633.853.483:631.52

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ВНИИМК В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Картамышева Елена Владимировна
канд. с.-х. наук, ведущий науч. сотр.
Scopus AuthorID: 339291
SPIN-код: 7126-5902
secretdos@ya.ru

Лучкина Татьяна Николаевна
канд. с.-х. наук, ведущий науч. сотр.
Scopus AuthorID: 624003
SPIN-код: 5177-3811
Luchkina.tanya@yandex.ru

Збраилова Людмила Павловна
научный сотр.
Scopus AuthorID: 832171
SPIN-код:3391-1447
zbrailovalyudmila@yandex.ru
«Донская опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», Россия, п. Опорный

Существенное снижение урожаев полевых культур при недостатке влаги усиливает роль адаптивной селекции. Создание сортов, сочетающих высокую продуктивность и качество с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам осложнено отрицательной корреляцией между высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям. Подбор эффективных методов оценки потенциалов продуктивности и устойчивости к стрессовым факторам позволяет создавать сорта, обеспечивающие стабильные высокие урожаи. В статье даны результаты оценки 6 сортов горчицы сарептской на протяжении 10 лет в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения Азовского района Ростовской области. Годы отличались контрастными погодными условиями. Выявлена необходимость учета показателей ГТК, индекса среды и её ценности при проведении объективного анализа погодных условий. Установлена наибольшая стрессоустойчивость, экологическая пластичность и стабильность у сорта Ника путем расчета разницы между минимальным и максимальным урожаем по годам, расчётом коэффициента линейной регрессии и величиной гомеостаза.

UDC 633.853.483:631.52

06.01.05 – Selection and seed production of agricultural plants

ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF SAREPTANA MUSTARD VARIETIES OF VNIIMK SELECTION IN THE INSUFFICIENT MOISTURE CONDITIONS OF THE ROSTOV REGION

Kartamysheva Elena Vladimirovna
Cand.Agric.Sci., leading researcher
Scopus AuthorID: 339291
RSCI SPIN-code: 7126-5902
secretdos@ya.ru

Luchkina Tatyana Nikolaevna
Cand.Agr.Sci., leading researcher
Scopus AuthorID: 624003
RSCI SPIN-code: 5177-3811
Luchkina.tanya@yandex.ru

Zbrailova Lyudmila Pavlovna
researcher
Scopus AuthorID: 832171
RSCI SPIN-code: 3391-1447
zbrailovalyudmila@yandex.ru
«L.A. Zhdanov Donskaya experimental station – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal scientific center “V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops» Oporny settl

A significant decrease in yields of field crops due to lack of moisture enhances the role of adaptive breeding. The development of varieties that combine high productivity and quality and resistance to biotic and abiotic stresses is complicated by a negative correlation between high yield and resistance to adverse conditions. Selection of effective methods for assessing the potential of productivity and resistance to stress factors allows creating varieties that provide stable high yields. We had estimated six varieties of common mustard for 10 years in contrasting weather conditions in the zone of insufficient and unstable moisture of the Azov district in the Rostov region. The necessity of taking into account the indicators of the HTC, the index of the environment and its value when conducting an objective analysis of weather conditions is revealed. The greatest stress resistance, ecological plasticity and stability of the Nika variety were established by calculating the difference between the minimum and maximum yield per year, calculating the coefficient of linear regression and the value of homeostasis. The varieties Lera, Donskaya 8, Lux bred in conditions of insufficient moisture demonstrated maximum genetic flexibility and drought resistance. The greatest breeding value was determined in

Проявление максимальной генетической гибкости и засухоустойчивости отмечено у сортов Лера, Донская 8, Люкс, созданных в условиях недостаточного увлажнения. Наибольшая селекционная ценность определена у сортов Донская 8 и Лера. Данные сорта рекомендовано включить в дальнейшую селекционную работу. В результате изучения сортов горчицы сарептской в контрастных условиях (ГТК от 0,30 до 1,53) отмечена их широкая экологическая пластичность, что дает возможность рекомендовать их к возделыванию в различных по погодным условиям регионах

Ключевые слова: ГОРЧИЦА САРЕПТСКАЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ, СТАБИЛЬНОСТЬ, ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ГИБКОСТЬ, СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ

varieties Donskaya 8 and Lera. These varieties are recommended to be included in further breeding work. The study of mustard varieties in contrast conditions (HTC from 0.30 to 1.53) marked their broad environmental plasticity, which makes it possible to recommend them for cultivation in different weather conditions regions

Keywords: SAREPTANA MUSTARD, YIELD, ECOLOGICAL PLASTICITY, STABILITY, GENETIC FLEXIBILITY, BREEDING VALUE

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-154-027>

Введение

Горчица сарептская или сизая (*Brassica juncea* Czern.) относится к семейству капустные (крестоцветные) – *Brassicaceae* L. (*Cruciferae*) и представляет собой многогранную по использованию в народном хозяйстве культуру. В её семенах содержится 35-50 % масла, различающегося по жирнокислотному составу и отличающегося высокими вкусовыми достоинствами и стойкостью при хранении. Масло широко применяют в пищевых производствах, в парфюмерии, мыловарении и других отраслях промышленности. Порошок используют при изготовлении горчичников, столовой горчицы, майонезов и соусов, а также в консервировании овощей, ягод, фруктов [15]. Водный раствор клейковины горчицы проявляет высокую антиоксидантную активность, превосходящую цитрусовые и ксантановую камедь [17].

Кроме жирного, в семенах содержится эфирное (аллиловое) масло (от 0,5 до 1,7 %), используемое в парфюмерной и пищевой промышленности. Горчица служит хорошим медоносом, прекрасным сидератом и одним из лучших непаровых предшественников зерновых культур. Горчица является агрономически ценной культурой, обладающей

<http://ej.kubagro.ru/2019/10/pdf/27.pdf>

фитомелиоративными и фитосанитарными свойствами. Она адаптирована к различным условиям произрастания и способна в неблагоприятных условиях выращивания давать экономически значимые урожаи [13]. Помимо засухоустойчивости, горчица является холодостойкой культурой, всходы которой способны выдерживать кратковременные заморозки до минус 5-6 °С, не требовательна к почвам. Горчица в короткие сроки формирует большую вегетативную массу [8]. Вегетационный период современных сортов в различных условиях находится на уровне 70-95 дней.

Площади посева горчицы в Российской Федерации сильно колеблются. В последние годы они составили от 153,6 тыс. га в 2013 г. до 382 тыс. га в 2019 г. Лидером посевных площадей является Южный ФО, вторую строчку занимает Приволжский ФО. Волгоградская область прочно удерживает первое место по площади посева горчицы, так как исторически (с начала XIX века) данный регион больше всех производит и потребляет горчицу [10, 14]. Основные районы, высевающие горчицу, находятся в зоне недостаточного увлажнения, где наиболее ярко просматривается зависимость от погодных условий. Правильный подбор сортов, определение оптимального района возделывания и приспособительных свойств культуры позволяет оптимизировать получение растениеводческой продукции. Современные сорта должны быть не только высокоурожайными, дающими продукцию определённого высокого качества, но и устойчивыми к неблагоприятным факторам среды, т.е. высоко адаптированными [7]. Важнейшей задачей селекции при создании сортов наряду с повышением продуктивности является выявление генотипов, наиболее приспособленных к условиям произрастания и определение нормы их реакции. Повысить эффективность оценки селекционного материала, выявить наиболее ценные генотипы возможно при определении размаха их варьирования в различных

условиях и подборе информативных оптимальных методов оценки фенотипического проявления генотипов.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы проводилась на опытных полях Донской опытной станции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» в условиях зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения Азовского района Ростовской области. Территория области находится на Юго-Востоке Европы. Продолжительность солнечного периода составляет 2000-2200 ч. в год. Безморозный период длится 180-190 дней, тёплый – 230-260 [2]. Природно-климатические условия засушливые, умеренно жаркие, с недостаточным увлажнением. Почвы полей станции – чернозём обыкновенный с содержанием гумуса в пахотном слое от 3,60 % до 3,85 %. Среднегодовая температура воздуха 8,5 °С. Суммарная температура выше 10 °С – 3252 °С. Период вегетации яровых культур 175-196 дней. Среднемноголетняя сумма осадков за год – 450-500 мм, из них за вегетационный период – 270-300 мм [6]. Объектом исследований послужили сорта горчицы сарептской, созданные в различных по влагообеспеченности районах: Донская 8, Лера, Люкс – в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области, Золушка, Росинка, Ника – в условиях неустойчивого увлажнения Краснодарского края. Оценка сортов осуществляли в течение 2010-2019 гг. Сроки посева: в 2010, 2011 гг. – в III декаде апреля, 2012-2016 гг. – во II декаде апреля, в 2017-2019 гг. – в I декаде апреля. Агротехника проведения опыта общепринятая для региона. Площадь деланки составила 28 м², учётная – 25 м², повторность опыта 3-кратная. Ширина междурядий 0,15 м, норма высева – 1 млн./га. Посев осуществлён селекционной сеялкой СН-16. В

течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения и биометрические измерения. Отмечались даты посева, всходов, цветения, фаза жёлто-зелёного стручка, созревания, измерялась высота растений и расстояние до начала ветвления. Погодные условия периода, отличающиеся сильным варьированием, позволили оценить потенциал продуктивности и реакцию сортов на дефицит влаги и оптимальные условия развития. Отмечены 2015, 2016, 2017 гг. с высоким гидротермическим коэффициентом периода вегетации (ГТК = 1,38-1,53). Засушливые годы (2013, 2014, 2018, 2019 гг.) характеризовались низким ГТК 0,30-0,58, в 2010-2012 гг. ГТК составил 0,78-1,07.

Уборку проводили в фазу полной спелости при влажности семян 6...8 % селекционно-семеноводческим комбайном Sampro-130. После уборки выполняли анализ по всем хозяйственно ценным признакам.

Изучение сортов осуществляли согласно Методике проведения полевых и агротехнических опытов [11]. Математическая обработка данных в изложении Доспехова Б.А. [4], расчет индекса среды и её ценности проводили по Седловскому А.И. с соавторами [12], ГТК по формуле Г.Т. Селянинова в интерпретации Ю.И. Чиркова [1]. Для расчета параметров пластичности и стабильности использована методика S.A. Eberhart, W.A. Russell [16].

Результаты и обсуждение

Контрастные погодные условия позволяют выявлять наиболее адаптивные генотипы. В исследованиях помимо определения ГТК использован показатель индекса среды (I_j), а также её ценности (E). Чаще всего ГТК соответствовал I_j и E . В условиях засухи 2018 г. (ГТК=0,30) и 2013 г. (ГТК=0,49), индексы среды и её ценности также были минимальными ($I_j=0,55$ и $0,51$; $E=-4,0$ и $-4,4$ соответственно), благоприятные условия 2016 г. (ГТК=1,30) и 2017 г. (ГТК=1,38) характеризовались высокими индексами среды ($I_j=18,0$ и $12,3$) и её

ценности ($E=8,5$ и $2,8$) соответственно. Высокий ГТК в 2015 г. с относительно низким индексом среды и её ценности объясняется ливневым характером осадков в конце июня и свидетельствует о большей объективности анализа погодных условий с учётом всех показателей (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность семян горчицы сарептской в различных условиях выращивания

Сорт	Урожайность семян, т/га по годам										Среднее
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Донская 8	0,79	1,02	1,15	0,59	1,14	0,59	2,00	1,83	0,61	1,09	1,08
Лера	0,81	0,76	1,13	0,57	1,09	0,62	1,89	1,25	0,58	1,00	0,97
Люкс	0,78	0,91	0,97	0,51	1,08	0,57	1,81	1,12	0,54	0,94	0,92
Золушка	0,77	1,06	1,07	0,48	1,11	0,50	1,78	1,10	0,54	0,93	0,93
Росинка	0,62	1,04	1,06	0,45	1,05	0,47	1,73	1,00	0,48	0,86	0,88
Ника	0,78	0,97	1,09	0,43	1,15	0,55	1,57	1,09	0,52	0,97	0,91
НСР ₀₅	0,06	0,09	0,1	0,07	0,07	0,03	0,06	0,08	0,06	0,08	-
ГТК	1,07	0,78	0,78	0,49	0,58	1,53	1,30	1,38	0,30	0,56	0,88
E	-0,19	0,01	0,13	-0,44	0,15	-0,40	0,85	0,28	-0,40	0,02	0,001
I ₁	0,76	0,96	1,08	0,51	1,10	0,55	1,80	1,23	0,55	0,97	0,95

Средняя урожайность сортов горчицы за 10 лет составила 0,91-1,08 т/га и была максимальной у сорта Донская 8. Наиболее полно потенциал урожая всех сортов проявился в 2016 г. и составил 1,57-2,0 т/га. Минимальный отмечен в 2013 г. (0,43-0,59 т/га). Величина среднего урожая недостаточно точно характеризует пригодность сорта к возделыванию в конкретных условиях. Более ёмкой и важной характеристикой является устойчивость генотипа к стрессу которая определяется разницей между минимальным и максимальным значением урожая по годам, и имеет отрицательный знак. Наибольшая стрессоустойчивость выявлена у сорта Ника (-1,14), далее следуют Росинка, Золушка и Люкс (табл. 2). Генетическая гибкость сорта проявляется в контрастных условиях и характеризуется средним значением урожая $(\min+\max)/2$). Наибольшая гибкость проявилась у сортов Донская 8 (1,3) и Лера (1,23).

Таблица 2 – Характеристика адаптивного потенциала сортов горчицы сарептской (2010-2019 гг.)

Сорт	Урожайность семян, т/га		min-max	(min+max)/2	Индекс засухоустойчивости %	b_i	σ^2	F	Hom	S_e
	Средняя	min-max								
Донская 8	1,08	0,59-2,00	-1,41	1,30	29,5	1,19	2,82	70,23	0,33	3,18
Лера	0,97	0,57-1,89	-1,32	1,23	30,2	1,00	0,87	160,91	0,43	2,92
Люкс	0,92	0,51-1,81	-1,30	1,16	28,2	0,95	0,75	167,30	0,44	2,59
Золушка	0,93	0,48-1,78	-1,30	1,13	27,0	0,98	0,49	274,59	0,37	2,50
Росинка	0,88	0,45-1,73	-1,28	1,09	26,0	0,98	0,79	169,82	0,38	2,28
Ника	0,91	0,43-1,57	-1,14	1,00	27,4	0,86	0,72	143,43	0,59	2,49

Важным показателем сорта является его толерантность к неблагоприятным факторам, определяемая по индексу засухоустойчивости. Данный показатель вычисляется соотношением оценок урожайности при стрессе к их величинам в комфортных условиях и выражается в процентах [9, 3]. Наибольшую засухоустойчивость проявили сорта Лера, Донская 8 и Люкс, созданные в условиях недостаточного увлажнения. Эти сорта показали максимальную урожайность в экстремальных условиях. Непосредственную оценку величины урожая в условиях засухи А.Б. Дьяков с соавторами [5] считал более достоверной при оценке устойчивости генотипов к неблагоприятным условиям. Степень устойчивости к недостатку влаги уменьшается по изученным сортам от Донской 8 (0,59 т/га) к Нике (0,43 т/га).

Экологическая пластичность характеризуется коэффициентом линейной регрессии b_i . Сорт Донская 8 обладает большей отзывчивостью ($b_i = 1,19$) на изменения условий среды, что характерно для сортов интенсивного типа. Остальные изученные сорта реагируют на изменения среды слабее. Наибольшую стабильность проявил сорт Ника ($b_i=0,86$). В сочетании с относительно высокой средней урожайностью при различных условиях выращивания данный сорт имеет наиболее широкий ареал возделывания. Характер дисперсии (σ^2) относительно регрессии

показывает стабильность урожаев в различных условиях. В нашем опыте наименьшая дисперсия отмечена у сорта Золушка ($\sigma^2 = 0,49$). Высокой отзывчивостью к стресс-факторам отличается сорт Донская 8 ($\sigma^2 = 2,82$).

Проверка коэффициента регрессии урожая на индексы среды (F) показала значимость для всех сортов, так как критическое значение на 5 % уровне $F_{\text{табл.}} = 5,32$ меньше расчетного коэффициента регрессии по всем сортам. Все оцениваемые сорта горчицы сарептской проявляют достаточно широкую экологическую пластичность.

Наряду с этими показателями, критерием оценки фенотипического проявления генотипов служит величина гомеостаза (Hom). Она отражает способность сорта противостоять ухудшению условий меньшим снижением урожая. Наибольшую стабильность урожая проявил сорт Ника с показателем гомеостаза 0,59. Низкая гомеостатичность (0,33) отмечена у сорта Донская 8, что указывает на его большую вариабельность при лимитирующих факторах среды.

Изучение сортов горчицы сарептской в контрастных условиях зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения Азовского района Ростовской области дало возможность выявить селекционную ценность (S_c) генотипов, определяемую по урожаю в оптимальных и лимитирующих условиях. Наибольшей селекционной ценностью обладают сорта Донская 8 ($S_c = 3,18$) и Лера ($S_c = 2,92$).

Применение различных методов оценки позволяют получить большую информативность и сделать объективные выводы.

Выводы

1. Объективный анализ погодных условий необходимо проводить с учетом показателей ГТК, индекса среды и её ценности.
2. Наибольшая стрессоустойчивость, экологическая пластичность и стабильность выявлены у сорта Ника и подтверждены разницей между минимальным и максимальным урожаем по годам (-1,14), расчётом

коэффициента линейной регрессии ($b_i=0,86$) и величиной гомеостаза ($Hom=0,59$).

3. Проявление максимальной генетической гибкости (1,16-1,30) и засухоустойчивости (28,2-30,2 %) отмечено у сортов Лера, Донская 8, Люкс.

4. Проверка коэффициента регрессии урожая на индексы среды показала значимость по всем изученным сортам, что свидетельствует о их широкой экологической пластичности.

5. Наибольшей селекционной ценностью обладают сорта Донская 8 ($S_c=3,18$) и Лера ($S_c=2,92$).

Применение математических методов оценки стабильности и пластичности генотипов позволяют получить достоверную информацию и повысить эффективность отбора в селекционных целях.

Литература

1. Агрометеорология. – Л., 1979. – 320 с.
2. Алабушев А.В., Янковский Н.Г., Овсянникова Г.В., Попов А.С., Сухарев А.А. Анализ погодных условий в южной зоне Ростовской области за 1930-2015 годы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 23-27.
3. Аниськов Н.И., Николаев П.Н., Поползухин П.В., Сафонова И.В. Урожайность и параметры экологической пластичности, стабильности и гомеостатичности новых сортов ярового ячменя в условиях Западно-Сибирского региона // Вестник КрасГАУ – 2016. – № 8. – С. 158-164.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А. Доспехов. – 6-е издание, стереотип. – М.: Альянс, 2011. 352 с.
5. Дьяков А.Б., Борсуков А.А. Особенности адаптивных реакций гибридов подсолнечника на условия экстремальной засухи 2010 года на Европейской территории России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2014. – Вып. 2 (159-160). – С. 3-26.
6. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013-2020 годы / С.Г. Бондаренко, Ф.И. Горбаченко, В.П. Горячев [и др.]; под общ. ред. В.Н. Василенко – Ростов-на-Дону: М-во сельского хозяйства и продовольствия, 2013. – Ч.П. –раздел ¼ – С. 159.
7. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генотип и среда в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1989. 191 с.
8. Лукомец В.М., Горлов С.Л. Перспективная ресурсосберегающая технология производства горчицы. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2010. 54 с.

9. Лучкина Т.Н., Картамышева Е.В., Бушнев А.С., Збраилова Л.П., Лобунская И.А. Применение цифровых технологий в оценке адаптивности сортов льна масличного. // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1. – С. 161-170.

10. Маркетинговое исследование: Рынок семян горчицы за 2013-2017 год. – Белгород. – 2018. – 29 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ikc.belark.ru/upload/iblock/f61/> (дата обращения: 11.09.2019).

11. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В. М. Лукомца: 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар, 2010. С. 238–245.

12. Седловский А.И., Мартынов С.П., Мамонов Л.К. Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур /. – Алма-Ата: Наука, 1982. – С. 98-134.

13. Трубина В.С., Горлова Л.А., Сердюк О.А., Шипиевская Е.Ю., Картамышева Е.В., Агафонов О.М. Результаты экологического испытания перспективных сортообразцов горчицы сарептской в различных условиях Российской Федерации // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 24– 30.

14. Федеральная служба статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/ (дата обращения: 11.09.2019).

15. Шурупов В.Г., Картамышева Е.В. Горчица сарептская. – Ростов-на-Дону. 1997. 56с.

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

17. Wu Y., Hui D., Eskin N.A., Cui S.W. Water-soluble yellow mustard mucilage: A novel ingredient with potent antioxidant properties // International Journal of Biological Macromolecules 2016. V. 91. P. 710-715.

References

1. Agrometeorologiya. – L., 1979. – 320 s.
2. Alabushev A.V., YAnkovskij N.G., Ovsyannikova G.V., Popov A.S., Suharev A.A. Analiz pogodnyh uslovij v yuzhnoj zone Rostovskoj oblasti za 1930-2015 gody // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2017. – № 1. – S. 23-27.
3. Anis'kov N.I., Nikolaev P.N., Popolzhin P.V., Safonova I.V. Urozhajnost' i parametry ekologicheskoj plastichnosti, stabil'nosti i gomeostatichnosti novyh sortov yarovogo yachmenya v usloviyah Zapadno-Sibirskogo regiona // Vestnik KrasGAU – 2016. – № 8. – S. 158-164.
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij): uchebnik / B.A. Dospekhov. – 6-e izdanie, stereotip. – M.: Al'yans, 2011. 352 s.
5. D'yakov A.B., Borsukov A.A. Osobennosti adaptivnyh reakcij gibridov podsolnechnika na usloviya ekstremal'noj zasuhi 2010 goda na Evropejskoj territorii Rossii // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. – 2014. – Vyp. 2 (159-160). – S. 3-26.
6. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoj oblasti na 2013-2020 gody / S.G. Bondarenko, F.I. Gorbachenko, V.P. Goryachev [i dr.]; pod obshch. red. V.N. Vasilenko – Rostov-na-Donu: M-vo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya, 2013. – С.И. –razdel ¼ – S. 159.
7. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. Genotip i sreda v selekcii rastenij. Minsk: Nauka i tekhnika, 1989. 191 s.

8. Lukomec V.M., Gorlov S.L. Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva gorchicy. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh». 2010. 54 s.
9. Luchkina T.N., Kartamysheva E.V., Bushnev A.S., Zbrailova L.P., Lobunskaya I.A. Primenenie cifrovyyh tekhnologiy v ocenke adaptivnosti sortov l'na maslichnogo. // Innovacii v sel'skom hozyajstve. – 2019. – № 1. – S. 161-170.
10. Marketingovoe issledovanie: Rynok semyan gorchicy za 2013-2017 god. – Belgorod. – 2018. – 29 s. – [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://ikc.belapk.ru/upload/iblock/f61/> (data obrashcheniya: 11.09.2019).
11. Metodika provedeniya polevyh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V. M. Lukomca: 2-e izd., pererab. i dop. Krasnodar, 2010. S. 238–245.
12. Sedlovskij A.I., Martynov S.P., Mamonov L.K. Genetiko-statisticheskie podhody k teorii selekcii samoopylyayushchihsya kul'tur /. – Alma-Ata: Nauka, 1982. – S. 98-134.
13. Trubina V.S., Gorlova L.A., Serdyuk O.A., SHipievskaya E.YU., Kartamysheva E.V., Agafonov O.M. Rezul'taty ekologicheskogo ispytaniya perspektivnyh sortoobrazcov gorchicy sareptskej v razlichnyh usloviyah Rossijskoj Federacii // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 1 (177). – S. 24– 30.
14. Federal'naya sluzhba statistiki [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/ (data obrashcheniya: 11.09.2019).
15. Shurupov V.G., Kartamysheva E.V. Gorchica sareptsкая. – Rostov-na-Donu. 1997. 56s.
16. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. // Crop. sci. – 1966. – Vol.6, №1. – P.36-40.
17. Wu Y., Hui D., Eskin N.A., Cui S.W. Water-soluble yellow mustard mucilage: A novel ingredient with potent antioxidant properties // International Journal of Biological Macromolecules 2016. V. 91. P. 710-715.