Экологическая оценка сортов рапса ярового в различных условиях возделывания

Г.Н. Кузнецова,
канд. с.-х. наук

Р.С. Полякова,
науч. сотрудник

СОС – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 646025, Омская обл., г. Исилькуль,
ул. Строителей, 2
Тел.: (38173) 2-14-13
E-mail: sosvniimk@mail.ru

Для цитирования: Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Экологическая оценка сортов рапса ярового в различных условиях возделывания // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 58–62.

Ключевые слова: сорт, рапс яровой, урожайность, погодные условия, экологическая пластичность, стабильность.

Дана экологическая оценка районированных сортов рапса ярового селекции Сибирской опытной станции (СОС) – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК: Купол, Гранит и 55 регион, перспективной линии СЛ-691 и сорта Таврион селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в различных почвенно-климатических зонах возделывания. Погодные условия Западной Сибири и Краснодарского края имели отличительные особенности по сумме осадков и среднесуточной температуры воздуха за годы исследований (2017–2019). Наиболее благоприятным годом для выращивания рапса ярового независимо от зоны возделывания оказался 2017 г. В условиях Западной Сибири худшим годом для выращивания, согласно индексу условия среды, стал 2019 г. ($I_j = -5,81$), а в условиях Краснодарского края 2018 г. ($I_j = -10,92$). Данные по сортам в условиях Западной Сибири позволили установить, что при более высоком показателе (bi) 1,32 и 1,24 сорта Гранит и 55 регион соответственно обладают наибольшей экологической пластичностью и активнее реагируют на улучшение условий выращивания. В условиях Краснодарского края наибольшая экологическая пластичность отмечена у сортов Купол и 55 регион при bi , равном 1,29 и 1,11 соответственно. Независимо от условий воз-

делывания нестабильной по признаку урожайности семян является линия СЛ-691. Сорта селекции СОС – филиала ВНИИМК в среднем за годы испытания показали высокую масличность семян (52,1–52,6 %) в условиях Западной Сибири. В условиях Краснодарского края средние показатели по масличности семян составили 42,2–43,6 %. За годы исследований этот показатель был мало изменив по годам и стабилен по сортам.

UDC 633.853.494:631.52

Environmental assessment of spring rapeseed varieties in the different cultivation conditions.

G.N. Kuznetsova, PhD in agriculture

R.S. Polyakova, researcher

Siberian experimental station (SOS) – a branch of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
2 Stroiteley str., Isilkul, Omsk region, 646025, Russia
Tel.: (38173) 2-14-13
E-mail: sosvniimk@mail.ru

Key words: variety, spring rapeseed, yield, weather conditions, environmental plasticity, stability.

We conducted the environmental assessment of the spring rapeseed cultivars bred at the Siberian experimental station (SOS): Kupol, Granit and 55 region, a promising line SL-691 and a variety Tavriion bred in VNIIMK in different soil-climatic zones of cultivation. Weather conditions in the Western Siberia and the Krasnodar region had distinctive features by precipitation amount and average daily air temperature for the years of research (2017–2019). The best year for growing of spring rapeseed regardless of the cultivation zone was 2017. In the Western Siberia, the worst year for growing according to the environmental conditions index was 2019 ($I_j = -5.81$), and in the Krasnodar region 2018 ($I_j = -10.92$). Data on varieties in the Western Siberia allowed us to establish that with a higher index (bi) of 1.32 and 1.24, respectively for the varieties Granit and 55 region, they have the greatest environmental plasticity and responded more actively to certain improvements in growing conditions. In the conditions of the Krasnodar region, the highest environmental plasticity was observed for the varieties Kupol and 55 region, with bi equal to 1.29 and 1.11, respectively. Regardless of the cultivation conditions, the line SL-691 was marked as unstable by its seed yield. The varieties developed at the Siberian experimental station (SOS) – a branch of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops had high oil content of 52.1–52.6% in the Western Siberia on average over the years of testing. In the conditions of the Krasnodar region, the average oil content of the seeds was 42.2–43.6%. Over the years of the research, this trait was little changed over the years and stable in varieties.

Введение. Агроклиматические условия большинства регионов РФ благоприятны для возделывания ярового рапса. Разнообразие почвенно-климатических условий страны, высокие требования к сортам, перерабатывающей отрасли к качеству и сортименту производимого сырья, генерируют необходимость создания сортов рапса ярового различных направлений хозяйственного использования: продовольственного (масличного), кормового и технического, которые являются и основными направлениями селекции рапса на современном этапе [1]. Производители рапса полностью освоили возделывание его и в настоящее время изыскивают резервы увеличения урожайности культуры за счет достижений селекции [2]. Повышение урожайности – основная задача селекции растений, решению которой подчинены почти все специфические ее задачи. Урожайность – это сложный признак, точнее совокупность признаков, генетическая природа большинства которых полигенна. На урожайности отражаются все воздействия факторов окружающей среды в ходе онтогенеза растений [3]. Агроэкологические, или зональные, типы (модели) сортов, специфичные для определенных почвенно-климатических, погодных и агроэкологических условий – неперемный компонент адаптивной системы селекции растений, ориентированной на сочетание высокой потенциальной урожайности и экологической устойчивости [4]. В агрономическом отношении экологически устойчивый сорт – это сорт, способный формировать относительно стабильную по годам урожайность в благоприятных и неблагоприятных условиях возделывания [5]. В связи с этим перед селекционерами поставлена задача – дать сравнительную экологическую оценку сортам рапса ярового по основным хозяйственно ценным признакам (урожайность и масличность семян) в различных зонах возделывания.

Материалы и методы. В 2017–2019 гг. проведена экологическая оценка райони-

рованных сортов рапса ярового селекции Сибирской опытной станции (СОС) – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК: Купол, Гранит и 55 регион, перспективной линии СЛ-691 и сорта Таврион краснодарской селекции в различных почвенно-климатических зонах возделывания. Погодные условия Западной Сибири наиболее благоприятны для возделывания рапса ярового. В целом в Омской области преобладает резко-континентальный климат. Зимы холодные и снежные. Лето недолгое и теплое. Самый теплый месяц июль с средней многолетней температурой 19,6 °С. Среднегодовое количество осадков 420 мм. За последние три года сумма выпавших осадков в период вегетации растений резко увеличилась. Так, при среднемноголетнем показателе 208 мм в 2017 г. она составила 223 мм, в 2018 г. – 391 мм, а в 2019 г. – 299 мм. В 2018 г. в августе наблюдалось максимальное выпадение осадков – 169 мм при среднемноголетней норме 44 мм (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия в период вегетации рапса ярового, г. Искилькуль

Месяц	Температура, °С			Среднее многолетнее	Осадки, мм			Среднее многолетнее
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Май	13,0	8,3	12,3	12,0	56	89	19	29
Июнь	19,3	16,5	15,7	18,0	24	88	68	49
Июль	18,1	19,9	20,3	19,6	88	20	84	56
Август	18,0	15,7	17,2	16,3	14	169	68	44
Сентябрь	9,5	11,4	10,4	10,3	41	25	60	30
Ср. / Сумма	15,6	14,4	15,2	15,2	223	391	299	208

Максимальная среднесуточная температура воздуха (20,3 °С) отмечена в июле 2019 г., а минимальная – в 2018 г. (8,3 °С) в мае при среднемноголетней 12,0 °С.

В условиях Краснодарского края вегетационный период рапса ярового выпадает на апрель – июль. По данным метеостанции г. Краснодар (Круглик), по количеству выпавших осадков 2017 г. был более влажным (310 мм), а температура воздуха за вегетационный период сохранялась на уровне среднемноголет-

ней (18,9 °C), что в дальнейшем сказалось на благоприятном развитии растений и отразилось на урожайности семян (табл. 2).

Таблица 2

Погодные условия в период вегетации рапса ярового, г. Краснодар

Месяц	Температура, °C			Среднее многолетнее	Осадки, мм			Среднее многолетнее
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Апрель	12,1	13,8	11,9	12,2	44	26	44	51
Май	17,5	19,4	19,0	17,2	116	24	53	68
Июнь	22,0	23,5	25,3	21,3	63	11	35	86
Июль	24,0	26,2	23,0	24,1	87	116	35	56

Погодные условия Краснодара в 2018–2019 гг. по сумме выпавших осадков значительно уступали норме в период вегетации, при этом среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетние данные на 1,1–2,0 °C. В условиях 2018 г. максимальное количество осадков (116 мм) выпало в июле, в самый жаркий месяц (26,2 °C). В 2019 г. выпадение осадков было равномерным, но значительно ниже нормы (на 94 мм), а самая высокая среднесуточная температура воздуха (25,3 °C) наблюдалась в июне. Все это неблагоприятно отразилось на росте и развитии растений рапса.

Исследования проводили в полевых севооборотах лаборатории селекции, семеноводства и агротехники капустных культур СОС – филиала ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК и лаборатории селекции рапса ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Наблюдения, учеты и оценку в селекционных питомниках проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [6]. Лабораторные и биохимические анализы определяли в каждой организации отдельно, согласно ГОСТу. Для определения экологической пластичности сортов использовали методику и формулы расчета Эберхарта и Рассела в редакции Зыкина [7]. Методика основана на определении основных показателей экологической пластичности: коэффициента линейной регрессии b_i и экологической стабильности (дисперсия σ_d^2).

Результаты и обсуждение. Результаты экологического сортоиспытания рапса

ярового в условиях Омской области (г. Искилькуль) показали, что урожайность семян рапса ярового в зависимости от сорта и года испытания варьировала от 12,5 ц/га (сорт Таврион, 2019 г.) до 27,4 ц/га (сорт Гранит, 2017 г.) (табл. 3).

Таблица 3

Показатели пластичности сортов рапса ярового в условиях Омской области за годы исследований

Сорт	Урожайность семян, ц/га			ΣY_i	Y_i	b_i
	2017 г.	2018 г.	2019 г.			
Таврион (st)	24,1	18,2	12,5	54,8	18,3	1,04
Купол	27,0	21,9	13,9	62,8	20,9	1,19
Гранит	27,4	19,6	12,7	59,7	19,9	1,32
55 регион	27,2	20,7	13,4	61,3	20,4	1,24
СЛ-691	20,2	21,4	17,7	59,3	19,8	0,25
ΣY_j	125,9	101,8	70,2	297,9	19,9	
Y_j	25,2	20,4	14,0			
I_j	+ 5,33	+ 0,51	- 5,81			

Основными показателями расчета экологической пластичности были данные средней урожайности по сортам и годам испытания в зависимости от условий произрастания. Для каждого сорта рассчитан коэффициент линейной регрессии (b_i), который характеризует степень отзывчивости на условия выращивания. Анализ полученных данных по сортам в условиях Омской области позволил установить, что при более высоком показателе b_i равном 1,32 и 1,24, сорта Гранит и 55 регион, обладают наибольшей экологической пластичностью и активнее реагируют на улучшение условий выращивания (оптимальное соотношение температуры и количества осадков в период вегетации растений). Перспективная линия СЛ-691 с показателем $b_i = 0,25$ слабо реагирует на изменения условий выращивания. Сорт Таврион селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК при $b_i = 1,04$ адекватно реагирует на изменение условий выращивания. В условиях Омской области лучшим по условиям произрастания растений был 2017 г. с индексом среды $I_j = +5,33$, а худшим – 2019 г. при $I_j = -5,81$.

В Краснодарском крае максимальная урожайность семян (32,1 ц/га) получена у сорта Купол в 2017 г., а минимальная (0,7 ц/га) – у СЛ-691 в 2018 г. Высокая урожайность семян у сортов (21,6–

32,1 ц/га) в Краснодарском крае получена в 2017 г. Наибольшая экологическая пластичность отмечена у сортов Купол и 55 регион при b_i 1,29 и 1,11 соответственно. Сорта Таврион ($b_i = 1,01$), Гранит ($b_i = 0,88$) и СЛ-691 ($b_i = 0,91$), где b_i близка единице, адекватно реагируют на изменение условий выращивания. В условиях Краснодарского края лучшим по условиям произрастания растений был 2017 г. с индексом среды $I_j = +14$, а худшим – 2018 г. при $I_j = -10,92$ (табл. 4).

Таблица 4

Показатели пластичности сортов рапса ярового в условиях Краснодара за годы исследований

Сорт	Урожайность семян, ц/га			ΣY_i	Y_i	b_i
	2017 г.	2018 г.	2019 г.			
Таврион (st)	29,3	5,0	11,9	46,2	15,4	1,01
Купол	32,1	1,1	10,0	43,2	14,4	1,29
Гранит	23,5	2,0	9,1	34,6	11,5	0,88
55 регион	27,8	1,1	8,9	37,8	12,6	1,11
СЛ 691	21,6	0,7	9,4	31,7	10,5	0,91
ΣY_j	134,3	9,9	49,2	193,4	12,9	
Y_j	26,9	2,0	9,9			
I_j	+14,0	-10,92	-3,1			

В 2019 г. во всех зонах возделывания рапса наблюдалась высокая численность капустной моли (имаго и гусениц), что также привело к снижению урожайности.

Для расчета экологической стабильности была определена теоретическая урожайность сортов, которая могла бы быть получше при оптимальных условиях выращивания. Для продолжения расчета экологической стабильности определяли отклонение фактической урожайности сортов от ожидаемой теоретической. Наиболее нестабильной по признаку урожайность семян оказалась линия СЛ-691, а сорта 55 регион и Купол являлись наиболее экологически стабильными (табл. 5).

Таблица 5

Отклонение фактической урожайности сортов ярового рапса от теоретически ожидаемой в условиях Омской области

Сорт	Отклонение урожайности σ_{ij} , ц/га			$\Sigma \sigma_{ij}^2$	σd^2
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Таврион	+0,3	-0,6	+0,2	0,49	0,16
Купол	-0,2	+0,4	-0,1	0,21	0,07
Гранит	+0,5	-1,0	-0,3	1,34	0,45
55 регион	+0,2	-0,3	+0,2	0,17	0,06
СЛ-691	-0,9	+1,5	-0,7	3,55	1,18

В условиях Краснодарского края прослеживалась та же тенденция: у линии СЛ-691 отмечается наибольшая нестабильность по признаку урожайность семян, а сорта Гранит, Таврион и 55 регион выделены как наиболее экологически стабильные (табл. 6).

Таблица 6

Отклонение фактической урожайности сортов ярового рапса от теоретически ожидаемой в условиях Краснодара

Сорт	Отклонение урожайности σ_{ij} , ц/га			$\Sigma \sigma_{ij}^2$	σd^2
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Таврион	-0,2	+0,6	-0,4	0,54	0,18
Купол	-0,4	+0,7	-0,4	0,81	0,27
Гранит	-0,3	+0,1	+0,3	0,19	0,06
55 регион	-0,3	+0,6	-0,3	0,54	0,18
СЛ-691	-1,6	+0,1	+1,7	5,46	1,82

Содержание масла в семенах является важной составляющей продуктивности растений рапса ярового. В среднем за годы испытания сорта селекции Сибирской опытной станции – филиала ВНИИМК характеризовались высокой масличностью семян – 52,1–52,6 %. Сорт Таврион уступал по этому признаку (49,3 %). В 2018 г. масличность семян у всех сортов была ниже средних показателей и варьировала от 48,4 до 51,8 %. В целом этот признак мало изменчив по годам и стабилен по сортам (табл. 7).

Таблица 7

Масличность семян рапса ярового в условиях Омской области

Сорт	Масличность семян, %			Среднее	CV, %
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Таврион	50,2	48,4	49,3	49,3	1,83
Купол	52,5	51,8	52,1	52,1	0,67
Гранит	52,9	51,6	52,2	52,2	1,25
55 регион	52,9	51,8	53,2	52,6	1,40
СЛ-691	54,2	51,1	51,3	52,2	3,32

В условиях Краснодарского края средние показатели масличности семян составили 42,2–44,1 % (табл. 8). Варьирование этого признака по годам было незначительным (4,77–7,52 %), но выше, чем в условиях Западной Сибири (0,67–3,32 %).

Таблица 8

Список литературы

Масличность семян рапса ярового в условиях Краснодара

Сорт	Масличность семян, %			Среднее	CV, %
	2017 г.	2018 г.	2019 г.		
Таврион	46,8	42,2	43,3	44,1	5,45
Купол	46,3	40,5	44,0	43,6	6,70
Гранит	45,9	40,3	40,5	42,2	7,52
55 регион	44,5	40,5	43,2	42,7	4,77
СЛ-691	45,9	39,6	42,8	42,8	7,36

Более высокая масличность семян (44,5–46,8 %) по всем сортам отмечена в 2017 г., а минимальная (39,6–42,2 %) – в 2018 г.

Выводы. По результатам проведенных исследований установлено, что наиболее благоприятным годом для выращивания рапса ярового независимо от зоны возделывания оказался 2017 г. В условиях Омской области худшим годом для возделывания рапса ярового согласно индексу условия среды стал 2019 г. – $I_j = -5,81$, а в условиях Краснодарского края – 2018 г. при показателе индекса среды $I_j = -10,92$.

Анализ полученных данных позволил установить, что в условиях Омской области при высоком показателе b_i 1,32 и 1,24 сорта Гранит и 55 регион соответственно обладают наибольшей экологической пластичностью и активнее реагируют на улучшение условий выращивания (оптимальный температурный режим и необходимое количество осадков в период вегетации). Эти сорта более адаптивны для возделывания в условиях Западной Сибири. В условиях Краснодарского края наибольшая экологическая пластичность отмечена у сортов Купол и 55 регион при b_i равном 1,29 и 1,11 соответственно. Линия СЛ-691 независимо от зон возделывания характеризуется как нестабильная.

Сорта селекции СОС – филиала ВНИИМК в среднем за годы испытания в условиях Омской области показали высокую масличность семян (52,1–52,6 %). В условиях Краснодарского края масличность у изучаемых сортов в среднем изменялась от 42,2 до 43,6 %.

1. Карпачев В.В. Рапс яровой. Основы селекции. – Липецк, 2008. – 236 с.

2. Артемов В.И., Карпачев В.В. Рапс – масличная и кормовая культура. – Липецк, 2005. – 143 с.

3. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, 1984. – 344 с.

4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М., 2001. – Т. I. – 780 с.

5. Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Оценка экологической пластичности и стабильности крупноплодных сортов подсолнечника // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 35–39.

6. Метод государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – С. 239.

7. Зыкин В.А., Белан И.А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). – Уфа, 2011. – 97 с.

References

1. Karpachev V.V. Raps yarovoj. Osnovy selekcii. – Lipeck, 2008. – 236 s.

2. Artemov V.I., Karpachev V.V. Raps – maslichnaya i kormovaya kultura. – Lipeck, 2005. – 143 s.

3. Boroevich S. Principy i metody selekcii rastenij. – M.: Kolos, 1984. – 344 s.

4. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ekologogeneticheskie osnovy). – M., 2001. – T. I. – 780 s.

5. Decyna A.A., Illarionova I.V., Shherbinina V.O. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabilnosti krupnoplodnyx sortov podsolnechnika // Maslichnye kultury. – 2019. – Vyp. 3 (179). – S. 35–39.

6. Metod gosudarstvennogo sortoispytaniya selskoxozyajstvennyx kultur. – M.: Kolos, 1971. – S. 239.

7. Zykin V.A., Belan I.A. Ekologicheskaya plastichnost selskoxozyajstvennyx rastenij (metodika i ocenka). – Ufa, 2011. – 97 s.

Получено: 03.08.2020 Принято: 05.10.2020

Received: 03.08.2020 Accepted: 05.10.2020