

АГРОНОМИЯ

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Научная статья

УДК 633.85:631:524.6

doi: <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp47-54>

**Агроэкологическая оценка сортов рапса ярового в условиях лесостепи Среднего Поволжья**

**Татьяна Яковлевна Прахова<sup>1</sup>, Федор Петрович Четвериков<sup>2</sup>, Александр Владимирович Летучий<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральный научный центр лубяных культур, г. Тверь, Россия

<sup>2</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

e-mail: [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

**Аннотация.** Представлена агроэкологическая оценка сортов ярового рапса по продуктивности и адаптивности в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Объектом исследований являлись 14 сортов ярового рапса отечественной и зарубежной селекции. Опыт проводили в 2020–2023 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК. Метеорологические условия в годы исследований отличались контрастностью. Гидротермический коэффициент варьировал от 0,70 (2020 г.) до 1,24 (2022 г.). В среднем за 2020–2023 гг. урожайность сортов ярового рапса была достаточно высокой и варьировала от 1,67 до 1,86 т/га. Наибольшая продуктивность отмечена у сортов Руян (1,86 т/га), Риф (1,84 т/га), Сибиряк-60 (1,83 т/га), Абилити (1,82 т/га) и Новосел (1,81 т/га). Данные сорта на 0,14–0,19 т/га превышали сорт-стандарт Галант. Изменчивость урожайности сортов по годам была средней, коэффициент вариации составлял 3,16–12,34 %. Наибольшим варьированием урожая характеризовались сорта Эребус ( $C_v = 12,34\%$ ) и Надежный 92 ( $C_v = 11,81\%$ ). Наиболее стабильными по годам были сорта Новосел и Галант, коэффициент вариации которых равнялся 3,46 и 3,16 % соответственно. Наибольшее содержание масла отмечено у сортов Таврион (46,9 %) и Руян (46,6 %), прибавка относительно стандарта составила 5,2 и 4,9 %. Содержание эруковой кислоты оставалось достаточно низким и варьировало от 0,06 % у сорта Герцог до 2,35 % у сорта Надежный 92. Наиболее высокое содержание олеиновой кислоты (65,42 и 65,77 %) отмечено у сортов Таврион и Руян. Высокая экологическая устойчивость отмечена у сортов Новосел (–0,15) и Галант (–0,12), высокая генетическая гибкость – у сортов Риф (1,89) и Руян (1,87 т/га). Данные сорта обладают высоким уровнем стабильности (110,2 и 111,4), что свидетельствует об их способности поддерживать стабильно высокий уровень урожайности в различных климатических условиях. Все исследуемые сорта имели высокую агрономическую стабильность (87,66–96,84 %) и коэффициент отзывчивости на улучшение условий выращивания (1,08–1,33). Сорта Руян, Риф, Сибиряк-60, Новосел, Неман и Абилити обладают высокой степенью агроэкологической адаптированности, что характеризует их устойчивость к изменяющимся факторам среды и отзывчивость на улучшение агроклиматических условий.

**Ключевые слова:** рапс яровой; сорта; урожайность; масличность; жирнокислотный состав; экологическая устойчивость; стабильность; агроэкологическая адаптированность

**Для цитирования:** Прахова Т. Я., Четвериков Ф. П., Летучий А. В. Агроэкологическая оценка сортов рапса ярового в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2024. № 3. С. 47–54. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp47-54>.

AGRONOMY

Original article

**Agroecological assessment of spring rapeseed varieties in forest-steppe conditions of the Middle Volga region**

**Tatyana Ya. Prakhova<sup>1</sup>, Fedor P. Chetverikov<sup>2</sup>, Aleksandr V. Letuchy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

<sup>2</sup>Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

e-mail: [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

**Abstract.** The article presents an agroecological assessment of spring rapeseed varieties for productivity and adaptability in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. The object of research was 14 varieties of spring rapeseed of domestic and foreign selection. The experiment was carried out in 2020–2023 on the fields of the FSBRI. Meteorological conditions during the years of research were contrasting. The hydrothermal coefficient varied from 0.70 (2020) to 1.24 (2022). On average for 2020–2023, the yield of spring rapeseed varieties was quite high and varied between 1.67–1.86 t/ha. The highest productivity was observed in the varieties





Ruyan (1.86 t/ha), Rif (1.84 t/ha), Sibiryak-60 (1.83 t/ha), Ability (1.82 t/ha) and Novosel (1.81 t/ha). These varieties were 0.14–0.19 t/ha higher than the standard variety Galant. The variability in the yield of varieties over the years was average, the coefficient of variation was 3.16–12.34 %. The varieties Erebus (Cv = 12.34 %) and Nadezhny 92 (Cv = 11.81 %) were characterized by the greatest variation in yield. The most stable varieties over the years were Novosel and Galant, the coefficient of variation of which was 3.46 and 3.16 %. The highest oil content was observed in the Tavriion (46.9 %) and Ruyan (46.6 %) varieties; the increase relative to the standard was 5.2 and 4.9 %. The content of erucic acid remained quite low and varied from 0.06 % in the Duke variety to 2.35 % in the Nadezhny 92 variety. The highest content of oleic acid (65.42 and 65.77 %) was observed in the Tavriion and Ruyan varieties. High environmental sustainability was noted in the varieties Novosel (–0.15) and Galant (–0.12), high genetic flexibility – in the varieties Rif (1.89) and Ruyan (1.87 t/ha). These varieties have a high level of stability (110.2 and 111.4), which indicates their ability to maintain a consistently high level of yield in different climatic conditions. All studied varieties had high agronomic stability (87.66–96.84 %) and a coefficient of responsiveness to improving growing conditions (1.08–1.33). The varieties Ruyan, Rif, Sibiryak-60, Novosel, Neman and Ability have a high degree of agroecological adaptability, which characterizes their resistance to changing environmental factors and responsiveness to improved agroclimatic conditions.

**Keywords:** spring rapeseed; varieties; yield; oil content; fatty acid composition; environmental sustainability; stability; agroecological adaptability

**For citation:** Prakhova T. A., Chetverikov F. P., Letuchy A. V. Agroecological assessment of spring rapeseed varieties in forest-steppe conditions of the Middle Volga region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(3):47–54. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i3pp47-54>.

**Введение.** А.А. Жученко в своих трудах писал, что главным фактором реализации биоклиматического потенциала каждого региона является возделывание такого набора культур и сортов, которые в наибольшей степени приспособлены к местным, в том числе неблагоприятным и экстремальным условиям внешней среды [5].

В настоящее время к научным приоритетам в области селекции и растениеводства, в том числе и масличных культур, можно отнести отбор адаптивных сортов и генотипов, обладающих сочетанием высокой потенциальной продуктивности с абиотической и биотической устойчивостью и толерантностью к различным природным условиям [4, 6].

Рапс яровой является известной сельскохозяйственной культурой, которая в мировом сельском хозяйстве занимает прочные позиции как одна из основных масличных культур. В его семенах содержится до 40–48 % масла и до 21–33 % белка [10, 16]. Рапсовое масло обладает комплексом биологически ценных жирных кислот, которые находятся в оптимальном соотношении, отличается высоким количеством ненасыщенных кислот и используется на пищевые и технические цели [2, 9, 13].

С учетом биологических особенностей культуры посевы рапса ярового расширяются, и сегодня в России его возделывают практически во всех регионах (в 2022 г. площадь посева рапса составила 1771 тыс. га) [1, 2]. При этом установлено, что природно-климатические условия выращивания являются существенным, однако не решающим, фактором, определяющим продуктивность рапса [9, 16]. Большую роль в повышении продуктивности играет использование передовых технологий, а также внедрение и использование адаптивных и высокопродуктивных сортов [6, 13].

В современных экономических условиях сорт является малозатратным и эффективным агроприемом возделывания любой сельскохозяйственной культуры и важным фактором повышения ее урожайности [4]. По мнению ряда ученых, роль сорта в повышении величины и качества урожая оценивается в 20–70 %, а внедрение новых сортов позволяет ежегодно повысить урожайность культур примерно на 1 % [3, 10].

Селекционерами создан обширный ассортимент сортов ярового рапса с различными хозяйственно-полезными признаками. Поэтому правильный выбор сортов для получения стабильных и высоких урожаев с учетом условий почвенно-климатической зоны является особенно важной и актуальной задачей [3, 9, 13].

Цель исследований – агроэкологическая оценка сортов ярового рапса по продуктивности и адаптивности в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**Материалы и методы.** Агроэкологическое сортоиспытание рапса проводили в 2020–2023 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК (ОП Пензенский НИИСХ). Объектом исследований являлись



14 сортов рапса ярового отечественной и зарубежной селекции: сорта Таврион, Руян, Галант и Сибиряк-60 (ФНЦ ВНИИМК им. В. С. Пустовойта, г. Краснодар); Ратник, Риф и Эребус (ВНИИ рапса, г. Липецк); Неман и Герцог (НПЦ НАН Беларуси по земледелию, г. Жодино); Новосел и Велес (ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса, г. Москва); Надежный 92 (ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск); Абилити (DeutscheSaatchveredelung AG, Германия); Хантер (BayerCropscienceAG, США). Сорт Галант использовали в качестве стандарта.

Закладку питомника сортоиспытания осуществляли согласно методике проведения агротехнических опытов с масличными культурами [11]. Посев рапса проводили в первой декаде мая рядовым способом; норма высева – 2,5 млн всхожих семян на 1 га; площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>; повторность опыта – трехкратная, предшественник – чистый пар. Посев проводили селекционной сеялкой СН-16, уборку – комбайном «Сампо-130».

Почвы экспериментального участка представлены среднемоющими выщелоченными черноземами с содержанием гумуса 5,8 % (по Тюрину).

В период вегетации рапса в 2020 г. был отмечен небольшой дефицит влаги (ГТК – 0,70) при среднемноголетней норме 1,10 единиц. В 2021 году вегетационный период рапса характеризовался как умеренно засушливый, ГТК составлял 0,82. Погодные условия в 2022 г. отличались избыточным увлажнением, гидротермический коэффициент составил 1,45, при среднесуточных температурах 17,1 °С. Вегетационный период рапса в 2023 г. отличался более благоприятными условиями (ГТК 0,98).

Определение биохимических анализов проводили в лаборатории Пензенского НИИСХ: содержание жира определяли методом Сокслета, жирнокислотный состав масла – методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000.1».

Параметры экологической устойчивости и генетическую гибкость сортообразцов сортов определяли по уравнениям А.А. Rossielle и J. Hamblin [15]. Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) определяли по методике, описанной Э.Д. Неттевичем [12]. Агрономическую стабильность сорта рассчитывали по формуле  $A_s = 100 - C_v$ , предложенной А.В. Кильчевским и Л.В. Хотылевой [7]. Меру превосходства сорта определяли по методу C.S. Lin и M.R. Binns [14]. Агроэкологическую адаптированность сорта рассчитывали по методу, предложенному А.И. Кинчаровым с соавторами [8].

**Результаты исследований.** Оценка сортов ярового рапса показала, что урожайность семян всех изучаемых сортов в среднем за 2020–2023 гг. была достаточно высокой и варьировала от 1,67 до 1,86 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность и экологическая устойчивость сортов рапса ярового (2020–2023 гг.)

Table 1 – Productivity and environmental sustainability of spring rapeseed varieties (2020–2023)

Сорт	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля, ± т/га	Коэффициент вариации, %	Экологическая устойчивость	Генетическая гибкость
Галант, st	1,67	–	3,16	–0,12	1,65
Таврион	1,72	0,05	9,31	–0,34	1,78
Руян	1,86	0,19	9,91	–0,35	1,87
Надежный 92	1,79	0,12	11,81	–0,50	1,78
Риф	1,84	0,17	7,43	–0,29	1,89
Ратник	1,77	0,10	9,60	–0,37	1,77
Эребус	1,74	0,07	12,34	–0,48	1,75
Герцог	1,73	0,06	10,42	–0,41	1,78
Сибиряк-60	1,83	0,16	4,72	–0,20	1,85
Новосел	1,81	0,14	3,46	–0,15	1,81
Велес	1,74	0,07	8,92	–0,34	1,75
Неман	1,79	0,12	6,70	–0,23	1,80
Абилити	1,82	0,15	6,87	–0,24	1,83

Сорт	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля, ± т/га	Коэффициент вариации, %	Экологическая устойчивость	Генетическая гибкость
Хантер	1,75	0,08	5,40	-0,22	1,76
НСР <sub>05</sub>	0,15	-	-	-	-

Наибольшая урожайность отмечена у сортов Руян (1,86 т/га), Риф (1,84 т/га) и Сибиряк-60 (1,83 т/га), которая достоверно превышала сорт Галант на 0,16–0,19 т/га. Сорта Абилити и Новосел также формировали достаточно высокую урожайность (1,82 и 1,81 т/га), при этом не существенно (на 0,15 и 0,14 т/га) превышали сорт-стандарт. Наиболее низкой урожайностью отличались сорта Таврион, Эребус и Велес, прибавка которой относительно стандарта составила всего 0,05–0,07 т/га.

Изменчивость урожайности сортов по годам была средней, коэффициент вариации составлял 3,16–12,34 %. Наибольшей изменчивостью характеризовались сорта Эребус ( $C_v = 12,34$  %) и Надежный 92 ( $C_v = 11,81$  %), размах варьирования урожайности которых составил 1,51–1,99 и 1,53–2,03 т/га соответственно.

Наиболее стабильными по годам были сорта Новосел и Галант, коэффициент вариации которых равнялся 3,46 и 3,16 %, диапазон урожайности составлял 1,74–1,89 и 1,59–1,71 т/га соответственно.

Также относительно невысокие колебания урожайности отмечены у сортов Сибиряк-60 ( $C_v = 4,72$  %) и Хантер ( $C_v = 5,40$  %). При средней урожайности 1,83 и 1,75 т/га изменения данного показателя по годам составили соответственно 1,75–1,95 и 1,65–1,87 т/га.

Следует отметить, что 10 сортов обладали высокой экологической устойчивостью, показатели которой варьировали от -0,12 до -0,35, что свидетельствует о более широких приспособительных возможностях. Исключение составили сорта Ратник, Эребус, Герцог и Надежный 92, которые характеризовались низкими значениями стрессоустойчивости от -0,37 до -0,50 (что менее -3,5).

Разнообразные условия вегетации рапса (от засушливых до избыточно увлажненных) позволили получить наиболее полную оценку компенсаторной способности сортов в контрастных условиях, что характеризует генетическая гибкость сорта. Высоким генетическим потенциалом обладают сорта Риф и Руян, средняя урожайность в контрастных условиях которых составила 1,89 и 1,87 т/га. Немного ниже (1,85 и 1,83 т/га) генетическая гибкость у сортов Сибиряк-60 и Абилити, что также свидетельствует об их достаточно высокой реакции на изменение стрессовых факторов среды.

Как известно, сорта по-разному реагируют на изменения условий внешней среды. Например, одни сильно реагируют и снижают или повышают уровень урожайности, другие вообще не чувствуют перемены условий и способны формировать стабильный урожай в любых условиях. Поэтому оценка их адаптивных возможностей является важной в комплексе экологического сортоиспытания культуры.

Одновременно и уровень стабильности сорта, и его способность отзываться на улучшение условий выращивания характеризуют показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по отношению к стандарту. Все изучаемые сорта отличались высокими показателями ПУСС и превышали стандарт на 3,0–11,4 %. Наиболее высокие значения уровня стабильности были у сортов Руян (111,4) и Риф (110,2), что свидетельствует о большей способности данных сортов поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности (при ее минимальном снижении) даже при ухудшении условий выращивания (таблица 2).

Меньшими значениями данного параметра отличались сорта Таврион и Герцог, которые составили 103,0 и 103,6, что свидетельствует об их способности отзываться на улучшение условий выращивания, однако при их ухудшении значительно снижать уровень продуктивности, например, с 1,95 до 1,61 т/га (Таврион) и с 1,99 до 1,58 т/га (Герцог). При этом все исследуемые сорта имели высокую агрономическую стабильность, значения данного показателя превышали 80,0 % и были на уровне 87,66–96,84 %, что характеризует ценность сортов для производства.

Мера превосходства сорта показывает соотношение исследуемого сорта с лучшим в данных условиях среды. Установлено, что чем меньше значения данного показателя, тем стабильнее





Таблица 2 – Параметры адаптивности и стабильности сортов рапса (2020–2023 гг.)

Table 2 – Parameters of adaptability and stability of rapeseed varieties (2020–2023)

Сорт	ПУСС	Агрономическая стабильность сорта, %	Мера превосходства сорта	Агроэкологическая адаптированность (DAAi)		Коэффициент отзывчивости
				значения	степень	
Галант, st	100,0	96,84	5,01	–10,95	Средняя	1,08
Таврион	103,0	90,69	4,14	–7,89	Средняя	1,21
Руян	111,4	90,09	1,26	–1,91	Высокая	1,20
Надежный 92	107,2	88,19	2,70	–20,14	Низкая	1,33
Риф	110,2	92,57	1,25	0,38	Высокая	1,16
Ратник	106,0	90,40	2,95	–8,77	Средняя	1,23
Эребус	104,2	87,66	3,71	–12,33	Средняя	1,32
Герцог	103,6	89,58	4,17	–8,80	Средняя	1,26
Сибиряк-60	109,6	95,28	1,69	–0,71	Высокая	1,11
Новосел	108,4	96,54	2,28	–4,60	Высокая	1,09
Велес	104,2	91,08	3,43	–9,85	Средняя	1,21
Неман	107,2	93,30	1,88	–4,12	Высокая	1,14
Абилити	109,0	93,13	1,39	–3,63	Высокая	1,14
Хантер	104,8	94,60	2,67	–6,70	Средняя	1,13

и устойчивее сорт. Сравнивая наши сорта, можно отметить, что все они обладали более высокой мерой превосходства относительно стандарта. Наибольшими показателями данного критерия отличались сорта Руян (1,26), Риф (1,25), Сибиряк-60 (1,69), Неман (1,88) и Абилити (1,39). Это подтверждается как высокими значениями ПУСС (7,2–11,4), так и агрономической стабильностью (90,09–95,28).

Максимальную устойчивость генотипов к меняющимся факторам среды в комплексе с отзывчивостью сорта на улучшение агроклиматических условий характеризует такой показатель, как агроэкологическая адаптированность (DAAi). Полученные результаты показывают, что значения агроэкологической адаптированности сортов рапса изменяются от 0,38 до –20,14. По имеющемуся диапазону сорта можно разделить на три основные группы.

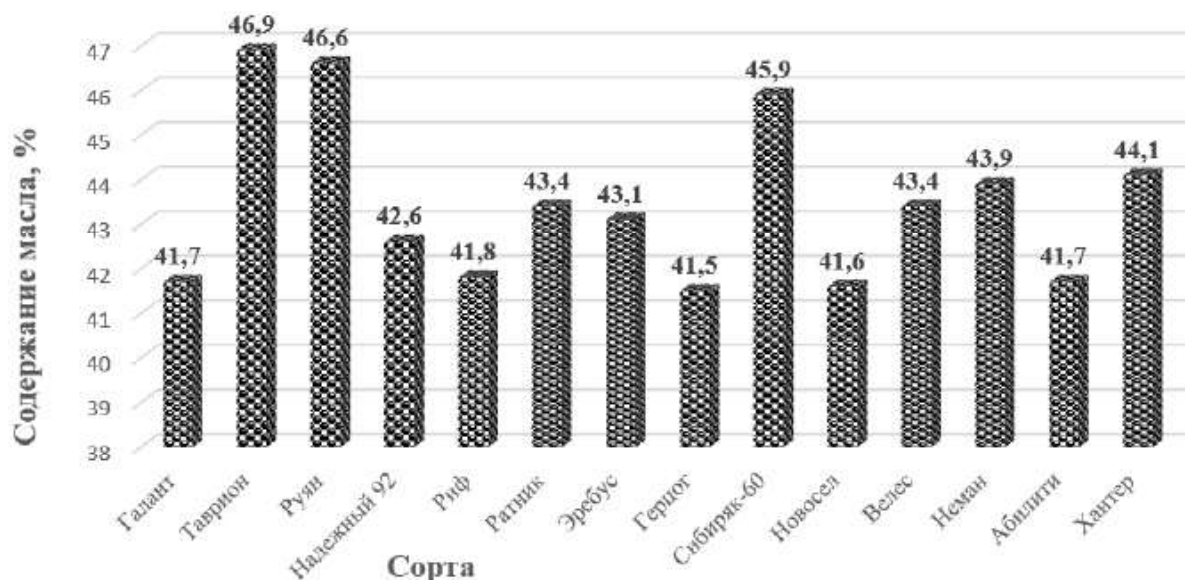
Высокой степенью агроэкологической адаптированности обладали сорта Руян, Риф, Сибиряк-60, Новосел, Неман и Абилити, индекс DAAi варьировал от 0,38 до –6,46. Низкая адаптированность отмечена у сорта Надежный 92, значения которой составили –20,14. Остальные сорта характеризовались средней степенью адаптированности, значения DAAi которых имели градацию от –6,46 до –13,3.

Для комплексной характеристики сортов используется коэффициент отзывчивости на улучшение условий выращивания, вычисление которого проводят путем отношения максимального показателя к минимальному. Считается, если значения данного коэффициента больше единицы ( $K_p > 1$ ), то сорт хорошо отзывается на улучшение условий выращивания, если  $K_p < 1$  – отрицательно. В наших исследованиях коэффициент отзывчивости всех сортов варьировал от 1,08 у сорта стандарта Галант до 1,33 у сорта Надежный 92, то есть можно утверждать, что все сорта рапса, в большей или меньшей степени, хорошо отзываются на улучшение условий возделывания.

Все сорта за годы исследований характеризовались высокой масличностью семян, уровень которой варьировал в среднем от 41,5 до 46,9 % (см. рисунок).

Наибольшее содержание масла отмечено у сортов Таврион и Руян, которое составило 46,9 и 46,6 % соответственно и превысило стандарт на 5,2 и 4,9 %. Сорт Сибиряк-60 незначительно уступал предыдущим сортам по уровню маслонакопления, масличность его составила 45,9 %, что на 4,2 % превышала Галант. У сортов Герцог и Новосел отмечено минимальное содержание





Содержание масла в семенах сортов рапса ярового (2020–2023 гг.)  
Oil content in seeds of spring rapeseed varieties (2020–2023)

жира – 41,5 и 41,6 %, что было незначительно (на 0,2 и 0,1 %) ниже сорта Галант, а содержание масла у сортов Риф и Абилити было на уровне стандарта – 41,8 и 41,7 %. Содержание масла у остальных сортов варьировало от 42,6 % у сорта Надежный 92 до 44,1 % у сорта Хантер.

Жирнокислотный анализ маслосемян показал, что за время изучения у всех сортов (за исключением Ратника) отмечено незначительное накопление эруковой кислоты относительно данным оригинаторов сорта, согласно которым все сорта относятся к «00 типу».

Наибольшее содержание эруковой кислоты отмечено у сорта Надежный 92, концентрация которой достигала 2,35 %. У остальных сортов содержание данной кислоты варьировало от 0,06 % у сорта Герцог до 0,97 % у сорта Риф при 0,21 % у сорта-стандарта Галант (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание основных жирных кислот в маслосеменах сортов рапса (2020–2023 гг.)

Table 3 – Content of main fatty acids in oilseeds of rapeseed varieties (2020–2023)

Сорт	Кислота, %						
	пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	эйкозеновая	эруковая
Галант, st	2,45	1,47	63,88	19,92	9,75	1,19	0,21
Таврион	2,69	1,45	65,42	20,18	7,93	1,07	0,10
Руян	2,79	1,70	65,77	18,64	8,34	1,37	0,18
Надежный 92	2,49	1,39	58,51	19,97	9,81	4,21	2,35
Риф	2,70	1,70	62,97	19,78	9,23	1,40	0,97
Ратник	2,83	1,70	65,02	19,15	8,97	1,14	-
Эребус	2,81	1,62	64,79	19,21	8,80	1,38	0,17
Герцог	2,83	1,51	62,48	20,68	9,93	1,27	0,06
Сибиряк-60	2,64	1,47	63,92	20,23	9,21	1,30	0,12
Новосел	2,60	1,56	61,72	20,67	9,62	1,94	0,60
Велес	2,74	1,68	63,34	20,01	9,48	1,37	0,13
Неман	2,78	1,64	59,81	21,42	10,31	1,81	0,89
Абилити	2,73	1,62	59,38	19,82	12,73	1,27	0,24
Хантер	2,52	1,69	60,67	20,21	10,78	1,29	0,07

Наиболее высокое содержание олеиновой кислоты (65,02–65,77 %) по сравнению со стандартом отмечено у сортов Ратник, Таврион и Руян, минимальное – у сортов Надежный 92 (58,51 %), Неман (59,81 %) и Абилити (59,38 %), что на 4,07–5,37 % ниже, чем у сорта Галант.





Количество линолевой кислоты варьировало от 18,64 % у сорта Руян до 21,42 % у Немана. Содержание линоленовой кислоты было наибольшим у 5 сортов: Надежный 92, Герцог, Неман, Абилити и Хантер, составив 9,81–12,73 %. Концентрация данной кислоты у остальных сортов варьировала от 7,93 до 9,62 %, что было ниже относительно стандарта на 0,13–1,82 %.

Накопление насыщенных кислот, в том числе пальмитиновой и стеариновой, в сортах было на одном уровне и составило 2,45–2,83 и 1,39–1,70 % соответственно. При этом все сорта отличаются повышенным содержанием пальмитиновой кислоты по отношению к сорту Галант, разница составляет 0,07–0,38 %. Максимальное накопление стеариновой кислоты (1,70 %) отмечено у сортов Руян, Риф и Ратник.

Высокая концентрация эйкозеновой (гондоиновой) кислоты наблюдалась в жирнокислотном составе сорта Надежный 92–4,21 %, что превышало стандартный сорт на 3,02 и 2,27–3,14 % остальные изучаемые сорта.

**Заключение.** Таким образом, проведенное агроэкологическое сортоиспытание рапса ярового в условиях лесостепи Среднего Поволжья показало, что наибольшая урожайность в среднем за 2020–2023 г. отмечена у сортов Руян, Риф, Сибиряк-60, Абилити и Новосел, которая составила 1,81–1,86 т/га и превысила на 0,14–0,19 т/га сорт-стандарт Галант. Наибольшее содержание масла отмечено у сортов Таврион (46,9 %) и Руян (46,6 %), прибавка относительно стандарта составила 5,2 и 4,9 %. Следует отметить, что, несмотря на незначительное накопление эруковой кислоты, ее содержание оставалось достаточно низким и варьировало от 0,06 % у сорта Герцог до 2,35 % у сорта Надежный 92. Наиболее высокое содержание олеиновой кислоты (65,42 и 65,77 %) отмечено у сортов Таврион и Руян.

Высокая экологическая устойчивость в контрастных условиях выращивания отмечена у сортов Новосел (–0,15) и Галант (–0,12), высокая генетическая гибкость – у сортов Риф (1,89 т/га) и Руян (1,87 т/га). Данные сорта обладают высоким уровнем стабильности (110,2 и 111,4), что свидетельствует об их большей способности поддерживать стабильно высокий уровень урожайности в различных климатических условиях.

Все исследуемые сорта имели высокую агрономическую стабильность (87,66–96,84 %), из них Руян, Риф, Сибиряк-60, Новосел, Неман и Абилити обладали высокой степенью агроэкологической адаптированности, которая характеризует максимальную устойчивость генотипов к изменяющимся факторам среды и отзывчивость сорта на улучшение агроклиматических условий.

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вардамацкая К. В. Современное состояние и перспективы возделывания рапса (обзорная статья) // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 97–8. С. 89–91.
2. Вафина Э. Ф. Оценка производства ярового рапса в Удмуртской республике // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (64). С. 4–12.
3. Гулидова В. А. Рапс – высокомаржинальная культура России. Елец, 2019. 310 с.
4. Жученко А. А. мл., Рожмина Т. А. Генетические ресурсы и селекция растений – главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (86). С. 3–9.
5. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М., 2001. Т. 1. 780 с.
6. Зубкова Т. В. Результаты агроэкологического испытания сортов ярового рапса в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона и анализ качества масла, полученного из его семян // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 69–75.
7. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск, 1997. 372 с.
8. Кинчаров А. И., Дёмина Е. А., Кинчарова М. Н., Таранова Т. Ю., Муллаянова О. С., Чекмасова К. Ю. Методика оценки агроэкологической адаптированности генотипов в условиях глобального потепления климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. № 4(183). С. 39–47.
9. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Влияние климатических условий на урожайность, масличность и жирнокислотный состав масла рапса ярового // International Agricultural Journal. 2021. № 2. С. 84–94.
10. Кшникаткина А. Н., Прахова Т. Я., Крылов А. П. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность масличных культур в условиях Средневожского региона // Нива Поволжья. 2018. № 2 (47). С. 65–69.

11. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Семеренко С. А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар, 2022. 538 с.

12. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. 2001. № 3. С. 50–55.

13. Gorlova L. A., Bochkaryova E. B., Strelnikov E. A., Serdyuk V. V. The use of classical and modern methods in rapeseed (*Brassica napus*) breeding at VNIIMK // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2019. Vol. 180. No. № 4. P. 126–131.

14. Lin C. S., Binns M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data // *Canad. J. Plant Sci.* 1988. No. 1(68). P. 193–198.

15. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments // *Crop Sci.* 1981. No. 6. P. 12–23.

16. Sagirova R. A., Vlasova T. B., Shapenkova S. V. Comparative evaluation of seed productivity rapeseed (*Brassica napus*), camelina (*Camelina sativa*) and white mustard (*Sinapis alba*) in conditions forest-steppe zone of Prebaikalia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548. P. 22083.

#### REFERENCES

1. Vardamatskaya K. V. Current state and prospects for rapeseed cultivation (review article). *Trends in the development of science and education.* 2023; 97(8):89–91. (In Russ.).

2. Vafina E. F. Assessment of spring rapeseed production in the Udmurt Republic. *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy.* 2020;4(64):4–12. (In Russ.).

3. Gulidova V. A. Rapeseed is a high-margin crop in Russia. Yelets, 2019. 310 p. (In Russ.).

4. Zhuchenko A. A. Jr., Rozhmina T.A. Genetic resources and plant selection - the main mechanisms of adaptation in agriculture. *Bulletin of Agrarian Science.* 2019;6(86):3–9. (In Russ.).

5. Zhuchenko A. A. Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis). Moscow, 2001;(1). 780 p. (In Russ.).

6. Zubkova T. V. Results of agroecological testing of spring rapeseed varieties in the forest-steppe conditions of the Central Black Earth region and analysis of the quality of oil obtained from its seeds. *Bulletin of KrasGAU.* 2022;(1):69–75. (In Russ.).

7. Kilchevsky A. V., Khotyleva L. V. Ecological plant selection. Minsk, 1997. 372 p. (In Russ.).

8. Kincharov A. I., Demina E. A., Kincharova M. N., Taranova T. Yu., Mullayanova O. S., Chekmasova K. Yu. Methodology for assessing the agroecological adaptability of genotypes in conditions of global warming. *Proceedings on applied botany, genetics and selection.* 2022;4(183):39–47. (In Russ.).

9. Kuznetsova G. N., Polyakova R. S. Influence of climatic conditions on yield, oil content and fatty acid composition of spring rapeseed oil. *International agricultural journal.* 2021;(2):84–94. (In Russ.).

10. Kshnikatkina A. N., Prahova T. Ya., Krylov A. P. Photosynthetic activity and productivity of oilseeds in the conditions of the Middle Volga region. *Niva Povolzhya.* 2018;2(47):65–69. (In Russ.).

11. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Semerenko S.A. Methods of agrotechnical research in experiments with main field crops. Краснодар, 2022. 538 p. (In Russ.).

12. Nettevich E. D. Yield potential of spring wheat and barley varieties recommended for cultivation in the Central region of the Russian Federation and its implementation under production conditions. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* 2001;(3):50–55. (In Russ.).

13. Gorlova L. A., Bochkaryova E. B., Strelnikov E. A., Serdyuk V. V. The use of classical and modern methods in rapeseed (*Brassica napus*) breeding at VNIIMK. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding.* 2019;4(180):126–131.

14. Lin C. S., Binns M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Canad. J. Plant Sci.* 1988;1(68):193–198.

15. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments. *Crop Sci.* 1981;(6):12–23.

16. Sagirova R. A., Vlasova T. B., Shapenkova S. V. Comparative evaluation of seed productivity rapeseed (*Brassica napus*), camelina (*Camelina sativa*) and white mustard (*Sinapis alba*) in conditions forest-steppe zone of Prebaikalia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2020;(548):22083.

Статья поступила в редакцию 06.12.2023; одобрена после рецензирования 28.01.2024; принята к публикации 12.02.2024.

The article was submitted 06.12.2024; approved after reviewing 28.01.2024; accepted for publication 12.02.2024.

