

АГРОНОМИЯ

УДК 633.853.494

DOI:10.31677/2072-6724-2021-61-4-6-16

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ РАПСА

В.Л. Бопп, кандидат биологических наук, доцент
Н.Л. Кураченко, доктор биологических наук, профессор
А.Н. Халипский, доктор сельскохозяйственных наук
А.А. Чураков, кандидат сельскохозяйственных наук
Д.Н. Ступницкий, кандидат сельскохозяйственных наук

Красноярский государственный аграрный университет,
Красноярск, Россия
E-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

Ключевые слова: яровой рапс, гибрид, маслосемена, сохранность растений к уборке, масса 1000 зерен, урожайность

Реферат. Приведены результаты изучения гибридов рапса немецкой селекции на его семенную продуктивность в почвенно-климатических условиях Красноярской лесостепи. Исследования проводились на опытном участке учебно-опытно-производственного комплекса «Борский» Красноярского ГАУ (2018–2019 гг.). Погодные условия периода наблюдений отличались от многолетних данных: в 2018 г. с мая по август отмечены остро засушливые условия на фоне повышенных температур; в 2019 г. – крайне неравномерное распределение осадков вегетационного периода, в мае и июле – недостаток увлажнения, температура весь сезон превышала климатическую норму. Представлена сравнительная оценка следующих гибридов F_1 рапса: Сальса КЛ, Культус КЛ, Кюрри КЛ и Люмэн. По результатам двухлетних исследований выявлено, что лучшая сохранность растений к уборке отмечена у гибрида Люмэн – 93,2%, самый низкий показатель у F_1 Сальса КЛ – сохранилось 78,1% растений. Способность к плодообразованию выше у гибрида Сальса КЛ, за 2 года наблюдений в среднем на каждом растении получено по 202 стручка. У остальных гибридов генеративных образований несколько меньше: от 139 стручков у гибрида Кюрри КЛ до 149 у гибрида Люмэн. Наибольшая озерненность плодов отмечена у гибрида Кюрри КЛ – по 31–32 шт. семян в стручке по годам исследований (пороговое значение для ярового рапса – 40 шт.). Меньше, чем у других гибридов, получено семян у гибрида Люмэн – в стручке насчитывалось по 22–24 шт. Выявлено, что на количество семян в стручке в большей степени влияет генотип гибрида, чем погодные условия периода опыления. Масса 1000 семян у ярового рапса в зависимости от биологических особенностей гибрида и погодных условий вегетационного периода может быть в пределах 3–5 г. Наиболее полновесные зерна сформировались у гибрида Люмэн – в среднем за 2 года наблюдений масса 1000 зерен составила 3,9 г, самые мелкие семена у гибрида Культус КЛ – 3,2 г. Все изучаемые гибриды ярового рапса высокопродуктивны. По урожайности маслосемян выделен F_1 Кюрри КЛ – 7,22 т/га в среднем за период исследований.

SEED PRODUCTIVITY OF RAPESEED HYBRID

V.L. Bopp, PhD in Biological Sciences, Associate Professor
N.L. Kurachenko, Doctor of Biological Sciences, Professor
A.N. Khalinskiy, Doctor of Agricultural Sciences
A.A. Churakov, PhD in Agricultural Sciences
D.N. Stupnitskiy, PhD in Agricultural Sciences
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Keywords: *spring rape, hybrid, oilseeds, survival to harvest, 1000-grain weight, yield.*

Abstract. The authors cited the results of studying the seed productivity of rape hybrids of German selection in the soil and climatic conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The studies were conducted at the experimental plot of the Borsky educational and experimental-production complex of the Krasnoyarsk State Agrarian University (in 2018-2019). The weather conditions of the observation period differed from multi-year data. In 2018, acutely dry conditions were recorded against elevated temperatures from May to August. In 2019, the authors observed a highly uneven rainfall distribution during the growing season. Lack of moisture was noted in May and July 2019; temperatures exceeded the climatic norm all season. A comparative evaluation of the following F1 rapeseed hybrids is presented: Salsa KL, Cultus KL, Currie KL and Lumen. The results of the two-year research showed that the best preservation of plants for harvesting was observed for hybrid Lumen 93.2%, the lowest indicator for F1 Salsa KL was 78.1% of plants preserved. The ability to produce fruit is higher in the Salsa CL hybrid, with an average of 202 pods per plant over two years of observation. The other hybrids had fewer generative pods, ranging from 139 pods in the Currie KL hybrid to 149 in the Lumen hybrid. The highest fruit number was observed for the Currie CL hybrid (31-32 seeds per pod) in each year of the study (the threshold value for spring rapeseed is 40 seeds). Less than in other hybrids, the Lumen hybrid had 22-24 origins in a pod. The authors revealed that the number of seeds in the pod is influenced more by the combination's genotype than by the pollination period's weather conditions. The weight of 1000 seeds in spring rape, depending on the hybrid's biological characteristics and the growing season's weather conditions, can be 3-5 grams. The complete grains were formed in hybrid Lumen on average for two years of observation weight of 1000 grains was 3.9 g, the smallest seeds in hybrid Kultus KL 3.2 g. All the studied hybrids of spring rape are highly productive. F1 Currie KL was the most effective in oilseed yield, averaging 7.22 t/ha over the study period.

Россия занимает второе место в мире среди экспортеров рапсового масла. Востребованность маслосемян и рапсового масла на международном рынке, высокая маржинальность продукции, обусловленная стремительным ростом мировых цен на различные культуры [1], многоцелевое направление использования [2, 3] привели к резкому увеличению площади возделывания рапса. Анализ динамики площадей посева ярового рапса в Красноярском крае в 15-летней ретроспективе, по данным Красноярскстата, показывает их существенный рост: от 3,1 тыс. га в 2007 г. до 179,6 тыс. га в 2021 г. Учитывая

ограниченность ресурсов пашни, повышение объемов производства маслосемян возможно за счет увеличения урожайности культуры [4, 5].

Одним из значимых элементов агротехнологии ярового рапса является подбор сортов или гибридов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона культивирования. Максимальная реализация совокупности генетически обусловленных хозяйственно полезных признаков сортов и гибридов обеспечивает высокую продуктивность растений [6].

Перечень сортов и гибридов ярового рапса, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, постоянно актуализируется. Цель работы – изучение семенной продуктивности новых гибридов ярового рапса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в УНПК «Борский» Красноярского ГАУ (Сухобузимский район), расположенном в лесостепной зоне Красноярского края. Почвенный покров опытного участка представлен черноземами выщелоченными мало- и среднемощными тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Почвы характери-

тур яровой рапс более требователен к плодородию почвы [7, 8].

Погодные условия тёплого периода 2018 г. резко отличались от среднемноголетних данных (рис. 1, 2). Переход через +5°C отмечался во второй декаде апреля (по среднемноголетним данным – первая декада мая) с понижением температуры в мае и резким дальнейшим её нарастанием с 28 мая. Весь месяц характеризовался дождливой погодой со средней температурой на уровне многолетних данных. В июне отмечены острозасушливые условия с повышенной температурой. Среднемесячная температура на 5,4°C превышала среднемноголетние показатели.

С первой декады июля отмечалось увеличение осадков и снижение среднесуточной температуры воздуха, в среднем температура

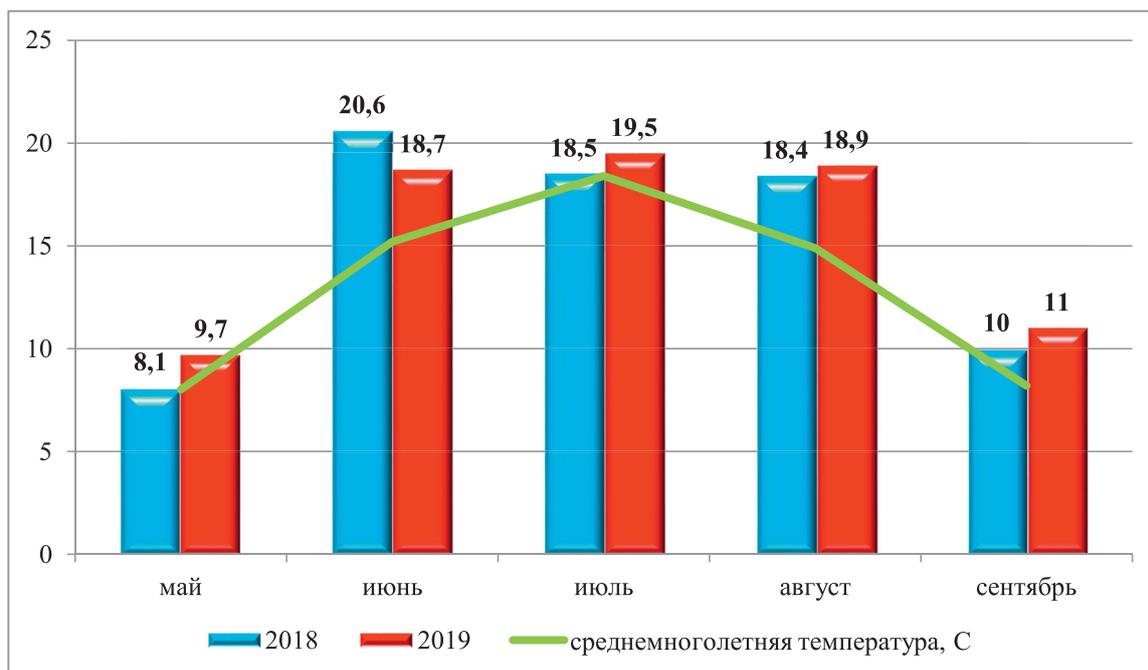


Рис. 1. Среднесуточная температура вегетационного периода
 Fig. 1. The average daily temperature of the growing season

зуются высоким и средним содержанием гумуса (9,1–5,1%), нейтральной реакцией среды (pH_{H_2O} – 6,6–6,8), высокой суммой обменных оснований (44–62 мг-экв/100 г). В пахотном слое черноземов содержится 141,9–233,0 мг/кг P_2O_5 , 229,0–234,2 мг/кг K_2O . При этом отметим, что среди масличных капустных куль-

тюля соответствовала среднемноголетним параметрам, осадков выпало в 2 раза меньше среднемноголетней величины. Август также характеризовался засушливыми условиями (осадков выпало в 3 раза меньше нормы) с повышенной температурой.

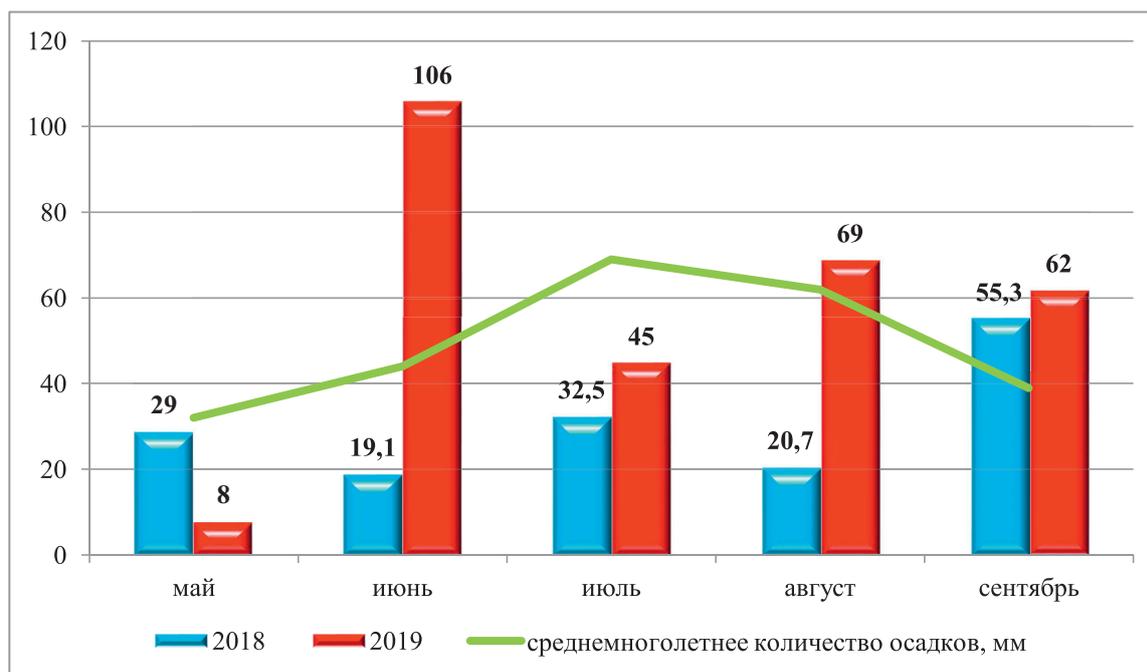


Рис. 2. Количество осадков
Fig. 2. Amount of precipitation

Период с мая по сентябрь 2019 г. был избыточно обеспечен теплом. Максимальное превышение нормы температур, составившее 3,5°C и 4°C, зафиксировано в июне и августе соответственно. Количество выпавших осадков превысило многолетнюю норму на 112 %, составив 275 мм. При этом распределение осадков было крайне неравномерным. Дефицит увлажнения наблюдался в мае и июле; в августе установлено незначительное превышение климатической нормы. В июне осадков выпало в 1,7 раза больше нормы. Однако 78 % осадков месяца (60 мм) пришлось на 24–25 июня. До этой даты период был очень засушливым, а семена, попавшие в верхний слой почвы, с глубины 2–3 см не прорастали, и их всходы появились только в конце июня. В связи с этим созревание у многих гибридов было неравномерным.

Гибриды рапса были высеяны в начале третьей декады мая по паровому предшественнику, агротехника опыта соответствовала зональным рекомендациям [6]. Сохранность растений определяли как отношение количества растений перед уборкой к

взошедшим растениям, выражая показатель в процентах. Фактический урожай учитывали в первой декаде октября селекционным комбайном TERRION 2010. Урожайность приводили к 12%-й влажности (ГОСТ 10583-76) [9] и 100%-й физической чистоте.

Статистическая обработка полученных результатов проведена методами дисперсионного анализа и описательной статистики с использованием программы Microsoft Excel XP.

Объекты исследований – гибриды первого поколения ярового рапса немецкой селекции: Сальса КЛ, Кюрри КЛ, Культус КЛ, Люмэн.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Слагаемые урожайности ярового рапса состоят из таких показателей, как сохранность растений к уборке, количество плодов на растении, количество семян в стручке и масса 1000 семян [10].

В Сибири, в условиях резко-континентального климата, выживаемость растений к уборке является важным параметром, харак-

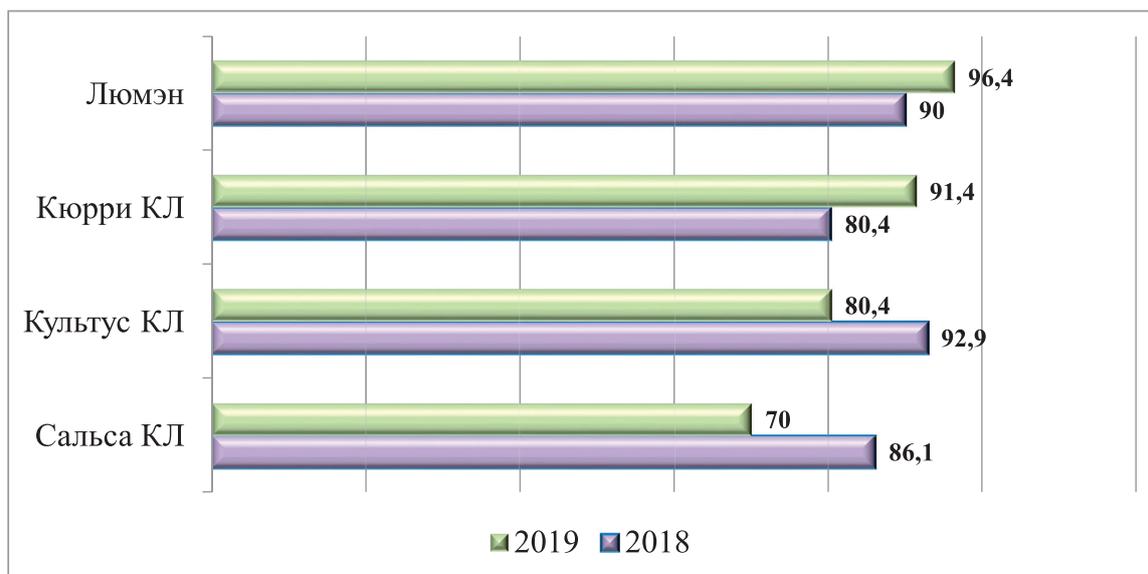


Рис. 3. Сохранность растений ярового рапса к уборке, %
 Fig. 3. Conservation of spring rape plants for harvesting, %

теризующим адаптационный потенциал гибрида. Риски гибели растений ярового рапса на первых этапах органогенеза достаточно высокие. Как любая мелкосемянная культура, в фазу всходов рапс имеет очень незначительные морфометрические величины семядольных листочков и осевого корешка, что делает растение очень уязвимым перед неблагоприятными факторами абиотической (дефицит влаги, высокие температуры) и биотической среды (сорные растения, вредители крестоцветных культур). Выпады растений могут наблюдаться и в течение дальнейшей вегетации.

Норма высева семян всех гибридов была идентична – 70 всхожих семян на 1 м². Майские осадки 2018 г. обеспечили дружные всходы культуры. Выживаемость растений зависела от биологических особенностей гибрида и от погодных условий начала вегетационного периода. Учёт сохранности растений рапса к уборке показал, что выпады растений были незначительные (рис. 3). У F₁ Люмэн сохранилось 90% растений, у F₁ Культус КЛ – 92,9%. Несколько ниже показатели у гибридов Кюрри КЛ и Сальса КЛ – 80,4 и 86,1% соответственно.

Как отмечают Д. Шпаар и др. [11], корень у рапса стержневой, хорошо развиты боковые корни, при соответствующих почвенных условиях достигает глубины 2 м и более. Мощная корневая система, охватывающая большой объем почвы, включая нижние слои, способствует успешному противостоянию стрессовым условиям окружающей среды и формированию хорошего урожая.

Дефицит влаги в период появления всходов рапса в 2019 г. оказал влияние на сохранность растений. Вариабельность показателя увеличилась: от 70% сохранившихся растений у гибрида Сальса КЛ до 96,4% у гибрида Люмэн.

В целом за 2 года наблюдений лучшая устойчивость к стресс-факторам выражена у F₁ Люмэн – по годам исследований к уборке сохранялось не менее 90 % растений. Амплитуда отклика растений F₁ Сальса КЛ на напряженность условий вегетации наиболее широкая – 16,1%.

Плоды рапса (стручки) – важный элемент продукционного процесса. Существует прямая взаимосвязь между их количеством и урожайностью. Чем больше стручков, тем больше маслосемян формируется на одном растении. Но кроме этого, стручок, как и

другие поверхностные части растения, является донором фотосинтеза. По данным А.А. Карпачева, И.О. Пастухова [12], через 2 недели после окончания цветения, благодаря лучшей освещенности, ассимиляция органического вещества через поверхность стручков превосходит фотосинтетическую активность листового аппарата.

Первый год изучения гибридов показал, что максимальное количество плодов на растении получено у гибрида Люмэн – 169 шт. (табл. 1). У остальных гибридов генеративных образований сформировалось меньше. На следующий год наблюдений у гибридов Сальса КЛ, Культус КЛ, Кюрри КЛ завязываемость плодов увеличилась. Наибольший показатель у F₁ Сальса КЛ – по 240 стручков на каждом растении. В среднем за период наблюдений у гибридов Культус КЛ, Кюрри КЛ и Люмэн плодообразование зафиксировано на одном уровне – 142, 139 и 149 стручков

2019 г. Меньшая озерненность у F₁ Люмэн – 22–24 шт. в зависимости от года наблюдений.

Крупность семян ярового рапса варьирует от 3 до 5 г, что связано с биологией сорта или гибрида, а также гидротермическим режимом периода налива зерна. Наиболее полновесные маслосемена образовались в 2018 г. Масса 1000 семян у гибридов Сальса КЛ и Кюрри КЛ составила по 4,5 г, у гибрида Люмэн – 4,4 г. Это говорит о реализации генетического потенциала данных гибридов в части роста и развития семян. Вегетативный период 2019 г. сложился менее благоприятно для формирования морфологических параметров маслосемян и масса 1000 семян снизилась по всем изучаемым гибридам. Наиболее крупные семена получены у гибрида Люмэн – 3,4 г, но показатель ниже уровня предыдущего года на 22,7 процентных пункта (п.п.). На 33,3 и 34,2 п.п. меньше масса семян у гибридов Кюрри КЛ и Культус КЛ. Наибольшая разница между

Таблица 1

Структура урожая гибридов ярового рапса
Yield structure of spring rape hybrids

Гибрид	Плодов на растении, шт.		Семян в стручке, шт.		Масса 1000 семян, г	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Сальса КЛ	163	240	26	27	4,5	2,3
Культус КЛ	140	143	27	31	3,8	2,5
Кюрри КЛ	113	164	31	32	4,5	3,0
Люмэн	169	129	22	24	4,4	3,4

соответственно. Из этого ряда выделяется гибрид Сальса КЛ, у которого образовалось по 202 стручка на каждом растении.

У ярового рапса в стручке может насчитываться до 40 шт. семян. Количество семян в стручке в большей степени зависело от генотипических особенностей гибрида, чем от погодных условий периода опыления. Наибольшее количество семян насчитывалось у F₁ Кюрри КЛ – в каждом стручке сформировалось по 31 шт. в 2018 г. и по 32 шт. в

массой маслосемян за два года наблюдений отмечена у гибрида Сальса КЛ: снижение показателя составило 49 п.п. относительно благоприятного 2019 г. Вероятно, это обусловлено не только общей тенденцией несоответствия абиотических условий требованиям культуры в данную фазу развития культуры, но и существенным увеличением количества стручков на растении (на 47,2% больше, чем в 2018 г.). Среднее количество семян с одного растения у F₁ Люмэн составило 3096 шт., у F₁ Сальса КЛ в 2,1 раза больше – 6480, т. е. для

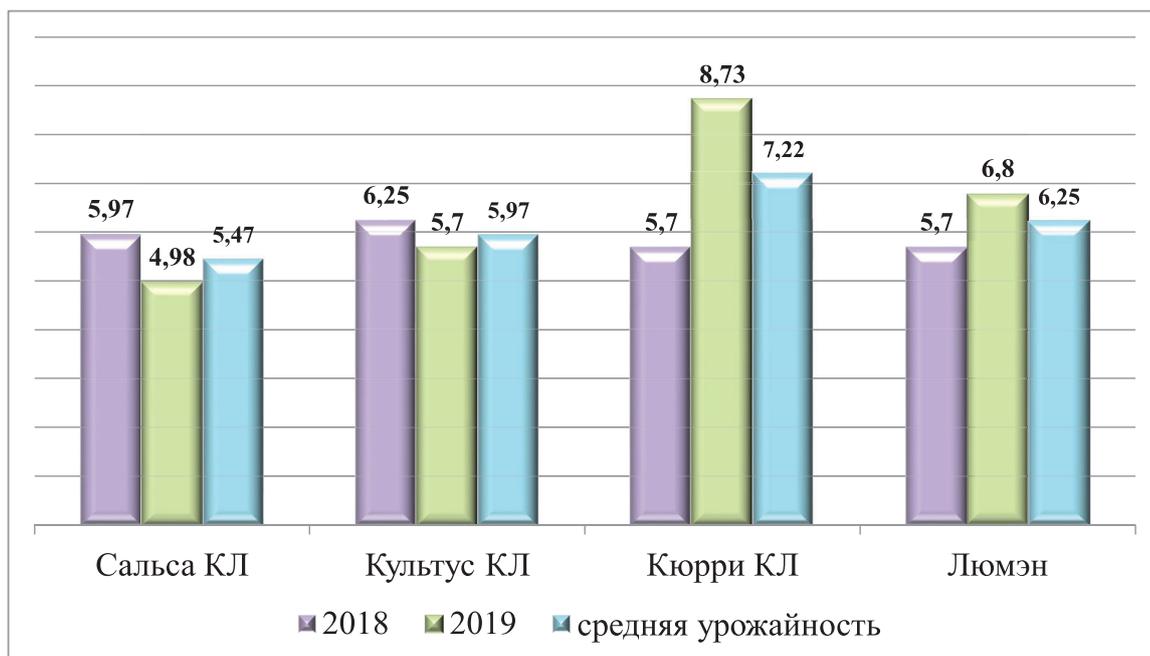


Рис. 4. Урожайность маслосемян ярового рапса, т/га
 Fig. 4. The yield of oilseeds of spring rape, t/ha

обеспечения полноценного налива большого количества маслосемян гибриду Сальса КЛ потребовалось больше ресурсов.

Среднестатистическая урожайность маслосемян ярового рапса в регионе не превышает 2 т/га. Все изучаемые гибриды высокопродуктивны. Использование эффекта гетерозиса

гибридов рапса, по результатам исследований А.А. Карпачева, И.О. Пастухова [12], обеспечивает прибавку продуктивности в пределах 20–60%. Кроме того, А. Viabani et al. [13] показывают, что при создании современных высокоурожайных сортов (гибридов) рапса учитываются взаимосвязи между физиологиче-

Таблица 2

Матрица коэффициентов корреляции*, F₁ Сальса КЛ, 2018–2019 гг.

Correlation coefficient matrix, F₁ Salsa KL, 2018–2019

Показатель	Сохранность растений к уборке, %	Количество плодов на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Сохранность растений к уборке, %	1				
Количество плодов на растении, шт.	-0,90444	1			
Количество семян в стручке, шт.	-0,4055	0,376624	1		
Масса 1000 семян, г	0,969297	-0,88774	-0,26149	1	
Биологическая урожайность, т/га	0,874456	-0,73797	0,063035	0,919979	1

*Коэффициенты достоверны при n-1 = 6, r ± 0,707.

скими признаками, включая эффективность использования радиации, и компонентами продуктивности. Различия в урожайности маслосемян у объектов исследования в 2018 г. составили 0,55 т/га (рис. 4). Наибольшая урожайность в условиях недостатка влаги в течение вегетационного периода получена у гибрида Культус КЛ – 6,25 т/га, наименьшая – у гибридов Кюрри КЛ и Люмэн – по 5,7 т/га.

Варьирование показателя в 2019 г. более широкое – 3,75 т/га. Максимальная урожайность отмечена у F₁ Кюрри КЛ – 8,73 т/га, урожайность F₁ Сальса КЛ несколько ниже, чем у других гибридов, – 4,98 т/га.

Сравнивая продуктивность ярового рапса по гибридам за два года наблюдений, отметим более стабильную урожайность F₁ Культус и F₁ Сальса КЛ, у которых различия в урожайности маслосемян составили 0,55 и 0,99 т/га соответственно.

Расчет коэффициентов корреляции показал у гибридов Сальса КЛ и Культус КЛ сильную положительную связь влияния на биологическую урожайность сохранности растений к уборке и массы 1000 семян (табл. 2 и 3).

У гибрида Кюрри КЛ обнаружены сильные положительные связи влияния на фор-

мирование биологической урожайности таких параметров, как сохранность растений к уборке, количество плодов на растении и сильная отрицательная связь с показателем массы 1000 семян (табл. 4). Сильные положительные связи между биологической урожайностью и количеством плодов на растении, а также массой 1000 семян наблюдались у гибрида Люмен, сильное отрицательное влияние оказала сохранность растений к уборке (табл. 5).

Из четырех изучаемых гибридов у гибридов Сальса КЛ, Культус КЛ и Кюрри КЛ выявлены сильные положительные связи влияния на урожайность маслосемян сохранности растений к уборке. При этом отметим, что это взаимодействие не трактуется однозначно. По материалам О.В. Ашаевой и др. [14], выпадения растений существенно влияют на урожайность семян. По данным же Y.C. Menendez et al. [15], рапс имеет совершенно иную структуру растения по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами. Плотность растений определяет вегетативную архитектуру. При меньшей плотности растений на единице площади стебель рапса больше ветвится, и наоборот. В итоге за счет способно-

Таблица 3

Матрица коэффициентов корреляции, F₁ Культус КЛ, 2018–2019 гг.

Matrix of correlation coefficients, F₁ Cultus CL, 2018–2019

Показатель	Сохранность растений к уборке, %	Количество плодов на растении, шт	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Сохранность растений к уборке, %	1				
Количество плодов на растении, шт.	-0,1809	1			
Количество семян в стручке, шт.	-0,85355	0,211673	1		
Масса 1000 семян, г	0,950204	-0,36697	-0,90222	1	
Биологическая урожайность, т/га	0,974815	-0,32104	-0,83179	0,982905	1

Таблица 4

Матрица коэффициентов корреляции, F₁ Кюрри КЛ, 2018–2019 гг.

Correlation coefficient matrix, F₁ Currie KL, 2018–2019

Показатель	Сохранность растений к уборке, %	Количество плодов на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Сохранность растений к уборке, %	1				
Количество плодов на растении, шт.	0,772045	1			
Количество семян в стручке, шт.	0,261859	0,384488	1		
Масса 1000 семян, г	-0,79236	-0,99406	-0,45241	1	
Биологическая урожайность, т/га	0,972506	0,810855	0,30377	-0,8203	1

Таблица 5

Матрица коэффициентов корреляции, F₁ Люмэн, 2018–2019 гг.

Correlation coefficient matrix, F₁ Lumen, 2018–2019

Показатель	Сохранность растений к уборке, %	Количество плодов на растении, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
Сохранность растений к уборке, %	1				
Количество плодов на растении, шт.	-0,81964	1			
Количество семян в стручке, шт.	0,744385	-0,69616	1		
Масса 1000 семян, г	-0,91462	0,851097	-0,74589	1	
Биологическая урожайность, т/га	-0,81303	0,931629	-0,48309	0,874021	1

сти главного стебля регулировать ветвление в зависимости от густоты стояния гибриды рапса имеют возможность реализации генетического потенциала по урожайности.

ВЫВОДЫ

1. Исследования семенной продуктивности гибридов ярового рапса Сальса КЛ, Культус КЛ, Кюрри КЛ и Люмэн в Красноярской лесостепи показали высокий адаптационный потенциал к почвенно-кли-

матическим условиям региона, обеспечивший урожай маслосемян на уровне 5–8 т/га.

2. Более стабильную урожайность по годам исследований показали F₁ Культус КЛ и F₁ Сальса КЛ.

Результаты получены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту «Создание комплексного высокотехнологического производства растительного масличного сырья и продуктов его переработки в условиях Сибири».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юрко Е. На пике цен // Новое сельское хозяйство. – 2021. – №1. – С. 36.
2. Бауер У.В. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет использования биотоплива на основе рапсового масла // Вестник НГАУ. – 2014. – №1. – С. 100–104.
3. Рапс яровой в одновидовых и поливидовых посевах с мятликовыми культурами / О.Т. Андреева, Н.Г. Пилипенко, Л.П. Сидорова, Н.Ю. Харченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 41–48.
4. Сагирова Р.А. Перспективы возделывания масличных культур семейства капустные (Brassicaceae) в Иркутской области // Новые сорта и инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – основа повышения эффективности сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 53–59.
5. Рапс яровой: этапы рапсосеяния и перспективы производства маслосемян / Н.И. Кашеваров, Р.Б. Нурлыгаянов, В.П. Данилов, О.М. Поцелуев, А.Н. Карома // Адаптивное кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 22–27.
6. Современные технологии возделывания ярового рапса: науч.-практ. изд. / В.Л. Бопп, И.А. Васильев, А.А. Васильев, О.Н. Вебер, А.В. Коломейцев, Н.Л. Кураченко, А.А. Потехин, В.Ю. Соколов, Д.Н. Ступницкий, А.Н. Халипский, А.А. Чураков. – Красноярск, 2020. – 70 с.
7. Humus Substances Content in Agrochernozeams using for Cultivation of Oilseeds in the Kansk Forest-Steppe / O.A. Vlasenko, N.L. Kurachenko, O.A. Ulyanova, V.V. Kazanov, F.Kh. Khalilzoda // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2020. – С. 62043.
8. Кураченко Н.Л., Халипский А.Н., Казанов В.В. Влияние микробиологического удобрения «Азофит» на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность рапса, возделываемого на маслосемена // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 3 (144). – С. 22–28.
9. ГОСТ 10583-76. Рапс для промышленной переработки. Технические условия. – М., 1976.
10. Сатубалдин К.К. Обоснование основных элементов технологии возделывания рапса и сурепицы на Среднем Урале. – Екатеринбург, 2004. – 294 с.
11. Рапс и сурепица (Выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: DLV Агродело, 2007. – 320 с.
12. Карпачев А.А., Пастухов И.О. Агробиологическая характеристика гибридов F₁ // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур: сб. науч. докл. на Междунар. координац. совещ. по рапсу. – 2015. – С. 74–79.
13. Physiological traits, yield, and yield components relationship in winter and spring canola / A. Biabani, A. Foroughi, A.R. Karizaki [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2021. – Т. 101, N 8. – С. 3518–3528.
14. Ашаева О.В., Коблова И.С., Балуев Ю.С. Влияние сроков посева на урожайность семян ярового рапса // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4. – С. 13–17.
15. Unraveling the impact on agronomic traits of the genetic architecture underlying plant-density responses in canola / Y.C. Menendez, D.H. Sanchez, R.J. Snowdon [et al.] // Journal of Experimental Botany. – 2021. – Т. 72, N15. – С. 5426–5441.

REFERENCES

1. Yurko E., *Novoe selskoe hozajstvo*, 2021, No. 1, pp. 36. (In Russ.)
2. Bauer W.W., *Vestnik NSAU*, 2014, No. 1, pp. 100–104. (In Russ.)
3. Andreeva O.T., Pilipenko N.G., Sidorova L.P., Kharchenko N.Yu., *Sibirskij vestnik sel'skhozajstvennoj nauki*, 2019, Vol. 49, No. 2, pp. 41–48. (In Russ.)
4. Sagirova R.A. *Novye sorta i innovatsionnye tekhnologii vozdelevaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur - osnova povysheniya effektivnosti sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva* (New varieties and innovative

- technologies for the cultivation of agricultural crops – the basis for increasing the efficiency of agricultural production), Materials of the international. scientific-practical Conf., 2019, pp. 53–59. (In Russ.)
5. Kashevarov NI, Nurlygayanov RB, Danilov VP, Potseluev OM, Karoma AN., *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2014, No. 1, pp. 22–27. (In Russ.)
 6. Bopp V.L., Vasiliev I.A., Vasiliev A.A., Weber O.N., Kolomeytsev A.V., Kurachenko N.L., Potekhin A.A., Sokolov V.Yu., Stupnitsky D.N., Khalipsky A.N., Churakov A.A., *Sovremennye tekhnologii vozdeliyaniya yarovogo rapsa* (Modern technologies of cultivation of spring rapeseed), Krasnoyarsk, 2020, 70 p.
 7. Vlasenko O.A., Kurachenko N.L., Ulyanova O.A., Kazanov V.V., Khalilzoda F.Kh., *Humus Substances Content in Agrochernozems using for Cultivation of Oilseeds in the Kansk Forest-Steppe*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, 2020, pp. 62043.
 8. Kurachenko N.L., Khalipsky A.N., Kazanov V.V., *Vestnik KrasGAU*, 2019, No. 3 (144), pp. 22–28. (In Russ.)
 9. GOST 10583-76, *Raps dlya promyshlennoy pererabotki. Tekhnicheskie usloviya* (Rapeseed for industrial processing. Technical conditions), Moscow, 1976.
 10. Satubaldin K.K., *Obosnovanie osnovnykh elementov tekhnologii vozdeliyaniya rapsa i surepitsy na Srednem Urale* (Substantiation of the main elements of the technology of cultivation of rapeseed and rapeseed in the Middle Urals), Ekaterinburg, 2004, 294 p.
 11. Shpaar D. et al., *Raps i surepitsa* (Vyrashchivanie, uborka, ispol'zovanie) (Rape and rapeseed (Cultivation, harvesting, use)), Moscow: ID LLC DLV Agrodelo, 2007, 320 p.
 12. Karpachev A.A., Pastukhov I.O., *Povyshenie effektivnosti seleksii, semenovodstva i tekhnologii vozdeliyaniya rapsa i drugikh maslichnykh kapustnykh kul'tur* (Increasing the efficiency of selection, seed production and cultivation technology of rapeseed and other oilseed cabbage crops), Sat. scientific. report at the International Coordination Meeting on rapeseed, 2015, pp. 74–79. (In Russ.)
 13. Biabani A., Foroughi A., Karizaki A.R., Rassam G.A., Hashemi M., Afshar R.K., Physiological traits, yield, and yield components relationship in winter and spring canola, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021, T. 101, No. 8, pp. 3518–3528.
 14. Ashaeva O.V., Kablova I.S., Baluev Yu.S., *Vestnik Nizhegorodskoi gosudarstvennoi srslskohozajstvennoj akademii*, 2016, No. 4, pp. 13-17. (In Russ.)
 15. Menendez Y.C., Sanchez D.H., Snowdon R.J., Rondanini D.P., Botto J.F., Unraveling the impact on agronomic traits of the genetic architecture underlying plant-density responses in canola, *Journal of Experimental Botany*, 2021, T. 72, No. 15, pp. 5426–5441.