

ANALYSIS OF SPRING RAPESEED LINES IN ARID CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN**Ten E.**

*Master of Agronomy, postgraduate student,
Head of the laboratory of selection
of legumes and oilseeds
of the LLP "SPCGF named after A.I. Baraev",
Nauchny village, Republic of Kazakhstan,*

Oshergina I.

*Master of Agronomy, postgraduate student,
Head of the Department of selection
of legumes, grain fodder,
oilseeds and cereals
of the LLP "SPCGF named after A.I. Baraev",
Nauchny village, Republic of Kazakhstan,*

Kradetskaya O.

*specialist in agroecology,
researcher at the Laboratory
of Biochemistry and Seed Quality
of the LLP "SPCGF named after A.I. Baraev",
Nauchny village, Republic of Kazakhstan,*

АНАЛИЗ ЛИНИЙ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**Тен Е.А.**

*магистр агрономии, аспирант,
заведующий лабораторией селекции
зернобобовых и масличных культур
ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева»,
посёлок Научный, Республика Казахстан,*

Ошергина И.П.

*магистр агрономии, аспирант,
заведующий отделом селекции
зернобобовых, зернофуражных,
масличных и крупяных культур
ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева»,
посёлок Научный, Республика Казахстан,*

Крадецкая О.О.

*специалист агроэкологии,
научный сотрудник лаборатории
биохимии и качества семян
ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева»,
посёлок Научный, Республика Казахстан,
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13768186>*

Abstract

The article presents observations of the lines of spring rapeseed in the nursery of competitive variety testing, created by classical breeding methods for 2022, 2023. The observations were carried out in the Akmola region, the Northern region of the Republic of Kazakhstan, at the experimental sites of the limited liability partnership "Scientific and Production Center of Grain Farming named after A.I. Baraev" (LLP "SPCGF named after A.I. Baraev") in humidified conditions in the presence of both soil and air drought (hydrothermal coefficient in 2022 – 0.46, in 2023 – 0.13). In-house and field data on seed energy and germination were analyzed. The paper considers the growing season in relation to the SCC, as well as the correlation between the main signs of productivity and yield. Lines with high resistance to adverse factors (drought and stress resistance, resistance to shedding and lodging) with high quality indicators of manufactured products have been identified and analyzed.

Аннотация

В статье представлены наблюдения за линиями ярового рапса в питомнике конкурсного сортоиспытания, созданными классическими методами селекции за 2022, 2023 годы. Наблюдения проводились в Актмолинской области, Северного региона Республики Казахстан, на опытных участках товарищества с ограниченной ответственностью «Научно производственного центра зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева») в условиях увлажненного фона при наличии как почвенной, так и воз-

душной засухи (гидротермический коэффициент в 2022 г. – 0,46, в 2023 г – 0,13). Проанализированы камеральные и полевые данные по энергии и всхожести семян. В работе рассмотрен вегетационный период в отношении к ГТК, а также корреляционная зависимость основных признаков продуктивности к урожайности. Выявлены и проанализированы линии с высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам (засуха и стрессоустойчивость, устойчивость к осыпанию и полеганию), обладающие высокими показателями качества произведенной продукции.

Keywords: lines, spring rape, growing season, yield, productivity, resistance to precipitation and drought, quality.

Ключевые слова: линии, яровой рапс, вегетационный период, урожайность, продуктивность, устойчивость к осыпанию и засухе, качество.

Information about financing: *The work was carried out within the framework of Program-targeted financing of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan under budget program 267, BR -22885857 Creation and introduction into production of highly productive varieties and hybrids of oilseeds, cereals, in order to ensure food security of Kazakhstan.*

Информация о финансировании: *Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования МСХ РК по бюджетной программе 267, BR -22885857 Создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов и гибридов масличных, крупяных культур, с целью обеспечения продовольственной безопасности Казахстана.*

Яровой рапс (*Brassica napus* L.) является третьим по значимости источником растительного масла в мире после соевого и пальмового [1, с. 1; 2, с. 763].

Внедрение урожайных сортов и гибридов как ярового, так и озимого рапса в структуру севооборота экономически эффективно, а высокая продуктивность сорта обуславливается соответствием его ритма развития с условиями региона возделывания и ходу метеорологических факторов [3, с. 152]. Создание безруковых сортов сделало рапс одним из основных источников растительного масла на мировом рынке с постоянной тенденцией к увеличению его доли в производстве масличных культур [4, с. 131].

Ключевой предпосылкой получения высоких и стабильных урожаев рапса в различных странах является правильный выбор сорта, который должен отвечать современным климатическим реалиям и быть хорошо адаптированным ко всем неблагоприятным факторам [5, с. 161]. Селекция на адаптивность предполагает повышение неспецифической устойчивости созданной линии к неблагоприятным экологическим факторам, включающим в себя не только высокие температуры, дефицит влаги, но и низкую обеспеченность питательными веществами [6, с. 36; 7, с. 4].

Так же не мало важную роль в современных условиях интенсификации производства и экономии энергоресурсов играет селекция на скороспелость [8, с. 5; 9, с. 13].

По данным Hossain S. с соавторами качество масла у скороспелых сортов рапса выше, поскольку незрелые семена содержат много хлорофилла и свободных жирных кислот, что снижает качества масличного сырья. Для полного цикла производства требуются и неполегающие низкорослые сорта с устойчивыми к растрескиванию стручков. Вследствие полегания растений и растрескивания стручков возможны потери до 25–50% урожая [10, с. 324].

Еще одной важной задачей селекции рапса является улучшение жирнокислотного состава: повышение количества олеиновой и снижение линолевой и линоленовой кислот, быстро окисляющихся на воздухе. Для повышения питательной ценности рапсовых семян и концентрированных кормов с их участием актуально уменьшение содержания клетчатки, снижающей переваримость и усвояемость кормов, особенно у моногастричных животных

Так же рапс – важный резерв увеличения производства высокобелковых кормов. Семена рапса богаты жиром (40–49%) и подходят для производства пищевого масла. Его также можно использовать в качестве корма для животных из-за высокого содержания белка, а также в промышленных целях, таких как высококачественная смазка [11, с. 28; 12, с. 192].

Рапс широко используется в системе зеленого конвейера в качестве поукосных и пожнивных культур, в виду облегченного силосования, а также рапс хороший предшественник для последующих культур [13, с. 13; 14, с. 219], который, к тому же является хорошим медоносом (дает до 90 кг/га меда) [15].

Растения ярового рапса часто страдают от биотических и абиотических стрессовых факторов, которые оказывают большое влияние на рост растений. Биологический и абиотический стресс обычно взаимосвязаны и вместе влияют на высоту растений и их полноценного развития [16, с. 242]. Кроме того, высокая температура, недостаток тепла, засуха, соль, дефицит питательных веществ, токсичность тяжелых металлов и другие абиотические стрессы оказывают критическое влияние на урожайность и качество сельскохозяйственных культур [17, с. 3]. Как мы знаем, в последние десятилетия глобальное потепление стало важным фактором, способствующим возникновению экстремальных погодных условий.

Экстремально высокие температуры стали обычным явлением, усиливая абиотические и биотические стрессы, влияя на развитие растений

рапса и приостанавливая запуск новых сортов в массовое производство [18].

Целью работы было изучение и оценка лучших линий ярового рапса по величине формирования урожайности.

Материалы и методы исследования. Для достижения поставленной цели проведены исследования по изучению ярового рапса в Республике Казахстан, Акмолинской области, Шортандинском районе, на опытном участке ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» в 2022- 2023 гг. Изучаемый питомник, конкурсного сортоиспытания, размещался в условиях увлажненного фона (опытный участок 23 га, со всех сторон обнесенный лесозаградительной полосой, что способствует большему накоплению и сохранению осенне-зимних осадков), предшественник – чистый пар. Изучение проходят 35 образцов, сорт стандарт – Майкұдық. Методы исследований – лабораторные и полевые опыты. Подготовка поля и закладка опытов проводилась по соответствующим рекомендациям, разработанным в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» [19, с. 35; 20, с 24].

Технология подготовки чистого пара заключалась в сезонной обработке почвы после массового отрастания сорняков орудием КПШ-3 на глубину от 7 до 9 см. Вторая и третья обработки плоскорезом КПШ-11, по мере отрастания сорняков, на глубину 14-17 и 19- 22 см соответственно.

Весовая норма высева определялась с учетом проведенной лабораторной всхожести определённой по ГОСТ 12038-84 исходя из массы 1000 семян, определенной по ГОСТ 12042. Норма высева ярового рапса составляла 150 шт/м² или 1,5 млн/га. Повторность опыта четырехкратная.

Предпосевная обработка. Ранневесенняя обработка проводилась орудием Сатрос на глубину не превышающую 6 см с целью закрытия влаги. Предпосевная обработка почвы проводилась двухсцепочным орудием СЗС 2.1. Перед посевом ярового рапса проводилось перед посевное выравнивание почвы с помощью кольчатых катков агрегатированным с трактором МТЗ 82.1. После посева – повторное прикатывание.

Посев питомника рапса осуществлен сеялкой ССФК-7 в 2022 г - 24 мая, в 2023 г – 18 мая на глубину заделки семян 3-4 см. Всходы в 2022 году

были отмечены 31 мая, в 2023 г. – 28 мая. Площадь делянок питомника составляла 24 м², учетная площадь составила 22,7 м².

Химическая защита рапса по фазам вегетации проведена инсектицидами: Энжио 247 (0,15л/га), Каратэ 050, к.э. с нормой расхода 0,1-0,15 л/га., Бореи Нео (0,2 л/га), Вантекс (0,083 л/га), Бискайя (0,3 л/га) + прилипатель Тренд 90 (100мл/100л воды).

Фенологические наблюдения проводились в основные фазы роста и развития растений.

Скрещивания осуществлялись по методике, описанной Дорофеевым, Лаптевым и Чекалиным [21, с. 101].

Проведение структурного анализа. Для определения структуры урожая рапса нами до уборки отбирались снопы по 25 растений в каждом с трех повторностей с целью дальнейшего анализа в лабораторных условиях, учет признаков и свойств проводился по наиболее типичным для отобранных образцов растениям.

Уборка ярового рапса проводилась напрямую селекционным комбайном Wintersreiger Classic в период достижения полного созревания образцов, т.е. физиологической спелости, при достижении семян 11-12 % влажности. Определялась масса 1000 семян по ГОСТ 12042.

Определение жира методом Рушковского, используя аппарат Сожелета [22, с. 4].

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась по программе «AGROS» модифицированной С.П. Мартыновым [23] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Метеорологические и почвенные показатели за изучаемый период 2022, 2023 гг. В 2022 и 2023 гг. температура воздуха в мае не поднималась выше 16,0°C, осадков выпало в 2022 г 16,9 мм, а в 2023 г – незначительные 2,5мм.

В Июне наблюдались повышенные температуры воздуха, так в 2022 -2023 гг., в сравнении со среднемноголетними данными (18,3 °C), превышение составило около 2,0 °C. Осадки июня составили в 2022 – 22,2 мм, в 2023 г – 13,2 мм (Рис. 1).

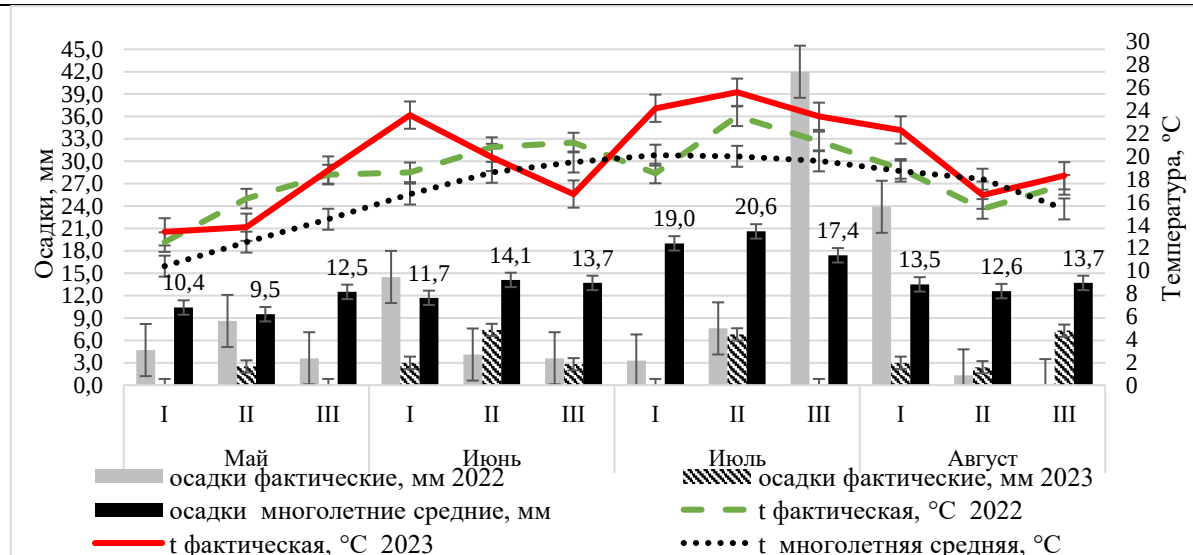


Рис. 1. Температурный режим и осадки вегетационных периодов 2022, 2023 гг.

В Июле зафиксированы повышенные температуры воздуха, превышение, в сравнении со средне-многолетними значениями, составило от 1,2 °C в 2022 до 4,5 °C в 2023 г. Увлажнение в этом месяце в 2022 г – 52,9 и в 2023 г – 6,8 мм, причем в 2022 г в третьей декаде месяца выпало 42 мм осадков, этот фактор позволил растениям вторично зацвести, что способствовало затягиванию вегетационного периода.

В августе нами так же были фиксированы повышенные температуры в 2023 г. (19,0 °C), в то время как в 2022 г температура не поднималась выше 17,2 °C, что ниже многолетних значений на 0,2 °C. Осадков, в среднем выпало в 2022 г – 25,2 мм, в 2023 г незначительные 12,7 мм., но эти осадки выпали в виде крупного града, произошло обрушение стручков ярового рапса от 40 до 60 % от общей массы. Этот фактор негативно отразился на конечном итоге – урожае.

В целом изучаемый период 2022, 2023 гг. охарактеризуется как засушливый, гидротермический коэффициент (далее ГТК) составил в 2022 г. – 0,46, в 2023 г -0,13.

Ученые Suzuki N и Карпачев В.В. сошлись во мнениях, что формирование урожайности и других признаков рапса зависит не только от генотипа растения, но и от погодных условий, и с изменением

климата влияние засушливых условий на рост рапса становится все более сильнее, а реакции растений на температурный стресс становятся все более актуальным направлением для исследований [24, с. 29; 25, с. 34].

Результаты и обсуждения. В питомнике конкурсного сортоиспытания изучено 35 линий, созданных методами классической селекции в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Для сравнения в питомнике был высеян сорт стандарт местной селекции – Майкұдық. Показатели лабораторной и полевой всхожести образцов в КСИ отличались незначительно, так в засушливых условиях посевного периода изучаемых лет всхожесть была высокой. Энергию прорастания семян считали на 3 сутки, в 2022 году у растений рапса она составила 95,5 %, в 2023 г – 94,8 % (Табл. 1).

Проанализированная лабораторная всхожесть у линий рапса в изучаемые годы была близка к 100 % (2022 г – 99,2%, 2023 г – 98,8 %). В среднем изучаемые линии отмечают высокой силой прорастания (99,0 %). Так, на 1 м² в полевых условиях 2022 г отмечено в среднем 89,3 % всхожих семян, в то время как в острозасушливом 2023 г этот показатель незначительно уступил предыдущему году и составил 89,0 %.

Таблица 1. Энергия прорастания, лабораторная и полевая всхожесть выделившихся линий ярового рапса, 2022, 2023 гг., в %.

Название линии	2022 г.			2023 г.			Среднее		
	энергия прорастания (лабораторная)	всхожесть		энергия прорастания (лабораторная)	всхожесть		энергия прорастания (лабораторная)	всхожесть	
		лабораторная	полевая		лабораторная	полевая		лабораторная	полевая
Майкудык, ст.	97	99	89	95	97	86	96,0	98,0	87,5
15-10	93	100	87	94	99	88	93,5	99,5	87,5
56-06	95	100	89	97	100	89	96,0	100,0	89,0
39-10	96	98	90	92	100	90	94,0	99,0	90,0
32-10	94	98	91	90	99	90	92,0	98,5	90,5
18-10	98	100	90	97	98	92	97,5	99,0	91,0
среднее	95,5	99,2	89,3	94,2	98,8	89,0	94,8	99,0	89,3

Корреляционная зависимость всхожести от ГТК в 2022 г была низкой отрицательной и составила $r = -0,094$, коэффициент детерминации 0,009, в 2023 году положительной – $r = 0,253$, коэффициент детерминации 0,064.

Вегетационный период 2022-2023 гг. в среднем был 100 суток, и варьировал от 99 (линия 56-06) до 103 суток (линия 32-10) (КВ, $V=1,32\%$, дисперсия $s^2 = 1,0$).

Учитывая немногочисленные выпавшие осадки в 2022 г цветение ярового рапса наступило,

с среднем по питомнику на 29 суток после всходов с варьированием по питомнику от 27 суток (Линия 15-10) до 31 суток (Линии 39-10 и 32-10), коэффициент вариации 5,57 %. В целом цветение по линиям было дружным. В 2023 году цветение растений рапса было затянутым, в виду наличия как почвенной, так и воздушной засухи и составило, в среднем 35 суток при варьировании от 30 суток (Линия 18-10) до 39 суток (Линия 32-10), коэффициент вариации составил 8,52 %, цветение было менее дружным по сравнению с годом ранее (Табл. 2).

Таблица 2. Характеристика наиболее скороспелых линий рапса.

Генотип	Вегетационный период от до, суток					
	всходы-цветение			всходы-созревание		
	2022 г	2023 г	среднее	2022 г	2023 г	среднее
Майкудык, стандарт	28	37	33	115	86	101
15-10	27	36	32	116	86	101
56-06	29	35	32	114	84	99
39-10	31	35	33	116	86	101
32-10	31	39	35	116	90	103
18-10	30	30	30	115	85	100
Средняя $\bar{x}$ =	29,3	35,3	32,5	115,3	86,2	100,8
Ошибка средней, s_x	0,7	1,2	0,6	0,3	0,8	0,4
Стандартное отклонение s	1,6	3,0	1,4	0,8	2,0	1,0
Дисперсия s^2 =	2,7	9,1	1,9	0,7	4,2	1,0
Коэффициент вариации V , %	5,57	8,52	5,06	0,71	2,37	1,32

Вегетационный период 2022 г, согласно нашим наблюдениям, был растянут до, в среднем 115 суток, в виду выпадения многочисленных осадков в третьей декаде июля и августа (42,0 и 23,9 мм соответственно) (КВ, $V=0,71\%$, дисперсия $s^2 = 4,2$). Данный фактор вызвал вторичное цветение, что и способствовало увеличению вегетации культуры. Корреляционная зависимость продолжительности

вегетационного периода к ГТК низкая отрицательная ($r = -0,217$), коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,047$, коэффициент регрессии $b_{yx} = -78,43$.

В то время как в острозасушливом 2023 г нами установлено максимальное значение вегетационного периода 90 суток у линии 32-10, варьирование по питомнику составило от 84 суток (Линия 56-06), коэффициент вариации по питомнику равен 2,37 %. Корреляционная зависимость продолжительности

вегетационного периода к ГТК средняя отрицательная ($r = -0,622$), коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,386$, коэффициент регрессии $b_{yx} = -928,57$.

Высота растений, в среднем, по питомнику зафиксирована $114,3 \pm 10,4$ см (КВ, $V=9,06$ %). С

наибольшей средней высотой отмечены линии 56-06 и 15-10 с высотой 121 и 120 см соответственно, с низким уровнем коэффициента вариации по питомнику 7,06 % (Рис. 2).

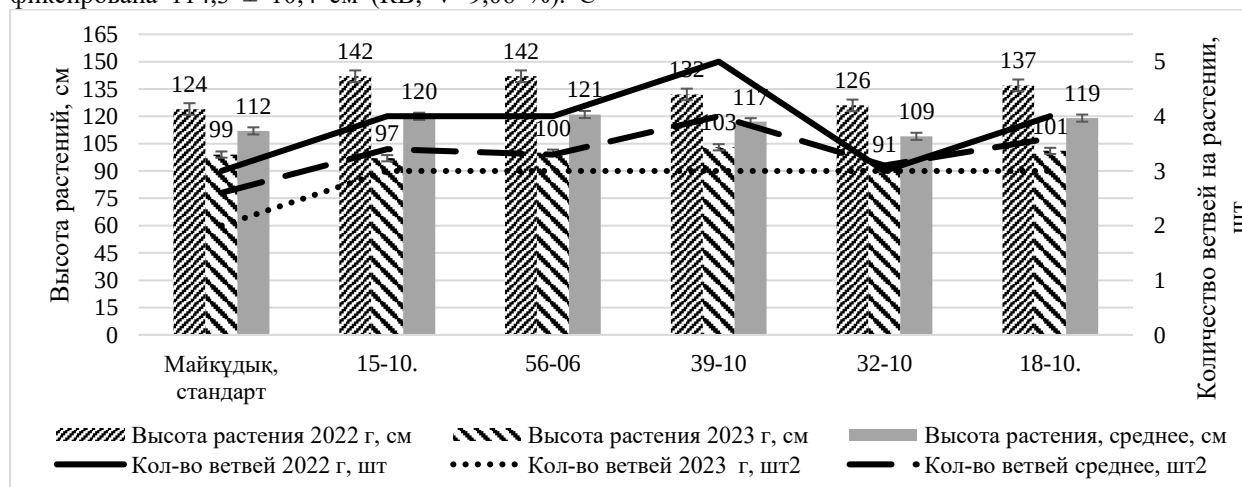


Рис. 2. Характеристика выделившихся линий рапса по высоте растений и количеству ветвей, 2022, 2023 гг.

На рост растений в изучаемый период сильно повлияли климатические условия и общее количество осадков в 2022 г (ГТК = 0,46), ровно как и их практически полное отсутствие в 2023 г (ГТК = 0,13), что обосновано положительной корреляционной зависимостью выше среднего значения $r=0,607$ (коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,368$) и положительной высокой корреляционной зависимостью выше среднего значения $r=0,735$ (коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,540$) соответственно по годам.

По наличию большого количества ветвей на одном растении (от 2 до 5), несмотря на засуху отличилась линия 39-10, сформировав в 2022 г – 5 ветвей, а в 2023 г – 3 шт.

По данному показателю (высота растений и количество боковых ветвей) изучаемые линии рапса показали себя с наилучшей стороны и могут возделываться не только для пищевых целей, но и для кормовых, а также использоваться как сидераты.

Учитывая реалии климатической обстановки 2022 года в Акмолинской области изучаемые линии рапса смогли сформировать от 135 стручков с одного растения (линия 32-10) до 190 шт у стандартного сорта Майкудык.

В 2023 острозасушливом году, непосредственно незадолго до уборочной кампании 24 августа выпали осадки в виде града и крупного дождя в сопровождении сильного ветра обмолотив большое количество стручков, срывая их с растений (Рис. 3).





Рис. 3. Обрушение ярового рапса в следствии выпавших осадков в виде града и дождя, 2023 г.

Несмотря на огромные потери семян в 2023 г по числу стручков с одного растения, в среднем за годы испытаний, вариация показателя была низкой

– 11,59 %, их число, в среднем – $103,6 \pm 20,7$ шт. (Табл. 3).

Таблица 3. Характеристика признаков продуктивности ярового рапса.

Генотип	Количество, шт.									Масса семян с растения, г		
	стручков с 1 растения			семян								
	2022 г	2023 г	среднее	в стручке			с растения			2022 г	2023 г	среднее
				2022 г	2023 г	среднее	2022 г	2023 г	среднее			
Майкұдық, ст	190	37	123	25	22	24	4506	790	2280	12,00	1,90	6,45
15-10	139	64	102	26	23	24	2910	1420	1635	13,55	2,80	7,68
56-06	161	55	108	24	16	20	4224	1000	2360	11,12	2,50	6,31
39-10	140	49	95	26	20	23	3822	1120	2131	11,47	2,61	6,54
32-10	135	41	88	25	18	22	3321	888	1821	12,07	2,40	6,74
18-10	154	57	106	24	23	23	3867	1300	2204	12,71	2,52	7,11
Коэффициент вариации V, %	17,69	20,18	11,59	3,58	14,14	6,64	14,35	27,35	13,67	7,20	20,85	7,50

Количество семян в стручке составило в среднем (2022-2023 гг.) $20,5 \pm 1,9$ шт. (КВ, $V=6,64$ %), варьируя от 20 (Линия 39-10) до 24 шт. (Майкұдық, линия 15-10) в стручке.

Собранные семена в 2022 г с одного растения характеризуют этот год как высокоурожайный. Так, например максимальный показатель этого параметра (количество семян с одного растения) отмечен у стандартного сорта Майкұдық, который сформировал 4506 кондиционных семян на одном растении, минимальный показатель отмечен у линии 15-10 (2910 шт.), (КВ, $V=14,35$ %), при варьировании массы семян с растения от 11,12 (Линия 56-06) до 13,55 г (Линия 15-10) (КВ, $V = 7,20$ %). В 2023 году структурные показатели по количеству семян с растения сильно уступают предыдущему году, в виду экстремальных погодных условий, варьируя от 790 шт. (сорт Майкұдық) до 1420 шт. у

линии 15-10 (КВ, $V=13,67$ %). Масса семян с растений, согласно структурным данным, находилась от 1,90 (сорт Майкұдық) до 2,80 г (Линия 15-10) (КВ, $V = 20,85$ %).

Град 2023 года позволил нам выявить наиболее устойчивые линии к осыпанию семян, это линии 18-10 и 15-10. Эти линии, несмотря на обрушение стручков, смогли показать хорошую устойчивость к осыпанию, сохранив максимальное количество семян в стручке, при этом растения рапса проявили высокую устойчивость к полеганию. Урожайность – это главное свойство сортов, по нему устанавливают пригодность для внедрения в производство [26, с. 128].

2022 год показал себя как высокоурожайный. Урожайность в среднем составила 46,5 ц/га у стандартного сорта Майкұдық до 49,47 ц/га у линии 32-10 (НСР₀₅ = 8,12, КВ, $V = 7,17$ %) (Табл. 4).

Таблица 4. Показатель урожайности и массы 1000 зерен, 2022, 2023 гг.

Генотип	Масса 1000 зерен, г			Урожайность, ц/га					
				всего			отклонение от St		
	2022 г	2023 г	среднее	2022 г	2023 г	среднее	2022 г	2023 г	среднее
Майкұдық, стандарт	3,03	3,20	3,12	39,91	19,10	29,51	0,00	0,00	0,00
15-10	5,10	5,01	5,06	47,63	24,98	36,31	7,73	3,10	5,41
56-06	3,63	3,11	3,37	47,50	23,20	35,35	7,60	6,10	6,84
39-10	3,00	3,70	3,35	47,33	24,80	36,07	7,43	5,70	6,56
32-10	4,10	4,22	4,16	49,47	22,00	35,74	9,57	4,80	7,18
18-10	3,47	4,10	3,78	47,10	24,81	35,96	7,20	5,80	6,49
НСР ₀₅	-	-	-	8,12	5,20	5,71	-	-	-
Средняя $\bar{x}$ =	3,7	3,9	3,8	46,5	22,62	34,92	-	-	-
Ошибка средней $s_{\bar{x}}$	0,3	0,3	0,3	1,4	2,9	1,9	-	-	-
Ст. отклонение s	0,8	0,7	0,7	3,3	7,0	4,7	-	-	-
Дисперсия s^2 =	0,6	0,5	0,5	11,1	49,0	22,6	-	-	-
Коэф. вариации V , %	21,20	18,28	18,82	7,17	21,13	11,93	-	-	-

Урожайность, без учета потерь в 2023 году, в питомнике находилась, в среднем, на уровне 22,6 ц/га, наиболее достоверно превысили стандартный сорт Майкұдық (36,33 ц/га) все представленные в таблице 4 линии, НСР (5%, для частных средних) = 5,20, коэффициент вариации по урожайности в питомнике составил 21,13 %. Масса 1000 зерен, в среднем, составила по питомнику 3,9 г (КВ, V = 18,28 %). Так, учитывая острую засуху в течении вегетационного периода и фатальное воздействие града, незадолго перед уборкой линии, созданные в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» показали себя с наилучшей стороны, учитывая экономические затраты на возделывание этой культуры (окупаемость культуры [27, с. 797] наступает при сборе урожая свыше 10-12 ц/га).

По данным 2022 года была проведена корреляционная оценка зависимости урожайности от продуктивности ярового рапса (Табл. 5).

Урожайность имеет среднюю положительную зависимость от высоты растений и количества ветвей на одном растении ($r = 0,456$ и $r = 0,456$ соответственно). Сильная положительная зависимость наблюдается по признакам урожайность – количество стручков с одного растения ($r = 0,955^{**}$), и средняя зависимость урожайность – количество семян с растения ($r = 0,590$). Так же урожайность положительно коррелирует с массой 1000 зерен ($r = 0,486$). Взаимодействие признаков цветение и созревание культуры находится в средней корреляционной зависимости ($r = 0,461$ и $r = 0,290$ соответственно).

Таблица 5. Корреляционные зависимости урожайности от признаков продуктивности ярового рапса (по Пирсону), 2022 г.

Признаки	В.П. цветение	В.П. созревание	Урожайность	Высота растений	Количество ветвей на растении	Кол-во стручков с 1 растением	Кол-во семян в стручке	Количество семян с растением	Масса семян с растения
В.П. цветение	1	-	-	-	-	-	-	-	-
В.П. созревание	0,200	1	-	-	-	-	-	-	-
Урожайность	0,461	0,290	1	-	-	-	-	-	-
Высота растений	-0,356	-0,303	0,456	1	-	-	-	-	-
Кол-во ветвей на раст.	0,217	0,108	0,354	0,539	1	-	-	-	-
Кол-во стручков с 1 растением	-0,424	-0,529	0,955**	-0,400	-0,458	1	-	-	-
Кол-во семян в стручке	-0,137	0,822*	0,024	-0,143	0,297	-0,291	1	-	-
Кол-во семян с растения	0,124	-0,755	0,590	-0,232	-0,031	0,724	-0,566	1	-
Масса семян с растения	-0,506	0,466	0,074	0,238	-0,136	-0,211	0,304	-0,722	1
Масса 1000 зерен	-0,466	0,350	0,486	0,483	-0,137	-0,517	0,283	-0,863*	0,709
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).									
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).									
В.П. – вегетационный период									

Корреляция урожайности от признаков продуктивности в 2023 году показывает сильную зави-

симость урожайности от количества ветвей на растении ($r = 0,861$) и количества стручков с одного растения ($r = 0,842$) (Табл. 6).

Таблица 6. Корреляционные зависимости урожайности от признаков продуктивности ярового рапса (по Пирсону), 2023 г.

Признаки	В.П. цветение	В.П. созревание	Урожайность	Высота растений	Количество ветвей на растении	Кол-во стручков с 1 растением	Кол-во семян в стручке	Количество семян с растением	Масса семян с растения
В.П. цветение	1	-	-	-	-	-	-	-	-
В.П. созревание	0,672	1	-	-	-	-	-	-	-
Урожайность	-0,552	-0,270	1	-	-	-	-	-	-
Высота растений	-0,683	-0,831*	0,322	1	-	-	-	-	-
Кол-во ветвей на раст.	-0,271	0,040	0,861*	-0,059	1	-	-	-	-
Кол-во стручков с 1 растением	-0,547	-0,514	0,842*	0,284	0,649	1	-	-	-
Кол-во семян в стручке	-0,385	-0,114	0,135	0,216	-0,284	0,232	1	-	-
Кол-во семян с растения	-0,582	-0,338	0,877*	0,276	0,600	0,920**	0,515	1	-
Масса семян с растения	-0,287	-0,121	0,946**	0,086	0,896*	0,845*	0,011	0,833*	1
Масса 1000 зерен	0,001	0,368	0,544	-0,403	0,475	0,536	0,496	0,719	0,649
*. Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).									
**. Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).									
В.П. – вегетационный период									

Так же положительно сильная зависимость урожайности наблюдается от количества семян и массы семян с растения ($r = 0,877$ и $r = 0,946$ соответственно). Средняя зависимость прослеживается от массы 1000 зерен ($r = 0,544$).

Выводы. Изученные линии ярового рапса в 2022 и в 2023 гг (линии 15-10; 56-06; 39-10; 32-10; 18-10) характеризуются как продуктивные высокоурожайные, стресс устойчивые линии, которые отвечают всем требованиям текущих климатических

реалий Северного Казахстана. Особое внимание следует уделить линиям 18-10 и 15-10, в виду их высокой устойчивости к осыпанию и рекомендовать эти линии для дальнейшего изучения и испытания в ГСИ в различных зонах Казахстана.

Список литературы:

1. Beckman C. Vegetable oils: competition in a changing market // *Bi-weekly Bulletin. Agriculture and Agri-Food Canada*. 2005. p.18 (11).
2. Nesi N., Delourme R., Brégeon M., Falentin C. and Renard M. Genetic and molecular approaches to improve nutritional value of *Brassica napus* L. seed. *Compt // Rendus Biol*. 2008. № 331. P. 763–771. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.07.018>
3. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. М.: Альянс, 2012. 352 с.
4. Bartkowiak-Broda I., Milkolajczyk K., Spasi-bionek S., Cegielska-Taras T. Genetic and breeding research timing at increasing the value of rapeseed oil as a source of renewable energy. In // *Alternative plants for sustainable agriculture*. Institute of Plant Genetics, PAS, Poland. 2005. P. 129–139.
5. Тен Е.А., Ошергина И.П. Пластичность коллекционных сортов ярового рапса их стабильность и урожайность, в условиях засухи Северного Казахстана 2020-2022 гг. // *Высшая школа: научные исследования*. 2023. № 2. С. 160-170. <https://doi.org/10.34660/INF.2023.88.17.141>
6. Децина А.А., Илларионова И.В., Щербина В.О. Оценка экологической пластичности и стабильности крупноплодных сортов подсолнечника // *Масличные культуры*. 2019. Вып. 3 (179). С. 35–39.
7. Ошергина И.П., Тен Е.А. Результаты конкурсного сортоиспытания образцов ярового рапса в жёстких условиях 2019 года // *Аграрная Россия*. 2021. №6. С. 3-7. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2021-6-3-7>
8. Воловик В.Т., Шпаков А.С. Производство рапса в Центральной России: состояние и перспективы // *Кормопроизводство*. 2020. № 10. С. 3–8.
9. Воловик В.Т. Результаты исследований по масличным капустным культурам (ГНУ ВИК Россельхозакадемии, этапы 30-летнего пути) // *Адаптивное кормопроизводство*. 2012. № 4 (12). С. 13–24.
10. Hossain S., Kadkol G.P., Raman R., Salisbury P.A. and H. Raman. Breeding *Brassica napus* for Shatter Resistance // *Plant Breeding*. Dr. Ibromkhim Abdurakhmonov (Ed.). 2012. P. 313–332. <https://doi.org/10.5772/29051>
11. Служкин А. С. Особенности возделывания ярового рапса на кормовые цели в ЦЧР // *Земледелие*. 2009. № 2. С. 28–30.
12. Warner D. J., Lewis K. A. Evaluation of the risks of contaminating low erucic acid rapeseed with high erucic rapeseed and identification of mitigation strategies // *Agriculture*. 2019. № 9. p.190. <https://doi.org/10.3390/agriculture9090190>
13. Голубев А.В., Голубева А.А., Смоленинова И.А. Вызовы и перспективы развития агропродовольственного комплекса России // *Экономика перерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий*. 2018. №8. С. 12-15.
14. Тен Е.А., Ошергина И.П., Крадецкая О.О. Новый сорт ярового рапса Rapnapp // *Izdenister Nativeler*. 2024. №2 (102). С.218–228. <https://doi.org/10.37884/2-2024/21>.
15. Масличные капустные культуры в растениеводстве Центрального экономического района / В.Т. Воловик, А.С. Шпаков, Ю.К. Новоселов и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. № 2. –С. 33-35. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10208>.
16. Chaves M. M., Maroco J. P., Pereira J. S. Understanding plant responses to drought - from genes to the whole plant // *Funct. Plant Biol.* 2003. № 30. P. 239–264. <https://doi.org/10.1071/FP02076>.
17. Sham A., Al-Ashram H., Whitley K., Iratni R., El-Tarabily K. A., Abuqamar S. F. Metatranscriptomic analysis of multiple environmental stresses identifies RAP2. 4 gene associated with Arabidopsis immunity to *Botrytis cinerea* // *Sci. Rep.* 2019. № 9. P. 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53694-1>.
18. Teshome D. T., Zharare G. E., Naidoo S. The threat of the combined effect of biotic and abiotic stress factors in forestry under a changing climate // *Front. Plant Sci.* 2020. № 11:601009. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.601009>.
19. Особенности проведения весенне-полевых работ в Акмолинской области в 2023 году / Канафин Б.К., Заболотских В.В., Акшалов К.А., Скобликов В.Ф., Кияс А.А., Вернер А.В., Кочоров А.С., Кунабаев К.К., Бабкенов А.Т., Бабкенова С.А., Филиппова Н.И., Коберницкий В.И., Ошергина И.П., Слепкова Н.Н., Тен Е.А., Филонов В.М., Юрченко В.А. – практические рекомендации – Шортанды: ННЦ зернового хозяйства им. А. И. Бараева. 2023. 60 с.
20. Стратегия и тактика проведения уборки урожая сельскохозяйственных культур и осенне-полевых работ в 2023 году в Акмолинской области: Рекомендации / Акшалов К.А., Заболотских В.В., Кияс А.А., Наздрачев Я.П., Кочоров А.С., Муханов Н.К., Коберницкий В.И., Тен Е.А., Ошергина И.П., Дашкевич С.М., Скобликов В.Ф. Научный: ННЦЗХ им. А.И. Бараева. 2023. 48 с.
21. Дорофеев В.Ф., Лаптев Ю.П., Чекалин Н.М. Цветение, опыление и гибридизация растений. М.: Агропромиздат. 1990. 145 с.
22. ГОСТ 13496.15.85 Методы определения сырого жира, корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Государственный комитет СССР по стандартам. Москва. 1985. 10 с.
23. Мартынов С.П. Пакет программ для математической обработки данных «AGROS версия 2:11». 2011
24. Карпачев В.В. «Проблемы и перспективы селекции рапса на продуктивность и устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам».- Вестник Орел ГАУ. 2006. с. 28-32.
25. Suzuki N., Rivero R. M., Shulaev V., Blumwald E. and Mittler R. Abiotic and biotic stress combinations // *New Phytol.* 2014. №203. P. 32–43. <https://doi.org/10.1111/nph.12797>.

26. Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Стрельников Е.А., Сердюк В.В. Использование классических и современных методов в селекции рапса (*Brassica napus*) во ВНИИМК. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(4). с. 126-131. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-4-126-131>.

27. Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2006. № 57. P. 781–803. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905>.