

УДК 633.85
EDN QBLDVV

Турина Е. Л.¹, Ефименко С. Г.², Турин Е. Н.¹
**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛА РЫЖИКА ЯРОВОГО В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА И НОРМ ВЫСЕВА В КРЫМУ**

¹ ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;
² ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур
имени В. С. Пустовойта»

Реферат. *Camelina sativa* вызывает интерес во всем мире благодаря экологической пластичности и широкому спектру применений масла. Цель исследований – определение оптимальных параметров элементов технологии возделывания рыжика ярового в условиях Центральной степи Крыма на примере сорта Юбилар. Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле отделения полевых культур НИИСХ Крыма, согласно методике опытного дела Б. А. Доспехова. Схема опыта включала следующие варианты: срок сева (фактор А) – при первой возможности выхода в поле; вторая декада марта; третья декада марта; нормы высева (фактор В): 5, 6, 7, 8, 9 млн всхожих семян на гектар. Посев рыжика ярового первого срока сева (при первой возможности выхода в поле) в 2019 г. был проведен четвертого февраля, в 2020 г. – второго марта, в 2021 г. – шестого марта. Установлено, что вегетационный период рыжика ярового в условиях Центральной степи Крыма в среднем составляет 97–100 дней. Наибольшая полевая всхожесть семян отмечена при раннем сроке сева и в зависимости от нормы высева она варьировала от 62,7 до 66,3 %. При посеве рыжика в первой декаде апреля полевая всхожесть снижалась – 42,8–44,9 %. Наибольшая урожайность семян культуры при посеве в первый срок получена с нормами высева 7–8 млн шт./га – 4,3–4,4 ц/га. В неблагоприятные по погодным условиям годы (воздушная и почвенная засуха) при посеве рыжика в первой декаде апреля растения могут не образовывать в стручках семена. Масличность семян зависела от срока сева – наибольшего значения она достигала при посеве в первый срок и, в зависимости от условий года, составила 33,55–41,94 %. Композиция жирных кислот масла рыжика ярового позволяет использовать его в производстве продуктов питания, косметики и нутрицевтиков.

Ключевые слова: рыжик яровой (*Camelina sativa*), урожайность, масличность, жирнокислотный состав, токоферолы.

Для цитирования: Турина Е. Л., Ефименко С. Г., Турин Е. Н. Урожайность и качество масла рыжика ярового в зависимости от сроков сева и норм высева в Крыму // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 1(29). С. 155–165. EDN: QBLDVV.

For citation: Turina E. L., Efimenko S. G., Turin E. N. Spring *Camelina sativa* yield and oil quality under conditions of the Crimean Peninsula depending on planting date and seeding rate // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 1(29). P. 155–165. EDN: QBLDVV.

Введение

За последние десятилетия климат Земли изменился: увеличилась частота и интенсивность экологических стрессов, в первую очередь засух, что негативно влияет на сельскохозяйственное производство [1, 2]. Предполагается, что к 2050 г. засуха затронет более 50 % пахотных земель [3]. Учитывая, что население к этому времени может возрасти до девяти миллиардов, увеличение сельскохозяйственной продукции для обеспечения продовольственной безопасности становится актуальной научной задачей.

В Крыму аридность климата и прекращение работы Северо-Крымского канала делают необходимым пересмотр существовавшей ранее в регионе структуры посевных площадей и изучение жаро- и засухоустойчивых растений.

Рыжик – представитель семейства Brassicaceae, характеризуется высокой адаптацией к различным климатическим условиям и устойчивостью к болезням и вредителям [4]. Благодаря уникальной композиции жирных кислот, масло рыжика широко используют в производстве биополимеров, косметики, биотоплива, в пищевой промышленности, а также в качестве ингредиента кормов для животных и рыб [5]. Известны пищевые и вкусовые преимущества масла рыжика, о чем свидетельствует его использование в кулинарии, фитотерапии (для лечения ран, ожогов, язв желудка и воспалений глаз), в качестве диетического масла для восполнения дефицита омега-3 жирных кислот.

В мире рыжик не выращивают в больших масштабах, посевные площади этой культуры очень варьируют по годам, что обуславливает сложности со сбором точных статистических данных [6]. В то же время, благодаря универсальности применения масла и неприхотливости к условиям внешней среды, рыжик все больше привлекает внимание со стороны научного сообщества; его возделывают во многих уголках мира.

Разработанная технология возделывания озимого рыжика для условий Центральной степи Крыма позволяет получать в среднем 1,32–1,35 т/га ценных семян масличностью до 43 % [7]. Озимый рыжик хорошо зарекомендовал себя на полях Крыма и с 2019 г. его возделывают на производственных площадях. Однако информация о возможной урожайности семян и качестве получаемого масла рыжика ярового (*Camelina sativa*) в зависимости от сроков сева и норм высева в условиях Крыма отсутствует.

Цель исследований – определение оптимальных параметров элементов технологии возделывания рыжика ярового (*Camelina sativa*) на примере сорта Юбиляр в условиях Центральной степи Крыма.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- установить длительность вегетационного периода рыжика ярового;
- определить полевую всхожесть семян в зависимости от сроков сева;
- выявить влияние различных сроков сева и норм высева на урожайность семян культуры в условиях Центральной степи Крыма;
- выявить зависимость качества масла (его жирнокислотного состава и содержания токоферолов) от сроков сева.

Материалы и методы исследований

Экспериментальную работу по изучению элементов технологии возделывания рыжика ярового проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле отделения полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма». Предмет исследований – сорт рыжика ярового Юбиляр.

Схема опыта: сроки сева (фактор А) – при первой возможности выхода в поле; вторая декада марта; третья декада марта; нормы высева (фактор В): 5, 6, 7, 8, 9 млн всхожих семян на гектар. Посев рыжика ярового первого срока сева (при первой возможности выхода в поле) в 2019 г. был проведен четвертого февраля, в 2020 г. – второго марта, в 2021 г. – шестого марта.

Уход за растениями (борьба с сорной растительностью) осуществляли вручную. Специфических вредителей и болезней рыжика за время исследований не обнаружено.

Полевые опыты закладывали с применением методики опытного дела Б. А. Доспехова [8]. Повторность опытов четырехкратная, учётная площадь делянки 25 м², предшественник – яровой ячмень. Сев проводили сплошным рядовым способом селекционной сеялкой СКС-6-10 в установленные опытом сроки, уборку – комбайном Wintersteiger Classic в фазе полной спелости семян. Учеты и наблюдения в

период вегетации рыжика осуществляли на основе методики проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [9].

Почва опытного участка – чернозем южный, слабогумусированный на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах, типичен для Центральной степи Крыма. В среднем в пахотном слое содержалось подвижного фосфора (по Мачигину) – 5,42 мг/100 г почвы, калия (по Мачигину) – 35 мг/100 г почвы, количество гумуса (по Тюрину) составляло 2,34 %.

Климат Центральной степи Крыма – континентальный с годовым количеством осадков 426 мм. Погодные условия в годы проведения экспериментов отличались как по температурному режиму, так и по количеству осадков (рисунки 1, 2).

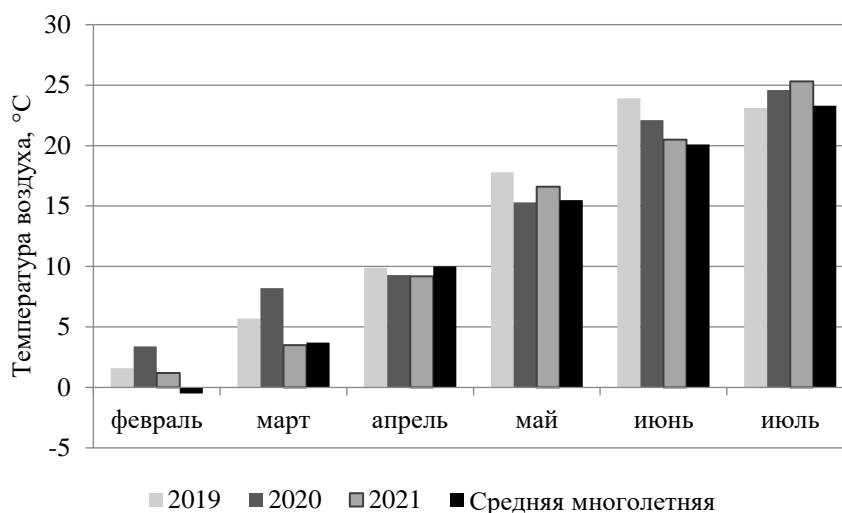


Рисунок 1 – Температура воздуха по данным метеостанции Клепинино в период вегетации рыжика ярового

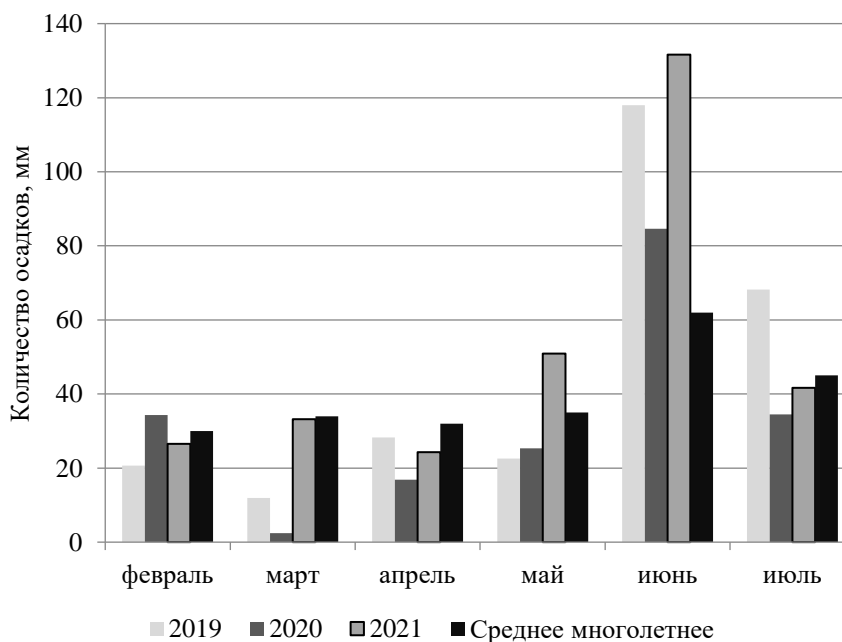


Рисунок 2 – Количество осадков по данным метеостанции Клепинино в период вегетации рыжика ярового

Условия 2019 г. характеризовались как удовлетворительные для роста и развития рыжика ярового. Начальные этапы развития растений проходили при сухой теплой погоде. В апреле выпало 28,3 мм осадков, в мае – 22,6 мм, что несколько ниже среднемноголетних показателей. Температура воздуха в июне была самой высокой за годы исследований, превысив среднемноголетний показатель (20,1 °С) на 3,8 °С. Выпавшие ливневые осадки в количестве 118 мм (190,3 % от нормы) обеспечили режим избыточного увлажнения.

Погодные условия 2020 г. были неблагоприятными. Март был самым теплым и сухим за годы исследований. Температура воздуха значительно (на 4,5 °С) превысила среднемноголетние данные (3,7 °С) на фоне острого дефицита осадков, за месяц выпало 2,4 мм, что соответствовало 7 % от нормы. В апреле и мае осадков тоже было недостаточно – выпало 16,9 и 25,3 мм соответственно, что на 52,8 и 27,7 % меньше среднемноголетних показателей. Июнь характеризовался повышенным температурным режимом с осадками во второй и третьей декадах. В среднем за месяц температура воздуха была на 2 °С выше нормы и составила 22,1 °С. Осадки выпали в количестве 82,6 мм, что составило 136,4 % от месячной нормы. До выпадения осадков предшествовал период без хозяйственно-полезных дождей (10 мм и более) продолжительностью 50 дней.

Условия 2021 г. сложились для растений рыжика неоднозначно. Гидротермический режим марта соответствовал среднемноголетним показателям. Апрель был достаточно влажным (ГТК = 1,7) благодаря низким температурам (9,2 °С при норме 10 °С) и осадкам 24,3 мм. Такая ситуация способствовала дружному появлению всходов рыжика первых двух сроков сева. Май характеризовался как теплый, температура воздуха составила 16,6 °С, превысив среднемноголетний показатель на 1,1 °С. Основные осадки в количестве 45,9 мм выпали в конце месяца. Июнь отличался избыточным увлажнением, выпало 131,6 мм, превысив среднемноголетний показатель на 112,2 %. В отличие от июня 2019 г. осадки не носили ливневый характер, были длительными, что, вероятно, оказало влияние на осыпаемость семян культуры.

Запасы продуктивной влаги на момент посева рыжика ярового предоставлены в таблице 1. Влажность почвы рассчитывали термостатно-весовым методом [10]. Согласно градации, в 2019 г. при посеве рыжика в первый срок и в третьей декаде марта запасы доступной влаги в почве в слоях 0–10 и 0–100 характеризовались как удовлетворительные, в остальные годы – как плохие.

Запасы продуктивной влаги при посеве культуры в первой декаде апреля 2019 г. оценивали как удовлетворительные, а в 2020 г. в слоях 0–10 и 0–100 см и 2021 г. в слое 0–10 см – как плохие.

Таблица 1 – Запасы продуктивной (доступной) влаги в почве перед посевом рыжика ярового в разные сроки

Срок сева	Слой почвы, см	Запасы продуктивной влаги, мм		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.
При первой возможности выхода в поле	0–10	22,9	7,9	8,6
	0–100	99,4	64,5	62,5
Третья декада марта	0–10	19,4	3,9	9,9
	0–100	96,1	62,2	64,5
Первая декада апреля	0–10	10,1	2,1	10,7
	0–100	90,9	47,4	62,0

Жирнокислотный состав масла рыжика определяли по ГОСТ 31663-2012 и ГОСТ 31665-2012; исследование содержания биологически активных веществ (токоферола) в масле проводили, используя метод тонкослойной хроматографии и спектроскопии [11] в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

«Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта» (для определения брали средние образцы семян с делянок с различными сроками сева при норме высева 7 млн шт./га).

Результаты и их обсуждение

Установлено, что вегетационный период рыжика ярового в условиях Центральной степи Крыма в среднем составляет 97–100 дней (таблица 2). При этом всходы культуры появляются в среднем через 14–16 дней, но ежегодно этот показатель зависел от конкретных погодных условий, складывающихся в предпосевной период.

Таблица 2 – Продолжительность межфазных и вегетационного периодов рыжика ярового, суток (в среднем за 2019–2021 гг.)

Срок сева	Продолжительность периодов вегетации, дней			
	посев–всходы	всходы–цветение	цветение–спелость	всходы–спелость
Первый	16	45	52	97
Второй	14	46	54	100
Третий	16	43	54	97

Определено, что наиболее высокая полевая всхожесть семян рыжика ярового достигается при раннем сроке сева – 62,7–66,3 %, что обусловлено более благоприятными условиями увлажнения почвы ко времени сева культуры (таблица 3). При посеве в третьей декаде марта полевая всхожесть в зависимости от нормы высева снижалась до 54,7–59,6 %, в первой декаде апреля – до 42,8–44,9 %. Таким образом, более поздний сев способствует снижению полевой всхожести рыжика.

Таблица 3 – Полевая всхожесть растений рыжика ярового, %

Срок сева (фактор А)	Норма высева семян, млн шт./га	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее за три года
При первой возможности выхода в поле	5	65,4	56,3	66,3	62,7
	6	66,6	56,8	66,1	63,2
	7	66,8	59,7	67,4	64,6
	8	67,9	61,3	68,5	65,9
	9	69,4	61,0	68,4	66,3
Среднее по фактору А1		67,22	59,02	67,28	
Третья декада марта	5	58,9	42,9	62,2	54,7
	6	59,9	43,6	64,2	55,9
	7	59,8	43,9	64,4	56,0
	8	63,2	45,6	66,3	58,4
	9	63,9	48,0	66,9	59,6
Среднее по фактору А2		61,14	44,80	64,80	
Первая декада апреля	5	46,9	34,9	46,6	42,8
	6	47,9	35,9	48,4	44,1
	7	48,2	36,0	48,9	44,4
	8	48,8	36,6	49,0	44,8
	9	48,9	36,0	49,9	44,9
Среднее по фактору А3		48,14	35,88	48,56	
Среднее по фактору В1		57,07	44,70	58,37	
Среднее по фактору В2		58,13	45,43	59,57	
Среднее по фактору В3		58,27	46,50	60,23	
Среднее по фактору В4		59,97	47,80	61,27	
Среднее по фактору В5		60,73	48,33	61,73	
НСР ₀₅ А		6,01	3,05	3,41	
НСР ₀₅ В		$B = F_{\text{факт.}} < F_{05}$	$B = F_{\text{факт.}} < F_{05}$	$B = F_{\text{факт.}} < F_{05}$	
НСР ₀₅ АВ		9,91	7,14	6,22	

Результаты наших исследований показали, что рыжик яровой – малопродуктивная культура для Крыма. Так, наибольшая его урожайность была получена в 2019 г. при посеве в самый ранний срок – в среднем 6,36 ц/га (таблица 4). Урожайность семян при посеве во второй срок снизилась на 45,6 %, в третий срок – на 72,6 %. В условиях 2019 г. нормы высева не оказали влияния на этот показатель.

В засушливом 2020 г. урожайность семян рыжика была очень низкой и максимального значения она достигла при посеве в 1 срок – 2,58 ц/га, при посеве во второй срок она снизилась на 53,5 %. Наиболее оптимальными нормами высева при посеве культуры были 6–8 млн шт./га, что позволило получить в среднем по фактору В 1,26–1,40 ц/га. Из контролируемых факторов, влияющих на урожайность, наиболее значимым был фактор А (срок сева), доля его влияния составила 0,96 %. Доля фактора В (норма высева) была незначительной – 0,03 %.

Необходимо уточнить, что в условиях 2020 г. растения, посев которых был произведен в первой декаде апреля, семена не сформировали. Мы предполагаем, что из-за жестких погодных условий (воздушной и водной засухи) произошла стерилизация цветков.

Таблица 4 – Урожайность рыжика ярового сорта Юбиляр в зависимости от срока сева и нормы высева, ц/га

Срок сева (фактор А)	Норма высева семян, млн шт./га (фактор В)	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее за три года
При первой возможности выхода в поле	5	5,2	2,3	2,6	3,4
	6	5,6	2,6	2,6	3,6
	7	7,4	2,9	2,9	4,4
	8	6,9	2,7	3,4	4,3
	9	6,7	2,4	3,1	4,1
Среднее по фактору А1		6,36	2,58	2,92	
Третья декада марта	5	3,5	1,1	2,1	2,2
	6	3,5	1,3	2,4	2,4
	7	3,5	1,4	2,4	2,4
	8	3,4	1,1	2,9	2,5
	9	3,4	1,1	2,8	2,4
Среднее по фактору А2		3,46	1,20	2,52	
Первая декада апреля	5	1,7	0,0	2,1	1,3
	6	1,8	0,0	2,1	1,3
	7	1,6	0,0	2,3	1,3
	8	2,0	0,0	2,4	1,4
	9	1,6	0,0	2,4	1,3
Среднее по фактору А3		1,74	0,00	2,24	
Среднее по фактору В1		3,46	1,13	2,26	
Среднее по фактору В2		3,63	1,30	2,37	
Среднее по фактору В3		4,16	1,40	2,53	
Среднее по фактору В4		4,10	1,26	2,87	
Среднее по фактору В5		3,90	1,16	2,76	
НСР ₀₅ А		0,45	0,11	0,02	
НСР ₀₅ В		$B = F_{\text{факт.}} < F_{05}$	0,14	0,02	
НСР ₀₅ АВ		$AB = F_{\text{факт.}} < F_{05}$	0,24	0,05	

Несмотря на значительное количество осадков, выпавших за май и июнь 2021 г., урожайность рыжика также оставалась низкой. Известно, что рыжик яровой является засухоустойчивой культурой, которая с момента прорастания до цветения предъявляет незначительные требования к влаге [12]. Однако недостаток влаги в период цветения он переносит плохо – сокращает период вегетации, образует мало побегов, в результате чего снижается продуктивность семян. Фаза цветения растений первых двух сроков сева в

2021 г. началась в первую декаду мая и продолжалась примерно 20 дней. Этот период характеризовался устойчивой жаркой погодой с незначительным количеством осадков (в первую декаду мая выпало 2,4 мм, во вторую – 2,6 мм). Продолжительные дожди, которые пришлось на период конец мая – июнь уже не оказали значительного влияния на урожайность культуры первых двух сроков сева.

Благодаря низкой полевой всхожести урожайность семян рыжика ярового третьего срока сева также была низкой – в среднем 2,24 ц/га. Еще одним значительным недостатком, приведшим к невысокой продуктивности рыжика в 2021 г., была осыпаемость семян. Стоит отметить, что эта особенность проявилась на делянках со всеми сроками сева только в 2021 г. и связана, вероятно, с погодными условиями.

Установлено, что содержание жира в семенах рыжика ярового выше при раннем сроке сева и в зависимости от условий года составило от 31,06 до 41,94 % (таблица 5). Вследствие невысокой урожайности семян сбор масла ярового рыжика с единицы площади также был незначителен и в среднем составил 0,45–1,56 ц/га.

Таблица 5 – Масличность и сбор масла рыжика ярового в зависимости от срока сева

Срок сева	Масличность, %				Сбор масла, ц/га			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
При первой возможности выхода в поле	41,94	33,55	40,72	38,74	2,76	0,87	1,05	1,56
Третья декада марта	41,02	33,01	39,98	38,00	1,28	0,41	0,85	0,85
Первая декада апреля	40,12	31,06	38,03	36,40	0,57	0,00	0,78	0,45

Более 90 % жирных кислот в рыжиковом масле ненасыщенные (таблица 6).

Таблица 6 – Жирнокислотный состав масла рыжика ярового в зависимости от срока сева (среднее за 2019–2021 г.), %

Кислота	При первой возможности выхода в поле	Третья декада марта	Первая декада апреля
Миристиновая	0,05	0,05	0,06
Пальмитиновая	5,21	5,24	5,71
Пальмитолеиновая	0,08	0,09	0,11
Стеариновая	2,14	2,15	2,29
Олеиновая	15,18	15,14	15,89
Линолевая	18,17	19,09	21,31
Линоленовая	34,65	33,60	30,31
Арахидиновая	1,50	1,64	1,83
Эйкозеновая	14,49	14,27	14,05
Эйкозодиеновая	2,06	2,06	1,97
Эйкозатриеновая	1,38	1,30	1,03
Бегеновая	0,34	0,37	0,42
Эруковая	3,24	3,42	3,46
Докозодиеновая	0,18	0,19	0,20
Докозатриеновая	0,52	0,54	0,48
Лигноцериновая	0,20	0,22	0,22
Селахолевая	0,61	0,63	0,64
ненасыщенные	90,56	90,33	89,45
полиненасыщенные	56,96	56,78	55,30
Омега-3	36,03	34,9	31,34

Основными жирными кислотами являются линоленовая (30,31–34,65 %), линолевая (18,17–21,31 %), олеиновая (15,14–15,89 %) и эйкозеновая (14,05–14,49 %). К ненасыщенным относятся пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, эйкозеновая, эйкозодиеновая, эйкозатриеновая, эруковая, докозодиеновая, докозатриеновая и селахолевая жирные кислоты. Из представленных ненасыщенных жирных кислот только две относятся к омега-3 кислотам –

линоленовая и эйкозатриеновая. Содержание эруковой кислоты в масле составило по срокам сева от 3,24 до 3,46 %, что делает возможным потребление масла человеком. Таким образом, композиция жирных кислот позволяет использовать масло рыжика в различных сферах народного хозяйства, в том числе на пищевые цели и в качестве нутрицевтика.

Растительное масло рыжика ярового содержит такие ценные сопутствующие жиру соединения, как токоферолы (витамин Е) (таблица 7). Считают, что благодаря своему антиоксидантному потенциалу токоферолы снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых видов рака у человека [13]. Кроме того, токоферолы защищают полиненасыщенные жирные кислоты от окислительных процессов и способствуют стабилизации (сохранению) рыжикового масла.

Наши исследования показали, что в условиях сезона 2021 г. сложились уникальные погодные условия, оказавшие влияние на состав токоферолов в масле семян рыжика. Это проявилось в полном отсутствии α -токоферола (таблица 7). Подобные результаты были описаны польскими учеными [14]. Для наглядности приводим тонкослойную хроматограмму с разделением двух стандартов различных форм токоферолов и в двух повторностях трех сроков сева рыжика (рисунок 3).

Таблица 7 – Содержание токоферолов в масле рыжика ярового сорта Юбиляр, 2021 гг.

Содержание	Срок сева		
	при первой возможности выхода в поле	третья декада марта	первая декада апреля
Общее, мг на 100 г масла	90,7	91,5	92,4
α -токоферол, %	-	-	-
γ -токоферол, %	100	100	100

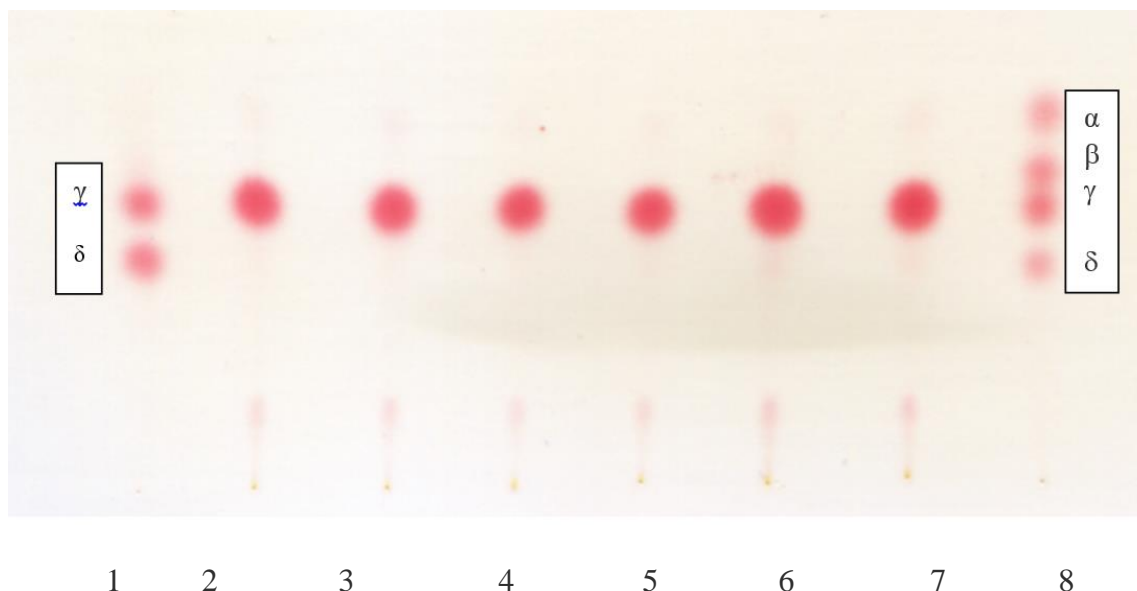


Рисунок 3 – Тонкослойная хроматограмма состава токоферолов масла ярового рыжика сорта Юбиляр в зависимости от срока сева, 2021 г.

Примечание. 1 – стандарт (54 % – γ -токоферол, 46 % – δ -токоферол); 2, 3 – первый срок; 4, 5 – второй срок; 6, 7 – третий срок; 8 – стандарт (24 % – α -токоферол, 26 % – β -токоферол, 34 % – γ -токоферол, 16 % – δ -токоферол).

Совокупность приведённых данных о влиянии сроков сева на качество масла позволяет прийти к следующему заключению. Наиболее благоприятно складываются

условия при посеве рыжика ярового при первой возможности выхода в поле. Именно в первый срок сева не только формируется наивысшая урожайность семян культуры, но и отмечен большой процент жира в масле (в среднем 38,74 %), содержание полиненасыщенных жирных кислот (56,96 %), в том числе семейства омега-3 (36,03 %), при этом общее содержание токоферолов относительно высокое (90,7 %).

Выводы

Установлено, что вегетационный период рыжика ярового в условиях Центральной степи Крыма в среднем составляет 97–100 дней.

Наиболее высокая полевая всхожесть семян рыжика ярового достигается при раннем сроке сева – 62,7–66,3 %, что обусловлено более благоприятными условиями увлажнения почвы ко времени сева культуры.

Рыжик яровой в Крыму формирует невысокие урожаи семян. В среднем за три года исследований наибольшая урожайность была достигнута при посеве при первой возможности выхода в поле с нормами высева 7–8 млн шт./га – 4,3–4,4 ц/га. Следует отметить, что в некоторые годы отмечена осыпаемость семян, затрудняющая уборку.

Масло *Camelina sativa*, содержащее в своём жирно-кислотном составе до 56,96 % полиненасыщенных жирных кислот, в том числе 36,03 % семейства омега-3, является привлекательным сырьем для производства функциональных пищевых продуктов, косметики и нутрицевтиков. Присутствие в масле токоферолов в относительно больших количествах (до 92,4 мг на 100 г масла), а также низкое содержание антипитательных веществ, таких как эруковая кислота (3,24–3,46 %), является дополнительными преимуществами.

Литература

1. Oliveira G. M., Silva F. F. S., Nascimento Araujo M., Costa D. C. C., Gomes S. E. V., Matias J. R., Angelotti F., Cruz C. R. P., Seal C. E., Dantas B. F. Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds // Journal of Seed Science. 2019. Vol. 41 (1). P. 32–43. DOI: 10.1590/2317-1545v41n1191945.
2. Savo V., Lepofsky D., Benner J. P., Kohfeld K. E., Bailey J., Lertzman K. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world // Nature Climate Change. 2016. Vol. 6. P. 462–473. DOI: 10.1038/NCLIMATE2958.
3. Thakur M., Mittal D., Khosla P. K., Saini V., Saini R. V., Saini A. K. Rhizobacteria associated with *Spilanthus acmella* Murr. confer drought-tolerance and plant growth promotion // Biointerface Research in Applied Chemistry. 2021 Vol.11. No. 5. P. 13155–13170. DOI: 10.33263/BRIAC115.1315513170.
4. Буянкин В. И., Прахова Т. Я. Рыжик масличный (*Camelina* sp.). Волгоград: ООО «СФЕРА», 2016. 116 с.
5. Tavarini S., De Leo M., Matteo R., Lazzeri L., Braca A., Angelini L.G. Flaxseed and camelina meals as potential sources of health-beneficial compounds // Plants. 2021. Vol.10. No. 1. DOI: 10.3390/plants10010156.
6. Zanetti F., Alberghini B., Jeromela A.M., Grahovac N., Rajkovic D., Kiproviski B., Monti A. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review // Agronomy for Sustainable Development. 2021. Vol. 41. No. 1. DOI: 10.1007/s13593-020-00663-y.
7. Turina E. L., Pashtetskiy V. S., Turin E. N., Prakhova T. Ya., Efimenko S. G. *Camelina* sp. L. in field trials and crop production of Crimea // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Voronezh: Institute of Physics Publ., 2020. Vol. 422. Iss. 1. Art. No. 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012011.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта М.: Агропромиздат, 1985. 207 с.
9. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Баранов В. Ф., Пивень В. Т., Шуляк И. И., Уго Т. К. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами // Под ред. Лукомца В. М. Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта, 2010. 327 с.
10. Практикум по земледелию // Под ред. Васильева И. П., Туликова А. М., Баздырев Г. И. [и др.]. М.: Колос, 2004. 424 с.
11. Попов П. С. Методы определения сопутствующих жиру веществ в семенах. Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. Краснодар, 1986. С. 37–41.
12. Прахова Т. Я., Прахов В. А. Масличные культуры семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья. Монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 220 с.

13. Kiczorowska B., Samolinska W., Andrejko D., Kiczorowski P., Antoszkiewicz Z., Zajac M., Winiarska-Mieczan A., Bakowski M. Comparative analysis of selected bioactive components (fatty acids, tocopherols, xanthophyll, lycopene, phenols) and basic nutrients in raw and thermally processed camelina, sunflower, and flax seeds (*Camelina sativa* L. Crantz, *Helianthus* L., and *Linum* L.) // Journal of Food Science and Technology. 2019. Vol. 56. No.9. P. 4296–4310. DOI: 10.1007/s13197-019-03899-z.
14. Grajzer M., Szmalcel K., Kuzminski L., Witkowski M., Kulma A., Prescha A. Characteristics and antioxidant potential of cold-pressed oils – possible strategies to improve oil stability // Foods. 2020. Vol. 9. No.11. Art. No.1630. DOI: 10.3390/foods9111630.

References

1. Oliveira G.M., Silva F.F.S., Nascimento Araujo M., Costa D.C.C., Gomes S.E.V., Matias J.R., Angelotti F., Cruz C.R.P., Seal C.E., Dantas B.F. Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds // Journal of Seed Science. 2019. Vol. 41 (1). P. 32–43. DOI: 10.1590/2317-1545v41n1191945.
2. Savo V., Lepofsky D., Benner J.P., Kohfeld K.E., Bailey J., Lertzman K. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world // Nature Climate Change. 2016. Vol. 6. P. 462–473. DOI: 10.1038/NCLIMATE2958.
3. Thakur M., Mittal D., Khosla P. K., Saini V., Saini R. V., Saini A. K. Rhizobacteria associated with *Spilanthes acmella* Murr. confer drought-tolerance and plant growth promotion // Biointerface Research in Applied Chemistry. 2021 Vol. 11. No. 5. P. 13155–13170. DOI: 10.33263/BRIAC115.1315513170.
4. Buyankin V. I., Prakhova T. Ya. Camelina (*Camelina* sp.). Volgograd: “SFERA OOO” (Limited Liability Company), 2016. 116 p.
5. Tavarini S., De Leo M., Matteo R., Lazzeri L., Braca A., Angelini L.G. Flaxseed and camelina meals as potential sources of health-beneficial compounds // Plants. 2021. Vol. 10. No.1. DOI: 10.3390/plants10010156.
6. Zanetti F., Alberghini B., Jeromela A.M., Grahovac N., Rajkovic D., Kiproviski B., Monti A. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review // Agronomy for Sustainable Development. 2021. Vol. 41. No.1. DOI: 10.1007/s13593-020-00663-y.
7. Turina E. L., Pashtetskiy V. S., Turin E. N., Prakhova T. Ya., Efimenko S. G. *Camelina* sp. L. in field trials and crop production of Crimea // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Voronezh: Institute of Physics Publ., 2020. Vol. 422. Iss. 1. Art. No. 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012011.
8. Dospelkov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 207 p.
9. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Baranov V. F., Piven V. T., Shulyak I. I., Ugo T. K. Methods of conducting field agrotechnical experiments with oilseeds / Ed. by Lukomets V. M. Krasnodar: V.S. Pustovoit All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops (VNIIMK), 2010. 327 p.
10. Practicum on agriculture // Ed. by Vasiliev I. P., Tulikov A. M., Bazdyrev G. I. [et al.]. Moscow: Kolos, 2004. 424 p.
11. Popov P. S. Methods for determining fat-related substances in seeds. Methodological guidelines for the determination of biochemical indicators of the quality of oil and oilseeds. Krasnodar, 1986. P. 37–41.
12. Prakhova T. Ya., Prakhov V. A. Oil crops of the *Brassicaceae* in the conditions of the Middle Volga region. Monograph. Penza: Editorial and publishing department of Penza State Agrarian University, 2018. 220 p.
13. Kiczorowska B., Samolinska W., Andrejko D., Kiczorowski P., Antoszkiewicz Z., Zajac M., Winiarska-Mieczan A., Bakowski M. Comparative analysis of selected bioactive components (fatty acids, tocopherols, xanthophyll, lycopene, phenols) and basic nutrients in raw and thermally processed camelina, sunflower, and flax seeds (*Camelina sativa* L. Crantz, *Helianthus* L., and *Linum* L.) // Journal of Food Science and Technology. 2019. Vol. 56. No.9. P. 4296–4310. DOI: 10.1007/s13197-019-03899-z.
14. Grajzer M., Szmalcel K., Kuzminski L., Witkowski M., Kulma A., Prescha A. Characteristics and antioxidant potential of cold-pressed oils – possible strategies to improve oil stability // Foods. 2020. Vol. 9. No.11. Art. No.1630. DOI: 10.3390/foods9111630.

UDC 633.8

Turina E. L., Efimenko S. G., Turin E. N.
**SPRING CAMELINA SATIVA YIELD AND OIL QUALITY UNDER
CONDITIONS OF THE CRIMEAN PENINSULA DEPENDING ON PLANTING
DATE AND SEEDING RATE**

Summary. Interest in *Camelina sativa* is continuing to grow across the world due to its environmental plasticity and wide range of oil uses. The aim of the research was to determine the optimal parameters of spring camelina cultivation in the Central Steppe of Crimea on the example of the variety ‘Yubilyar’. The studies were carried out in 2019–2021

on the experimental field of the Field Crops Department of the FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea” according to B.A. Dospikhov “Methods of field research”. The experimental design included the following options: Factor A – planting dates: as early as possible (as soon as soil can be tilled); second decade of March; third decade of March; Factor B – seeding rate: 5.0; 6.0; 7.0; 8.0; 9.0 million seeds per hectare. The earliest planting date for spring camelina (as early as needed to optimize yield) in 2019 was February 4th; in 2020 – March 2nd; in 2021 – March 6th. In the course of this research, we found that spring camelina crop growing season length varied from 97 to 100 days under conditions of the central steppe of the Crimea. The highest seed germination rate in the field conditions (62.7 to 66.3% depending on the seeding rate) was observed at the early planting date. Sowing camelina in the first decade of April (the latest planting date) led to field germination decrement; it amounted to only 42.8–44.9%. The highest seed yield of *C. sativa* (4.3–4.4 cwt/ha) was obtained when the crop was sown as early as possible at seeding rate of 7–8 million seeds per hectare. It should be noted that under unfavourable weather conditions (air and soil drought), and if camelina is sown in the first decade of April, plants even may not form seeds in the pods. The camelina seed oil content depends on the planting date. It would reach its highest value (33.55–41.94%) if the crop was sown as early as possible and weather conditions were optimal. According to its fatty acid composition, spring camelina oil is very promising and can be, undoubtedly, used in food, cosmetics and nutraceuticals production.

Keywords: spring camelina (*Camelina sativa*), yield, oil content, fatty acid composition, tocopherols.

Турина Елена Леонидовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории исследования технологических приемов в животноводстве и растениеводстве, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: schigortsovaelena@rambler.ru.

Ефименко Сергей Григорьевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта»; 350038, Россия, г. Краснодар, ул. имени Филатова, 17; e-mail: efimenko-km@yandex.ru.

Турин Евгений Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: turin_e@niishk.ru.

Turina Elena Leonidovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, leading researcher of the Laboratory of technological methods in animal husbandry and crop production research, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: schigortsovaelena@rambler.ru.

Efimenko Sergey Grigorievich, Cand. Sc. (Biol.), head of Laboratory of Biochemistry, FSBSI “Federal Scientific Center “All-Russian Research Institute of Oil Crops by V. S. Pustovoit” (VNIIMK)”; 17, Filatova str. Krasnodar, 350038, Russia; e-mail: efimenko-km@yandex.ru.

Turin Evgeniy Nikolaevich, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: turin_e@niishk.ru.

Дата поступления в редакцию – 10.12.2021.

Дата принятия к печати – 11.02.2022.