**Исходный материал
для селекции ярового рыжика
(*Camelina sativa* (L.) Crantz.)
в условиях Астраханской области**

Н.Г. Конькова¹,

науч. сотрудник

Л.Л. Малышев¹,

канд. биол. наук

М.Ш. Асфандиярова²

канд. с.-х. наук

¹Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)»

Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42

E-mail: ninakonkova.1@mail.ru

²ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»

416251, Астраханская обл., Черноярский р-н,

с. Соленое Займище, Квартал Северный, д. 8

E-mail: rtuz@yandex.ru

Для цитирования: Конькова Н.Г., Малышев Л.Л., Асфандиярова М.Ш. Исходный материал для селекции ярового рыжика (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) в условиях Астраханской области // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 75–83.

Ключевые слова: Рыжик, период вегетации, урожайность, коэффициент адаптивности, корреляционный анализ, факторный анализ.

Материалом для исследования послужили 25 образцов рыжика (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР). Исследование проводилось в 2016–2017 годах в условиях Астраханской области. В результате изучения в 2016 г. выделено 13 образцов с урожайностью 1,0–1,9 т/га, в 2017 г. – 10 образцов рыжика с урожайностью 1,0–1,4 т/га. Установлено, что образцы, обладающие высокой биологической урожайностью, имели также и высокий коэффициент адаптивности: 1,03–1,96 в 2016 г. и 1,1–1,6 в 2017 г. Была отмечена значительная изменчивость системы корреляций признаков по годам исследования. Корреляционная структура изменчивости в 2017 г. значительно отличалась от структуры 2016 г. Число достоверных корреляционных связей 2016 г.

были значительно ниже, чем в 2017 г. В факторной структуре изменчивости хозяйственно ценных признаков в 2016 г. выделено три фактора, охватывающих в сумме 88,8 % изменчивости комплекса признаков. В факторной структуре варьирования в 2017 г. также выделились три фактора, охватывающие 77,1 % изменчивости комплекса. Установлено, что изменение климатических условий в период вегетации рыжика оказывают влияние на формирование основных хозяйственно ценных признаков.

UDC 633.853.486:631.52(470.46)

Germplasm material for false flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) breeding in the conditions of the Astrakhan region.

¹N.G. Kon'kova, researcher

¹L.L. Malyshev, PhD in biology

²M.Sh. Asfandiyarova, PhD in agriculture

¹Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)

42–44, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: ninakonkova.1@mail.ru

²Cis-Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (PAFNC RAN)

8, Severnyy kvartal, Solyonoe Zaymishche settl., Chernoyarsky district, Astrakhan region, 416251, Russia

E-mail: rtuz@yandex.ru

Key words: false flax, vegetative period, yield, adaptability coefficient, correlation analysis, factor analysis.

We studied 25 samples of false flax (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR). The study was conducted in the conditions of Astrakhan region in 2016–2017. As a result of the research, we selected 13 samples of false flax with seed yield of 1.0–1.9 t per ha in 2016, 10 samples with yield of 1.0–1.4 t per ha in 2017. The samples possess high biological yield also have the high coefficient of adaptability: 1.03–1.96 in 2016 and 1.1–1.6 in 2017. There was a significant variability in the system of correlations of traits over the years of the research. The correlation structure of variability in 2017 was significantly different from that one in 2016. The number of reliable correlations in 2016 was significantly lower than in 2017. In the factor structure of the economically valuable traits variability in 2016 three factors were identified covering a total of 88.8 % of the variability of the complex of traits. In the factor structure of variation in 2017, three factors were also identified, covering 77.1 % of the variability of the complex. Changes in climatic conditions during the false flax vegetative period effect formation of the main economically valuable traits.

Введение. Рыжик (*Camelina sativa* (L.) Grantz.) – перспективная масличная культура, которая относится к семейству капустных (Brassicaceae).

Посевные площади рыжика в Российской Федерации в 2018 г., по данным Росстата, составили 78,9 тыс. га, что на 15 тыс. га меньше, чем в 2017 г., и на 102,7 тыс. га меньше показателей пятилетней давности. Валовые сборы рыжика составили 39,1 тыс. т, урожайность – 5,5 ц/га. Среднегодовая урожайность рыжика в России в 2011–2018 гг. составляла 7,1 ц/га. Основные посевные площади сосредоточены в Ростовской, Саратовской, Волгоградской областях [1].

Одним из важнейших качественных показателей семян рыжика является содержание масла и белка. Исследования различных авторов показали, что содержание масла в семенах составляет около 40 %, белка – 30 % [2; 3; 4]. Масло рыжика обладает ценными пищевыми качествами за счет сбалансированного жирнокислотного состава, который характеризуется повышенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот и низким содержанием насыщенных жирных кислот [5; 6; 7]. Содержание клетчатки является важным параметром, влияющим на пищевую ценность жмыха. Содержание сырой клетчатки в семенах рыжика составляет около 10 % [2]. Рыжиковый жмых эффективно используют в птицеводстве и животноводстве. Он входит в состав комбикормов для цыплят-бройлеров [8], кормление дойных коров рыжиковым жмыхом увеличивает молочную продуктивность и качество молока [9; 10].

Масло рыжика успешно применяется и в технических целях, например, для получения биотоплива [11; 12; 13; 14; 15]. Стебли этой культуры могут быть использованы в качестве сырья для производства волокнистой целлюлозы и модернизированных продуктов, таких как бумага, доски [2].

Рыжик засухоустойчив [16], вегетационный период составляет 65–90 дней в

зависимости от региона возделывания [17; 18]. Эта культура представляет интерес для аридных областей, испытывающих недостаток поливной воды [19; 20; 21; 22; 23]. К таким областям относится Астраханская область. Цель наших исследований – выделение исходного материала для селекции ярового рыжика по комплексу хозяйственно ценных признаков и по адаптивности в условиях Астраханской области.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили 25 образцов ярового рыжика из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР).

Исследование проводилось в 2016–2017 гг. в Астраханской области (Прикаспийский НИИ Аридного земледелия. Опыт закладывался на делянках площадью 1 м² методом систематического расположения вариантов в 3-кратной повторности. Во время исследований использовали методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур под редакцией Давидяна [24], методику выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов Животкова [25], также использовался классификатор вида *Camelina sativa* под редакцией Корнейчука [26].

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакетов Statistica 7.0 и Systat 10.2 и включала в себя вычисление основных параметров изменчивости (средняя, ошибка средней, коэффициент изменчивости), корреляционный анализ и факторный анализ системы корреляций. При статистической обработке и в рисунках и графиках использовались следующие аббревиатуры: НР – высота растений, см; НFB – высота прикрепления первой ветви, см; NFB – число ветвей первого порядка; NPOD – число стручков с растения; SPP – масса семян с растения, г; VP – продолжительность периода вегетации, сутки; W1000 – масса 1000 семян, г; SY – урожай семян, т/га.

Климат Астраханской области характеризуется как умеренный, резко континентальный – с высокими температурами летом, низкими – зимой, большими годовыми и летними суточными амплитудами температуры воздуха, малым количеством осадков. Сумма положительных температур в 2016 г. с апреля по июнь составила 1588,1 °С, что на 153,6 °С выше среднего многолетнего значения. Сумма эффективных температур составила 745 °С, что на 149,1 °С выше среднего многолетнего значения (табл. 1).

В 2017 г. сумма положительных температур за период вегетации рыжика составила 1490,3 °С, что на 55,8 °С выше среднемноголетнего значения, а сумма эффективных температур – 598,6 °С, на уровне многолетнего значения. Гидротермический коэффициент за вегетацию в среднем составил 2,8, что характеризуется как высокий уровень влагообеспеченности, благоприятный для роста и развития рыжика (табл. 1). Климатические условия для роста и развития этой культуры были наиболее благоприятными в 2017 г.

Результаты и обсуждение. Посев коллекционных образцов рыжика в 2016 г. был проведен 8 апреля. Температура почвы в день посева на глубине 5 см составила 8,5 °С, а температура воздуха – 9,4 °С. Из-за небольшого количества выпавших осадков в апреле (7,0 мм) всходы образцов были получены на 8–12-й день. Период всходы – цветение составил 37–42 дня, а цветение – созревание – 23–31 день. Период вегетации у изученных образцов колебался от 63 до 72 дней соответственно, все образцы были раннеспелыми (табл. 2).

В 2017 г. посев рыжика был проведен раньше, чем в предыдущем году, 21 марта. Температура почвы в день посева на глубине 5 см составила 6,1 °С, а температура воздуха – 3,6 °С. Период всходы – цветение составил 46–53 дня, а цветение – созревание – 34–42 дня. Вегетационный период у изученных образцов колебался от 84 до 88 дней, т.е. все образцы были позднеспелыми (табл. 2).

Лабораторный анализ полевых данных 2016 г. показал, что высота растений у образцов в среднем колебалась от 57 до 84 см. Самыми высокорослыми были образцы К-4190 из Бельгии и К-4194 из США. Высота закладки первой ветви варьировала в пределах от 0,2 см до 4,4 см. Среднее число ветвей первого порядка колебалось от 10 до 20 шт., число стручков на растении – от 204 до 1093 штук. Урожайность образцов с 1 м² колебалась от 15 до 161 г, а масса семян с растения – от 0,4 до 3,7 г, у стандарта продуктивность составила 1,2 г. Масса 1000 семян колебалась от 0,8 до 1,2 г. Было выделено девять высокопродуктивных образцов с урожайностью 1,0–1,4 т/га: КК-4173 (Германия), 4189 (Германия), 4194 (США), 4196 (Омская область), 4197 (Украина), 4198 (Украина), 4200 (Алтайский край), 4145 (Киргизия), 4184 (Германия). Столь же высокопродуктивными, с урожайностью 1,5–1,9 т/га, оказались четыре образца – КК-4191, 4193, 4190, 4192 из Бельгии, Канады и Швейцарии. Все образцы имели крупные семена, масса 1000 семян колебалась от 0,8 до 1,2 г. В результате изучения в 2016 г. всего выделено 13 образцов с урожайностью 1,0–1,9 т/га.

Изучение коллекционных образцов рыжика в 2017 г. показало, что высота растений у образцов колебалась от 57 до 76 см. Ветвистость образцов в основном средняя, число ветвей первого порядка – от 5 до 11 штук, число стручков на растении – от 100 до 350 шт. Высота закладки первой ветви варьировала от 0,8 до 22 см. Урожайность образцов с 1 м² – от 40,0 до 85,0 г, а масса семян с растения – от 1,0 до 2,5 г, у стандарта она составила 1,6 г. Все образцы были крупносемянными, масса 1000 семян у них колебалась от 1,0 до 1,4 г. Десять образцов оказались высокопродуктивными, с урожайностью 1,0–1,4 т/га: КК-4167, 4168, 4169 (Чехословакия), КК-4201, 4203, 4204 (Украина), К-3961 (Черниговская обл.), К-4145 (Киргизия), К-3877 (Алтайский край), К-2467 (Беларусь).

Таблица 1

**Характеристика метеоусловий за период
вегетации рыжика, 2016–2017 гг.**

Ме- сяц	Сумма положительных темпе- ратур, °С		Среднемесячная темпера- тура воздуха, °С		Осадки, мм		Сумма эффективных температур, °С		Относительная влаж- ность воздуха, %	
	2016	ср. мн.	2016	ср. мн.	2016	ср. мн.	2016	ср. мн.	средняя	ср. мн.
Апрель	319,0	262,5	12,4	8,7	7,0	18,0	85,9	41,7	64	62
Май	562,4	527,0	18,0	16,7	60,8	31,0	252,4	196,9	67	54
Июнь	706,7	645,0	23,6	21,5	4,2	26,0	406,7	357,3	50	50
Итого	1588,1	1434,5			72,0	75,0	745,0	595,9		
	2017	ср. мн.	2017	ср. мн.	2017	ср. мн.	2017	ср. мн.	средняя	ср. мн.
Март	33,8		2,9	1,6	17,1	18,0			79	78
Апрель	307,5	262,5	10,3	8,7	29,7	18,0	49,6	41,7	63	62
Май	514,9	527,0	16,6	16,7	30,1	31,0	214,9	196,9	55	54
Июнь	634,1	645,0	21,1	21,5	31,8	26,0	334,1	357,3	54	50
Итого	1490,3	1434,5			108,7	93,0	598,6	595,9		

Таблица 2

**Характеристика коллекционных образцов рыжика по хозяйственно ценным признакам
ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016–2017 гг.**

№ каталога	Происхождение	Период вегетации, сутки		Масса семян с расте- ния, г		Масса 1000 семян, г		Урожайность, т/га	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
4188	Ст. Ужурский	67	85	1,2	1,6	1,0	1,4	0,6	0,9
4167	Чехословакия	65	85	0,9	1,9	1,2	1,4	0,5	1,1
4168	Чехословакия	67	84	1,2	2,1	1,2	1,2	0,6	1,2
4169	Чехословакия	67	86	0,9	2,5	1,2	1,4	0,5	1,4
4171	Чехословакия	65	84	1,3	1,0	1,0	1,4	0,7	0,6
4172	Свердловская обл.	64	88	1,3	1,6	0,8	1,2	0,7	0,9
4173	Германия	68	87	2,1	1,6	1,0	1,2	1,1	0,9
4189	Германия	69	87	2,5	1,4	1,1	1,2	1,3	0,8
4190	Бельгия	70	88	3,2	1,4	1,2	1,2	1,6	0,8
4191	Канада	68	87	3,0	1,6	1,2	1,4	1,5	0,9
4192	Канада	71	88	3,7	1,5	1,1	1,4	1,9	0,9
4193	Швейцария	69	88	2,9	1,0	1,0	1,4	1,5	0,6
4194	США	72	87	2,3	1,4	1,0	1,2	1,2	0,8
4195	Омская обл.	65	88	1,8	1,7	0,9	1,2	0,9	1,0
4196	Омская обл.	67	88	2,1	1,5	0,9	1,0	1,1	0,9
4197	Украина	64	88	2,6	1,4	0,8	1,0	1,3	0,8
4198	Украина	69	88	2,8	1,4	0,9	1,2	1,4	0,8
4199	Алтайский край	67	85	0,9	1,8	0,9	1,2	0,5	1,0
4200	Алтайский край	66	85	2,3	1,8	0,8	1,2	1,2	1,0
4201	Украина	65	85	1,1	2,1	0,8	1,2	0,6	1,1
4202	Украина	63	85	0,4	2,4	1,0	1,0	0,2	1,1
4203	Украина	65	86	1,5	2,2	1,0	1,2	0,8	1,1
4204	Украина	65	86	1,2	2,7	1,0	1,4	0,6	1,6
4145	Киргизия	65	86	2,0	2,4	0,8	1,2	1,0	1,3
4184	Германия	65	86	1,7	1,8	0,8	1,0	1,0	1,0

У стандарта урожайность составила 0,8 т/га.

Основным критерием оценки адаптивности изучаемых образцов является их реакция на факторы внешней среды. В признаке «урожайность» сосредоточены почти все реакции образца на влияние условий выращивания. Высокая урожайность является критерием адаптивности образца, как и коэффициент адаптивности. Л.А. Животковым с соавторами была разработана методика выявления адаптивности и потенциальной продуктивности по анализу величины урожая. Эта методика была апробирована на зерновых, технических и ряде овощных культур [27]. Коэффициент адаптивности, приближающийся к единице или превышающий её, означает, что образец является высоко адаптивным. На основании методики Л.А. Животкова по определению коэффициента адаптивности установлено, что 13 образцов урожая 2016 г., обладающих высокой биологической урожайностью – 1,0–1,9 т/га, также имели высокий коэффициент адаптивности – 1,03–1,96. Среднюю степень адаптивности (0,5–0,93) показали 11 образцов с урожайностью 0,5–0,9 т/га (табл. 3).

Выявлено, что 10 образцов, выделившихся в 2017 г. и обладающих высокой биологической урожайностью (1,0–1,4 т/га), показали высокий коэффициент адаптивности (1,1–1,6). Среднюю степень адаптивности (0,6–0,9) на уровне стандарта имели 17 образцов с урожайностью 0,5–0,9 т/га (табл. 3).

По результатам корреляционного анализа между основными хозяйственно ценными признаками в 2016 г. выделяется плеяда тесно коррелирующих признаков ($r \geq 0,700$), связанная с семенной продуктивностью (число стручков с растения, масса семян с растения и урожай семян) и общей мощностью растения (высота и число ветвей первого порядка).

Таблица 3

**Характеристика коллекционных образцов
рыжика по коэффициенту адаптивности**

ФГБНУ «ПНИИ АЗ», 2016–2017 гг.

Но- мер по ката- логу ВИР	Происхож- дение	Урожай- ность, т/га		Процент относитель- но средней урожайно- сти по об- разцам		Коэф- фициент адаптивно- сти	
		2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
4188	Ст. Ужурский	0,6	0,8	61,9	88,8	0,62	0,9
4167	Чехословакия	0,5	1,0	51,5	111,1	0,52	1,1
4168	Чехословакия	0,6	1,1	61,9	122,2	0,62	1,2
4169	Чехословакия	0,5	1,3	51,5	144,4	0,52	1,4
4171	Чехословакия	0,7	0,5	72,2	55,5	0,72	0,6
4172	Свердловская обл.	0,7	0,8	72,2	88,8	0,72	0,9
4173	Германия	1,1	0,8	113,4	88,8	1,13	0,9
4189	Германия	1,3	0,7	134,0	77,7	1,34	0,8
4190	Бельгия	1,6	0,7	146,9	77,7	1,65	0,8
4191	Канада	1,5	0,8	154,6	88,8	1,55	0,9
4192	Канада	1,9	0,8	195,9	88,8	1,96	0,9
4193	Швейцария	1,5	0,5	154,6	55,5	1,55	0,6
4194	США	1,2	0,7	123,7	77,7	1,24	0,8
4195	Омская обл.	0,9	0,9	92,8	100,0	0,93	1,0
4196	Омская обл.	1,1	0,8	113,4	88,8	1,13	0,9
4197	Украина	1,3	0,7	134,0	77,7	1,34	0,8
4198	Украина	1,4	0,7	144,3	77,7	1,44	0,8
4199	Алтайский край	0,5	0,9	51,5	100,0	0,52	1,0
4200	Алтайский край	1,2	0,9	123,7	100,0	1,24	1,0
4201	Украина	0,6	1,1	61,9	122,2	0,62	1,2
4202	Украина	0,2	-	20,6	-	0,21	-
4203	Украина	0,8	1,2	82,5	133,3	0,83	1,3
4204	Украина	0,6	1,1	61,9	122,2	0,62	1,2
4145	Киргизия	1,0	1,2	103,1	133,3	1,03	1,3
4184	Германия	1,0	0,9	103,1	100,0	1,03	1,0

К этой плеяде примыкает (средняя достоверная положительная корреляция) продолжительность вегетационного периода. Слабо связаны с прочими признаками высота прикрепления первой ветви и масса 1000 семян (рис. 1).

**Рисунок 1 – Корреляционная структура
варьирования хозяйственно ценных
признаков (ПНИИ АЗ, 2016 г.)**

Корреляционная структура изменчивости в 2017 г. значительно отличается от структуры 2016 г. Число достоверных корреляционных связей значительно ниже, чем в 2017 г. В основную плеяду входят всего три признака (число ветвей первого порядка, число стручков и масса семян с растения), с которыми отрицательно коррелирует высота прикрепления первой ветви. Наблюдаются средней силы корреляции между высотой прикрепления первой ветви и продолжительностью вегетационного периода (положительная) и высотой растений и массой 1000 семян (отрицательная) (рис. 2).

Рисунок 2 – Корреляционная структура варьирования хозяйственно ценных признаков (ПНИИ АЗ, 2017 г.)

В факторной структуре изменчивости хозяйственно ценных признаков в 2016 г. выделено три фактора, охватывающих в сумме 88,8 % изменчивости комплекса признаков. По первому фактору (51,5 %) варьируют высота растений, число стручков и масса семян с растения, урожай семян, продолжительность вегетационного периода и, частично, число ветвей первого порядка. С фактором 2 (16,9 %) связано варьирование массы 1000 семян. С третьим фактором (20,4 %) коррелируют высота прикрепления (отрицательно) первой ветви и число ветвей первого порядка (рис. 3).

2016

Рисунок 3 – Факторная структура варьирования хозяйственно ценных признаков (ПНИИ АЗ, 2016 г.)

В факторной структуре варьирования в 2017 г. выделились также три фактора, охватывающих 77,1 % изменчивости комплекса. С первым фактором (39,1 %) связано варьирование признаков семенной продуктивности – семенная продуктивность растения, число стручков с растения, число ветвей первого порядка. С данным фактором связана также высота прикрепления первой ветви. По второму фактору (20,2 %) варьируют высота растений и масса 1000 семян. С третьим фактором (17,8 %) коррелируют урожай семян и продолжительность вегетационного периода (рис. 4).

2017

Рисунок 4 – Факторная структура варьирования хозяйственно ценных признаков (ПНИИ АЗ, 2017 г.)

Заключение. Выделенные в результате изучения образцы по хозяйственно ценным признакам представляют интерес как исходный материал для селекции рыжика в условиях Астраханской области. Установлено, что изменение климатических условий в период вегетации рыжика оказывает влияние на формирование основных хозяйственно ценных признаков.

Наблюдается значительная изменчивость системы корреляций признаков по годам исследования.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0001 «Коллекция масличных и прядильных культур ВИР: поддержание, изучение, расширение генетического разнообразия».

Список литературы

1. Посевные площади, валовые сборы и урожайность рыжика в России. Итоги 2018 года // Агровестник: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/posev-nyeploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-ryzhika-v-rossii-itogi-2018-goda.html> (Дата обращения: 27.05.2020).
2. Zubr J. Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different locations // Ind. Crops Prod. – 2003. – V. 17 (3). – P. 161–169. DOI: 10.1016/S0926-6690(02)00091-2.
3. Конькова Н.Г., Шеленга Т.В., Малышев Л.Л., Рыбакова Т.П., Асфандиярова М.Ш. Исходный материал для селекции ярового рыжика (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) по содержанию масла и белка в семенах в различных эколого-географических условиях // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 44–50. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-44-50.
4. Конькова Н.Г., Шеленга Т.В. Рыжик (*Camelina sativa* (L.) Crantz.): характеристика образцов по содержанию масла и белка в семенах // Каталог мировой коллекции ВИР. – 2019. – Вып. 886. – С. 40. DOI: 10.30901/978-5-907145-05-4.
5. Ghamkar K., Croser Ja., Aryamanesh N., Campbell M., Kon'kova N., Francis C. Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) As an Alternative Oilseed: Molecular And Ecogeographic Analyse // Genom. – 2010. – V. 53. – No 7. – P. 558–567. DOI: 10.1139/G10-034.
6. Gavrilova V., Shelenga T., Porokhovinova E., Dubovskaya A., Kon'kova N., Grigoryev S., Podolnaya L., Konarev A., Yakusheva T., Kishlyan N., Pavlov A., Brutch N. The diversity of fatty acid composition in traditional and rare oil crops cultivated in Russia // Biological Communications. – 2020. – V. 65. – No 1. – P. 68–81. DOI: 10.21638/spbu03.2020.106.
7. Gamayunova V., Honenko L., Gerla L., Kovalenko O., Glushko T., Sidiyakina Y., Pilipenko T. Ecological assessment of spring oilseed crops and prospects for the production of superior quality oils in Ukraine // Research Journal of pharmaceutical biological and chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10. – Is. 1. – P. 519–528.
8. Злепкин А.Ф., Злепкин Д.В., Ушаков М.А. Рыжиковый жмых в комбикормах для цыплят-бройлеров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – Волгоград, 2010. – № 2 (18). – С. 111–115.
9. Николаев С.И., Яценко А.П., Струк Н.В. Эффективность использования рыжикового жмыха и бишофита в кормлении дойных коров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 99–103.
10. Berti M., Gesch R., Eynck C., Anderson J., Cermak S. Camelina uses, genetics, genomics, production, and management // Industrial Crops and Products. – 2016. – V. 94. – P. 690–710. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.09.034.
11. Гаврилова В.А., Дубовская А.Г., Конькова Н.Г., Низова Г.К. Перспективы и реальность использования масел растительного происхождения в качестве биотоплива // Масложировая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 15–17.
12. Алексанян С.М., Асфандиярова М.Ш., Гаврилова В.А., Дубовская А.Г., Конькова Н.Г., Селиванов Д.Г. Перспективные виды растений для производства биодизельного топлива // Международная биоэнергетика. – 2008. – № 2 (7). – С. 14–15.
13. Романцова С.В., Нагорнов С.А., Гаврилова В.А., Конькова Н.Г. Определение состава смеси топлива // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 1. – С. 28–29.
14. Гаврилова В.А., Конькова Н.Г., Нагорнов С.А., Романцова С.В. Рыжик – перспективная масличная культура для производства биодизельного топлива // Агро XXI. – 2013. – № 1–3. – С. 43–44.
15. Mohammad B.T., Al-Shannag M., Alnaief M., Singh L., Singaas E., Alkasrawi M. Production of multiple biofuels from whole Camelina material: a renewable energy crop // Bio Resources. – 2018. – V. 13. – No. 3. – P. 4870–4883. DOI: 10.15376/biores.13.34870-4883.
16. Кузнецова Г., Полякова Р. Сурепица и рыжик – скороспелые масличные культуры // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2017. – № 3. – С. 44–46. Kuznetsova G., Polyakova R. Cress and ginger – early maturing oilseed crops //

International agricultural journal. – 2017. – No. 3. – P. 44–46.

17. Конькова Н.Г. Использование генофонда рыжика масличного из коллекции ВИР в современной селекции // СПб.: Издательский дом «СФЕРА», Птицепром. – 2016. – № 5. – С. 38–39.

18. Асфандиярова М.Ш., Низова Г.К., Конькова Н.Г. Рыжик – перспективная масличная культура // Сб. Трудов Прикаспийского НИИ аридного земледелия: «Технологические основы экономического развития сельского социума». – 2005. – С. 440–444.

19. Асфандиярова М.Ш., Туз Р.К., Конькова Н.Г. Перспективные образцы рыжика для условий полупустынной зоны Нижнего Поволжья, обеспечивающие урожайность семян 0,8–1,0 т/га // М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2010. – 12 с.

20. Hunsaker D. J., French A.N., Clarke T.R., El-Shikha D.M. Water use, crop coefficients, and irrigation management criteria for camelina production in arid regions // Irrig Sci. – 2011. – V. 29. – P. 27–43. DOI: 10.1007/s00271-010-0213-9.

21. Hunsaker D.J., French A.N., Thorp K.R. Camelina water use and seed yield response to irrigation scheduling in an arid environment // Irrig Sci. – 2013. – V. 31. – P. 911–929. DOI: 10.1007/s00271-012-0368-7.

22. Туз Р.К., Асфандиярова М.Ш., Конькова Н.Г. Агробιολογическое изучение коллекционных образцов ярового рыжика в аридных условиях севера Астраханской области // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф.: Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. – 2017. – С. 154–161.

23. Кишикаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П. Агροэкологическое изучение масличных культур семейства Brassicaceae в условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2018. – № 1 (46). – С. 54–60.

24. Давидян Г.Г. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур. ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР). – Л., 1976. – 22 с.

25. Животков Л. А., Морозова З.А., Секатуева Л.М. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–7.

26. Корнейчук В.А. Классификатор вида *Camelina sativa* (рыжик). – Л.: ВИР, 1983. – 10 с.

27. Звонкова И.Ю., Павленко В.Н., Мухоморова Т.В., Полушина Е.В. Урожайность и параметры экологической адаптивности гибридов огурца агрофирмы «Седек» при капельном орошении в условиях

Северо-Западного Прикаспия // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 20–24.

References

1. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhaynost' ryzhika v Rossii. Itogi 2018 goda // Agrovestnik: [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/posevnyeploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-ry-zhika-v-rossii-itogi-2018-goda.html> (Data obrashcheniya: 27.05.2020).

2. Zubr J. Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different locations // Ind. Crops Prod. – 2003. – V. 17 (3). – P. 161–169. DOI: 10.1016/S0926-6690(02)00091-2.

3. Kon'kova N.G., Shelenga T.V., Malyshev L.L., Rybakova T.P., Asfandiyarova M.Sh. Iskhodnyy material dlya seleksii yarovogo ryzhika (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) po sodержaniyu masla i belka v semenakh v razlichnykh ekologo-geograficheskikh usloviyakh // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Vyp. 2 (182). – S. 44–50. DOI: 10.25230/2412-608Kh-2020-2-182-44-50.

4. Kon'kova N.G., Shelenga T.V. Ryzhik (*Camelina sativa* (L.) Crantz.): kharakteristika obraztsov po sodержaniyu masla i belka v semenakh // Katalog mirovoy kollektsii VIR. – 2019. – Vyp. 886. – S. 40. DOI: 10.30901/978-5-907145-05-4.

5. Ghamkar K., Croser Ja., Aryamanesh N., Campbell M., Kon'kova N., Francis C. *Camelina* (*Camelina sativa* (L.) Crantz.) As an Alternative Oilseed: Molecular And Ecogeographic Analyse // Genom. – 2010. – V. 53. – No 7. – P. 558–567. DOI: 10.1139/G10-034.

6. Gavrilova V., Shelenga T., Porokhovina E., Dubovskaya A., Kon'kova N., Grigoryev S., Podolnaya L., Konarev A., Yakusheva T., Kishlyan N., Pavlov A., Brutch N. The diversity of fatty acid composition in traditional and rare oil crops cultivated in Russia // Biological Communications. – 2020. – V. 65. – No 1. – P. 68–81. DOI: 10.21638/spbu03.2020.106.

7. Gamayunova V., Honenko L., Gerla L., Kovalenko O., Glushko T., Sidiyakina Y., Pilipenko T. Ecological assessment of spring oilseed crops and prospects for the production of superior quality oils in Ukraine // Research Journal of pharmaceutical biological and chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10. – Is. 1. – P. 519–528.

8. Zlepkin A.F., Zlepkin D.V., Ushakov M.A. Ryzhikovyy zhmykh v kombikormakh dlya tsyplyat-broylerov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – Volgograd, 2010. – № 2 (18). – S. 111–115.

9. Nikolaev S.I., Yatsenko A.P., Struk N.V. Effektivnost' ispol'zovaniya ryzhikovogo zhmykha i bishofita v kormlenii doynnykh korov // Vestnik Ul'yanskovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – 2011. – No 3. – S. 99–103.

10. Berti M., Gesch R., Eynck C., Anderson J., Cermak S. Camelina uses, genetics, genomics, production, and management // Industrial Crops and Products. – 2016. – V. 94. – P. 690–710. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.09.034.

11. Gavrilova V.A., Dubovskaya A.G., Kon'kova N.G., Nizova G.K. Perspektivy i real'nost' ispol'zovaniya masel rastitel'nogo proiskhozhdeniya v kachestve biotopliva // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 2005. – No 4. – S. 15–17.

12. Aleksanyan S.M., Asfandiyarova M.Sh., Gavrilova V.A., Dubovskaya A.G., Kon'kova N.G., Selivanov D.G. Perspektivnye vidy rasteniy dlya proizvodstva biodizel'nogo topliva // Mezhdunarodnaya bioenergetika. – 2008. – No 2 (7). – S. 14–15.

13. Romantsova S.V., Nagornov S.A., Gavrilova V.A., Kon'kova N.G. Opredelenie sostava smesevogo topliva // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. – 2012. – No 1. – S. 28–29.

14. Gavrilova V.A., Kon'kova N.G., Nagornov S.A., Romantsova S.V. Ryzhik – perspektivnaya maslichnaya kul'tura dlya proizvodstva biodizel'nogo topliva // Agro XXI. – 2013. – No 1–3. – S. 43–44.

15. Mohammad B.T., Al-Shannag M., Alnaief M., Singh L., Singaas E., Alkasrawi M. Production of multiple biofuels from whole Camelina material: a renewable energy crop // Bio Resources. – 2018. – V. 13. – No 3. – P. 4870–4883. DOI: 10.15376/biores.13.34870-4883.

16. Kuznetsova G., Polyakova R. Surepitsa i ryzhik – skorospelye maslichnye kul'tury // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. – 2017. – No 3. – S. 44–46. Kuznetsova G., Polyakova R. Cress and ginger – early maturing oilseed crops // International agricultural journal. – 2017. – No. 3. – P. 44–46.

17. Kon'kova N.G. Ispol'zovanie genofonda ryzhika maslichnogo iz kollektsii VIR v sovremennoy selektsii // SPB.: Izdatel'skiy dom «SFERA», Ptitseprom. – 2016. – No 5. – S. 38–39.

18. Asfandiyarova M.Sh., Nizova G.K., Kon'kova N.G. Ryzhik – perspektivnaya maslichnaya kul'tura // Sb. Trudov Prikaspiyskogo NII aridnogo zemledeliya: «Tekhnologicheskie osnovy ekonomicheskogo razvitiya sel'skogo sotsiuma». – 2005. – S. 440–444.

19. Asfandiyarova M.Sh., Tuz R.K., Kon'kova N.G. Perspektivnye obraztsy ryzhika dlya usloviy polupustynnoy zony Nizhnego Povolzh'ya, obespechivayushchie urozhaynost' semyan 0.8–

1.0 t/ga // M.: Izd-vo «Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk», 2010. – 12 s.

20. Hunsaker D. J., French A.N., Clarke T.R., El-Shikha D.M. Water use, crop coefficients, and irrigation management criteria or camelina production in arid regions // Irrig Sci. – 2011. – V. 29. – P. 27–43. DOI: 10.1007/s00271-010-0213-9.

21. Hunsaker D.J., French A.N., Thorp K.R. Camelina water use and seed yield response to irrigation scheduling in an arid environment // Irrig Sci. – 2013. – V. 31. – P. 911–929. DOI: 10.1007/s00271-012-0368-7.

22. Tuz R.K., Asfandiyarova M.Sh., Kon'kova N.G. Agrobiologicheskoe izuchenie kollektsionnykh obraztsov yarovogo ryzhika v aridnykh usloviyakh severa Astrakhanskoy oblasti // Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Ekologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya. – 2017. – S. 154–161.

23. Kshnikatkina A.N., Prakhova T.Ya., Krylov A.P. Agroekologicheskoe izuchenie maslichnykh kul'tur semeystva Brassicaceae v usloviyakh Srednego Povolzh'ya // Niva Povolzh'ya. – 2018. – No 1 (46). – S. 54–60.

24. Davidyan G.G. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kollektsii maslichnykh kul'tur. VNII rastenievodstva im. N.I. Vavilova (VIR). – L., 1976. – 22 s.

25. Zhivotkov L. A., Morozova Z.A., Sekatueva L.M. Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu urozhaynost' // Selektiya i semenovodstvo. – 1994. – No 2. – S. 3–7.

26. Korneychuk V.A. Klassifikator vida Camelina sativa (ryzhik). – L.: VIR, 1983. – 10 s.

27. Zvonkova I.Yu., Pavlenko V.N., Mukhortova T.V., Polukhina E.V. Urozhaynost' i parametry ekologicheskoy adaptivnosti gibridov ogurtsa agrofirmy «Sedek» pri kapel'nom oroshenii v usloviyakh Severo-Zapadnogo Prikaspiya // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. – 2017. – No 4. – S. 20–24.

Получено: 03.08.2020 Принято: 05.10.2020
Received: 03.08.2020 Accepted: 05.10.2020