



Научная статья
 УДК 633.85:631:526.32
 doi: 10.55186/25876740_2022_65_1_75

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ РЫЖИКА ОЗИМОГО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Т.Я. Прахова

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение
 «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
 Лунино, Пензенская область, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения исходного материала рыжика озимого по урожайности, масличности и параметрам адаптивности и устойчивости. Исследования проводили в лесостепной зоне Пензенской области в 2018-2020 гг. Урожайность сортообразцов озимого рыжика за годы исследований варьировала в широких пределах — от 130,9 до 157,2 г/м². Наиболее высокая продуктивность отмечена у номеров к-4164 (153,0 г/м²), к-4169 (153,1 г/м²) и к-3290 (157,2 г/м²), что существенно превышало сорт Барон — на 8,7-12,9 г/м². По содержанию жира выделились номера к-4165 (Германия), к-4162 (Венгрия) и к-3290 (Алтайский край), масличность которых превысила стандартный сорт на 1,50-1,70 %. В процессе структурного анализа урожая установлено, что число стручков на растении у сортообразцов варьировало от 151 до 287 шт. Количество семян в стручке составило 13-18 шт., масса 1000 семян — 1,05-1,42 г. Наиболее крупные семена были у номеров к-4165 и к-3290, масса 1000 семян которых составила 1,40 и 1,42 г соответственно. При этом все образцы показали достаточно высокую экологическую адаптивность, значения *bi* варьировали в пределах 0,96-1,14. Наибольшей адаптивностью отличались образцы к-3290 (*bi*=0,96), к-1553 (*bi*=0,99) и к-4169 (*bi*=1,02). Наибольшим значением уровня стабильности сорта (ПУСС) отличались образцы к-4169, к-4164 и к-1553, значение которого составило 1,40, 1,41 и 1,46 соответственно. Образцы к-1553 и к-4169 отличались максимальным значением генетической гибкости (1,46 и 1,48). Кроме этого, образец к-4169 обладает высокой селекционной ценностью (*Sc*=1,38). По гомеостатичности выделились образцы к-4155 (*Hom*=18,50) и к-2224 (*Hom*=13,07). Данные сортообразцы представляют большой интерес в качестве исходного материала для селекции рыжика озимого.

Ключевые слова: рыжик озимый, исходный материал для селекции, урожайность, масличность, экологическая адаптивность, селекционная ценность, структура урожая

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № 0477-2019-0020). Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Original article

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE INITIAL MATERIAL FOR THE BREEDING OF THE WINTER CAMELINA PILOSA IN THE CONDITIONS OF THE FOREST STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Т.Я. Prakhova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division
 "Penza Research Institute of Agriculture", Lunino, Penza region, Russia

Abstract. The article presents the results of studying the initial material of winter camelina in terms of yield, oil content and parameters of adaptability and stability. The studies were carried out in the forest-steppe zone of the Penza region in 2018-2020. The yield of varieties of winter camelina, over the years of research, varied widely from 130.9 to 157.2 g/m². The highest productivity was noted for numbers k-4164 (153.0 g/m²), k-4169 (153.1 g/m²) and k-3290 (157.2 g/m²), which significantly exceeded the Baron variety by 8.7-12.9 g/m². In terms of fat content, numbers k-4165 (Germany), k-4162 (Hungary) and k-3290 (Altai Territory) were distinguished, the oil content of which exceeded the standard grade by 1.50-1.70 %. During the structural analysis of the yield, it was found that the number of pods per plant in the specimens varied from 151 to 287 pieces. The number of seeds in a pod varied within 13-18 pieces, the weight of 1000 seeds was within 1.05-1.42 g. The largest seeds were for numbers k-4165 and k-3290, the weight of 1000 seeds of which was 1.40 and 1.42 g, respectively. At the same time, all samples showed a fairly high ecological adaptability, the *bi* values varied within 0.96-1.14. The samples k-3290 (*bi*=0.96), k-1553 (*bi*=0.99), and k-4169 (*bi*=1.02) were characterized by the greatest adaptability. The samples k-4169, k-4164 and k-1553 were distinguished by the highest value of the level of stability of the variety (PUSS), the value of which was 1.40, 1.41 and 1.46, respectively. Samples k-1553 and k-4169 differed in the maximum value of genetic flexibility (1.46 and 1.48). In addition, sample k-4169 has a high breeding value (*Sc*=1.38). By homeostaticity, samples k-4155 (*Hom*=18.50) and k-2224 (*Hom*=13.07) were distinguished. These varieties are of great interest as a starting material for breeding winter camelina.

Keywords: winter camelina, source material for selection, yield, oil content, ecological adaptability, breeding value, crop structure

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State assignment of Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. 0477-2019-0020). The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение

По мере исчерпания возможностей технологической оптимизации агросистем все большее влияние на вариабельность величины и качество урожая сельскохозяйственных культур

будут оказывать нерегулируемые факторы внешней среды [1]. Поэтому наиболее важной задачей в использовании мировых растительных ресурсов для нужд сельского хозяйства является создание генетических коллекций

растений, идентифицированных донором устойчивости к температурному, водному и эдафическому стрессам [2].

В современных экономических условиях сорт является одним из важнейших элементов

технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Но из-за повсеместного действия экологических стрессоров потенциальная урожайность современных сортов реализуется в среднем лишь на 20-30% [3].

Поэтому особого внимания заслуживает создание высокопродуктивных сортов с широкой экологической пластичностью и приспособленностью к возделыванию в любых агроэкологических условиях [4, 5]. Успехи в создании таких сортов в значительной мере зависят от многообразия исходного генетического материала. Еще Н.И. Вавилов писал, что учение об исходном материале, о происхождении культурных растений должно быть поставлено в основу селекции как науки [6].

Только комплексный подход к подбору нового исходного материала позволит отобрать наиболее перспективные родоначальные формы растений и будет способствовать ускорению селекционного процесса [1, 7].

Рыжик озимый (*Camelina silvestris pilosa* Z.) сегодня является перспективной масличной культурой семейства Brassicaceae разнопланового использования как на пищевые, так и на технические цели [8]. Масло рыжика используется в пищевой отрасли, в лакокрасочной и мыловаренной промышленности, в медицине и парфюмерии и для получения биодизеля [9, 10, 11].

Рыжик озимый отличается хорошей приспособляемостью и высокой адаптацией к различным условиям вегетации, что позволяет возделывать его в широком диапазоне почвенно-климатических условий [7, 8].

Оценивая достижения селекции рыжика озимого, следует указать на небольшой набор сортов (8 сортов), которые зарегистрированы на сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений.

В последнее время наблюдается заметный рост научного интереса к рыжику как к сельскохозяйственной культуре, благодаря своей пластичности и толерантности к условиям возделывания он все больше приобретает популярность во многих регионах как Российской Федерации, так и за рубежом [4, 9, 11].

Учитывая это, а также значение культуры рыжика в диверсификации растениеводческой отрасли, создание новых, более урожайных, с широкими адаптивными свойствами сортов озимого рыжика является важной задачей. Поэтому научно обоснованный подбор исходного материала, с последующим включением его в селекционный процесс озимого рыжика, является актуальной темой исследования.

Цель исследований

Целью проведенных нами исследований являлась комплексная оценка и анализ исходного материала для селекции озимого рыжика по основным параметрам продуктивности и адаптивности к условиям возделывания.

Методика исследований

Исследования проводили в 2018-2020 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в лесостепной зоне Среднего Поволжья.

Объектом исследований являлись образцы рыжика озимого, различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта использовали сорт Барон селекции Пензенского НИИСХ.

Почвы опытного участка представлены выщелоченными черноземами с содержанием

гумуса 5,9-6,8%. Среднее содержание легкогидролизуемого азота составляет 86,3, подвижного фосфора — 99,3 и калия — 49,8 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора слабощелочная — pH=5,5.

Условия вегетации в годы исследований были различными как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Вегетационный период озимого рыжика в 2018 г. протекал в острозасушливых условиях с ГТК 0,40 и суммой эффективных температур 1441,3°C. Условия вегетации в 2019 г. характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,63, выпало 98,1 мм осадков. Вегетация рыжика в 2020 г. проходила при более благоприятных условиях (ГТК 1,03). За весь период выпало 147,4 мм осадков, в том числе в фазе цветения-спелость — 66,3 мм при среднесуточной температуре воздуха 19,4°C, что соответствует уровню среднеогололетней нормы.

Оценку продуктивности образцов рыжика озимого, определение ее изменчивости и анализ структуры урожая проводили согласно методическим рекомендациям по масличным культурам [12]. Параметры экологической адаптивности определяли по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [13]. Индекс стабильности и показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) определяли по методике, описанной Э.Д. Неттевичем [14]. Экологическую устойчивость и генетическую гибкость сортообразцов сортов определяли по методике А.А. Rossielle и J. Hamblin согласно формулам $Y_{min}-Y_{max}$ и $(Y_2+Y_1)/2$ [15]. Показатель гомеостатичности и селекционная ценность сортообразцов определялись по методике В.В. Хангильдина [16].

Результаты исследований

Известно, что любая культура представляет собой целостную морфогенетическую структуру со своими особенностями роста и развития и формирования продуктивности в конкретных условиях внешней среды [16].

Формирование продуктивности растений рыжика состоит из нескольких этапов развития растений, реализация каждого из которых требует оптимальных условий роста растений. В зависимости от того, на каком из этапов действует стрессовый фактор, запускаются различные механизмы противодействия стрессу, что приводит к изменению пути формирования продуктивности.

Изменение значений показателя приспособленности у образцов рыжика происходило в результате варьирования размера и соотношений вклада основных структурных компонентов в конечную урожайность семян. Наибольшее влияние на формирования продуктивности растений оказывают число стручков на одном растении, число семян в стручке и масса 1000 семян.

В процессе структурного анализа урожая установлено, что размах варьирования количества стручков на растении у сортообразцов составил от 151 до 287 шт., при 251 шт. на растении у сорта Барон (табл. 1).

Выделены образцы, которые имели показатели данного признака 283 (к-1553), 286 (к-4164) и 287 (к-3290) шт. на одном растении и достоверно превышали Барон на 68-72 шт.

Количество семян в стручке варьировало в пределах 13-18 шт., масса 1000 семян в пределах 1,05-1,42 г. Наиболее крупные семена были у номеров к-4165 и к-3290, масса 1000 семян которых составила 1,40 и 1,42 г соответственно.

Таблица 1. Уровень изменчивости компонентов структуры урожая сортообразцов рыжика озимого (2018-2020 гг.)

Table 1. The level of variability of the components of the structure of the yield of varieties of winter camelina (2018-2020)

Показатель	St (Барон)	Сортообразцы				
		min	max	среднее	НСР ₀₅	V, %
Масса 1000 семян, г	1,38	1,05	1,42	1,28	0,04	7,5
Число стручков на растении, шт.	215	151	287	184	36,3	36,3
Число семян в стручке, шт.	16	13	18	16	0,5	16,1

Таблица 2. Продуктивность образцов рыжика озимого (2018-2020 гг.)

Table 2. Productivity of samples of winter camelina (2018-2020)

Образец	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Масличность, %
Барон, st	Пенза	144,3	39,2
к-4156	Марий-Элл	137,9	39,3
к-3290	Алтайский край	157,2	40,9
к-4058	Омск	141,8	39,4
к-4169	Чехословакия	153,1	39,2
к-4165	Германия	136,9	40,7
к-4162	Венгрия	145,7	40,9
к-4159	Саратов	145,3	39,5
к-3816	Иркутск	139,2	37,2
к-2283	Казахстан	130,9	39,3
к-1553	Армения	149,3	40,1
к-4172	Свердловск	133,7	38,8
к-2224	Украина	150,6	39,8
к-4155	Дагестан	150,7	39,9
к-4164	Швеция	153,0	38,4
к-1357	Франция	132,5	38,7
	НСР ₀₅	6,2	0,77



Таблица 3. Параметры стабильности и адаптивности образцов рыжика озимого (2018-2020 гг.)

Table 3. Parameters of stability and adaptability of samples of winter camelina (2018-2020)

Образец	Изменчивость урожайности, %	Экологическая адаптивность	Индекс стабильности, %	ПУСС
Барон, st	20,7	0,97	19,7	1,39
к-4156	21,8	1,10	14,4	1,25
к-3290	19,1	0,96	18,7	1,39
к-4058	22,1	1,14	14,8	1,24
к-4169	22,4	1,02	13,1	1,40
к-4165	18,5	1,06	14,2	1,25
к-4162	25,6	1,10	15,5	1,21
к-4159	24,3	1,09	13,2	1,24
к-3816	24,9	1,12	11,5	1,21
к-2283	27,9	1,13	12,4	1,20
к-1553	18,5	0,99	12,3	1,46
к-4172	29,6	1,14	12,2	1,20
к-2224	20,8	1,03	18,8	1,25
к-4155	21,6	1,06	17,4	1,22
к-4164	25,6	1,08	10,1	1,41
к-1357	20,9	1,09	11,6	1,29

Наиболее мелкие семена сформировали сортообразцы к-4058 (1,04 г), к-4159 (1,09 г) и к-3816 (1,10 г). Данный показатель у остальных номеров был на уровне сорта стандарта.

Высокая изменчивость по образцам отмечалась по числу стручков на растении, коэффициент вариации здесь составил 36,3%. Наиболее стабильным признаком являются масса 1000 семян, вариабельность которой составила 7,5%.

Продуктивность культуры выступает как интегральный показатель и отражает весь комплекс биологических свойств сорта и адаптивные возможности культуры при различных климатических условиях.

Урожайность сортообразцов озимого рыжика за годы исследований варьировала в широких пределах — от 130,9 г/м² у образца к-2283 (Казахстан) до 157,2 г/м² у сортообразца к-3290 (Алтайский край). Наиболее высокая продуктивность отмечена у номеров к-2224 (150,6 г/м²), к-4155 (150,7 г/м²), к-4164 (153,0 г/м²), к-4169 (153,1 г/м²) и к-3290 (157,2 г/м²), что существенно превышало сорт Барон — на 6,3-12,9 г/м² (табл. 2).

Низкая урожайность в среднем за 3 года отмечена у сортообразцов к-2283 (Казахстан), к-1357 (Франция), к-4172 (Свердловск), к-4165 (Германия), к-4156 (Марий-Элл) и к-3816 (Иркутск), которая составила 130,9-139,2 г/м² и была ниже стандарта на 5,1-13,4 г/м². Это свидетельствует об меньшем проявлении адаптивности, пластичности и стабильности данных сортообразцов к влиянию факторов внешней среды условий вегетации.

Образцы к-4058, к-4162 и к-4159 сформировали урожайность на уровне стандарта, их продуктивность составила 141,8-145,7 г/м². При этом масличность составила 39,4-40,9%, что на 0,02-1,70% выше относительно стандартного сорта.

В среднем масличность образцов варьировала в пределах от 37,2 до 40,9%. По содержанию жира выделились номера к-4165 (Германия), к-4162 (Венгрия) и к-3290 (Алтайский край), масличность которых составила 40,7 и 40,9%, что было выше относительно сорта Барон на 1,50-1,70%.

Таблица 4. Параметры устойчивости и селекционная ценность сортообразцов рыжика озимого (2018-2020 гг.)

Table 4. Parameters of resistance and breeding value of varieties of winter camelina (2018-2020)

Образец	Экологическая устойчивость	Ном	Генетическая гибкость	Селекционная ценность (Sc)
Барон, st	-0,22	3,03	1,27	1,07
к-4156	-0,21	2,64	1,37	1,13
к-3290	-0,07	11,22	1,26	1,30
к-4058	-0,19	1,89	1,36	1,22
к-4169	-0,24	2,38	1,48	1,38
к-4165	-0,08	6,47	1,36	1,28
к-4162	-0,18	4,67	1,28	1,09
к-4159	-0,13	1,65	1,42	1,27
к-3816	-0,22	2,96	1,40	1,22
к-2283	-0,33	4,92	1,41	1,24
к-1553	-0,05	4,90	1,46	1,12
к-4172	-0,30	3,41	1,36	1,09
к-2224	-0,26	13,07	1,30	1,16
к-4155	-0,22	18,50	1,37	1,31
к-4164	-0,14	10,13	1,37	1,22
к-1357	-0,22	3,37	1,43	1,21

Об адаптивности сортов к условиям среды в первую очередь судят по пластичности и стабильности их урожайности, как наиболее важного количественного признака генотипа. Разнообразные условия вегетации озимого рыжика (от сильно засушливых до умеренно-увлажненных) позволили получить наиболее полную оценку по реакции сортообразцов на изменение стрессовых факторов среды.

Изменчивость урожайности сортообразцов озимого рыжика по годам составила 18,5-29,6% (табл. 3).

Незначительное варьирование урожая отмечено у образцов к-1553, к-4165 и к-3290, коэффициент вариации которых составил 18,5 и 19,1% соответственно. Это говорит о довольно стабильном формировании их урожайности и генетической защищенности во все годы изучения.

У остальных образцов данный показатель превысил 20%-й рубеж. Наибольший коэффициент вариации отмечен у образцов к-2283 (27,9%) и к-4172 (29,6%), что показывает большую изменчивость их урожайности по годам изучения.

При этом все образцы показали достаточно высокую экологическую адаптивность, значение *bi* варьировали в пределах 0,96-1,14. Наиболее адаптированными являются образцы к-3290 (*bi*=0,96), к-1553 (*bi*=0,99), к-4169 (*bi*=1,02) и сорт Барон (*bi*=0,97). Данные номера более адаптированы к агроклиматическим условиям Пензенского региона и способны формировать высокий урожай не только в благоприятных условиях, но и при воздействии неблагоприятных и стрессовых факторов.

Сортообразцы, у которых коэффициент стабильности *bi*>1,0 (к-4156, к-4058, к-3816, к-2283 и к-4172), относятся к интенсивному типу и хорошо отзываются на улучшение агротехнологических условий, но более часто снижают свою продуктивность при стрессовых агроклиматических факторах.

Другим важным параметром, характеризующим устойчивость проявления реакций сортообразца в разных условиях среды, является показатель индекса стабильности (ИС), который варьировал по образцам в диапазоне 12,2-19,7%.

Наиболее высокие значения данного признака имели образцы к-4155 (17,4%), к-2224 (18,8%), к-3290 (18,7%) и Барон (19,7%), что показывает их высокую толерантность и большую приспособленность рыжика к конкретным условиям возделывания.

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности. Оценка сортообразцов по данному признаку показала, что все номера отличались высоким значением показателя ПУСС. Наибольшим значением уровня стабильности сорта отличались образцы к-4169, к-4164 и к-1553, значение ПУСС которых составило 1,40, 1,41 и 1,46 соответственно, что характеризует способность сортообразца отзываться на улучшение условий выращивания, а при их ухудшении поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности.

При меняющихся климатических условиях важным показателем оценки сортообразцов озимого рыжика является их экологическая устойчивость, то есть их устойчивость ко всем стрессовым проявлениям (засухе и избыточному увлажнению). Самая высокая экологическая устойчивость отмечена у сортообразцов к-1553, к-3290 и к-4165, уровень которой составил -0,05; -0,07 и -0,08 соответственно, что показывает более широкий диапазон их приспособительных возможностей (табл. 4).

Наиболее низкую стрессоустойчивость (-0,33 и -0,30) имели образцы к-2283 и к-4172, что подтверждается их большей вариабельностью урожайности по годам.

Гомеостатичность характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды, критерием гомеостатичности (Ном) сортообразцов можно считать их способность поддерживать низкую вариабельность признаков продуктивности.

По гомеостатичности выделились образцы к-4164 (Ном=10,13), к-4155 (Ном=18,50), к-2224 (Ном=13,07) и к-3290 (Ном=11,22), которые способны сводить к минимуму последствия неблагоприятных воздействий внешней среды и проявляют относительно динамическое постоянство в формировании урожайных признаков.



Низкий уровень Нот отмечен у образцов к-4058, к-4159, к-4169 и к-4156 и составил в пределах 1,65-2,64. Это говорит о том, что даже формируя высокий урожай в оптимальных условиях, данные генотипы не могут считаться гомеостатичными, так как отличаются нестабильностью урожая при изменении условий.

Показатель средней урожайности сортообразцов рыжика в оптимальных и стрессовых условиях характеризует их генетическую гибкость, значения указывают на различную степень соответствия между генотипом образца и факторами среды.

Максимальное значение генетической гибкости отмечено у образцов к-1553 и к-4169, у которых соотношение между генотипом и факторами среды составило 1,46 и 1,48 соответственно.

Кроме этого, образец к-4169 обладает высокой селекционной ценностью ($Sc=1,38$), которая объединяет показатели урожайности генотипа с его адаптивностью к различным условиям возделывания. По данному показателю также заслуживают внимания образцы к-3290 ($Sc=1,30$), к-4165 ($Sc=1,28$), к-4155 ($Sc=1,31$) и к-4159 ($Sc=1,27$), сочетающие в себе высокую урожайность с потенциальными адаптивными возможностями.

Заключение

Оценка сортообразцов рыжика озимого показала их достаточно высокую адаптивность к контрастным условиям лесостепи среднего Поволжья. Все изучаемые образцы в среднем за 3 года сформировали высокую урожайность семян — 130,9-157,2 г/м² с масличностью до 40,9%.

Наиболее высокая продуктивность отмечена у номеров к-4164, к-4169 и к-3290, урожайность которых существенно превышала сорт Барон — на 8,7-12,9 г/м² и составила 153,0-157,2 г/м². По содержанию жира выделились номера к-4162 и к-3290, масличность которых составила 40,9%, что было выше относительно стандарта на 1,70%.

При этом все образцы показали достаточно высокую экологическую адаптивность, значения bi варьировали в пределах 0,96-1,14. Наиболее адаптивными и урожайными являются образцы к-3290 ($bi=0,96$), к-1553 ($bi=0,99$) и к-4169 ($bi=1,02$). Наибольшим значением уровня стабильности сорта (ПУСС) отличались образцы к-4169, к-4164 и к-1553, значение которого составило 1,40, 1,41 и 1,46 соответственно. По гомеостатичности выделились образцы к-4155 (Нот=18,50) и к-2224 (Нот=13,07).

Максимальное значение генетической гибкости отмечено у образцов к-1553 и к-4169, у которых соотношение между генотипом и факторами среды составило 1,46 и 1,48 соответственно. Кроме этого, образец к-4169 обладает и наиболее высокой селекционной ценностью ($Sc=1,38$),

Таким образом, анализируя изучаемые сортообразцы, можно сказать, что они представляют интерес в качестве исходного материала для селекции рыжика озимого.

Информация об авторе:

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, prakhova.tanya@yandex.ru

Information about the author:

Tatyana Ya. Prakhova, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of selection technologies,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, prakhova.tanya@yandex.ru

Список источников

- Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н., Зубоченко А.А., Прахов В.А. Оценка сортообразцов рыжика озимого (CAMELINA SYLVESTRIS WALLER SSP. PILOSA ZING.) по экологической адаптивности // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 564-572. doi: 10.15389/agrobiol.2020.3.564rus
- Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.
- Гужов Ю.Л., Фукс А., Величек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений. М.: Мир, 2003. 536 с.
- Turina, E.L., Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2019). Assessment of productivity and adaptability of Camelina sativa varieties. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 341. 012085. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012085
- Kurasiak-Popowska, D., Tomkowiak, A., Człopińska, M., Bocianowski, J., Weigt, D., Nawracał, J. (2018). Analysis of yield and genetic similarity of Polish and Ukrainian Camelina sativa genotypes. *Industrial Crops and Products*, vol. 123, pp. 667-675. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.07.001
- Вавилов Н.И. Селекция как наука. Л.: Наука, 1967. Т. 1. С. 328-342.
- Прахов В.А. Скрининг исходного материала для селекции озимого рыжика // Труды конференции «Научное обеспечение развития АПК России». Пенза, 2015. С. 72-77.
- Турина Е.Л. Значение и культивирование Camelina sp. в различных регионах мира (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 3 (19). С. 133-151. doi: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-133-151
- 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 экологогеографических условиях // Масличные культуры. 2020. Вып. 2 (182). С. 44-50. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-44-50
- Sainger, M., Chaudhary, D., Jaiwal, P.K., Jaiwal, A., Sainger, P.A., Jaiwal, R. (2017). Advances in genetic improvement of Camelina sativa for biofuel and industrial bioproducts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 68, pp. 623-637. doi: 10.1016/j.rser.2016.10.023
- Ratusz, K., Symoniuk, E., Wroniak, M., Rudzińska, M. (2018). Bioactive compounds, nutritional quality and oxidative stability of cold-pressed camelina (Camelina sativa L.) oils. *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 8, issue 12, p. 2606. doi: 10.3390/app8122606
- Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.
- Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. Минск, 2008. Т. 1. С. 50-56.
- Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 3. С. 50-55.
- Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments. *Crop Sci.*, no. 6, pp. 12-23.
- Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. Одесса, 1984. С. 67-76.

References

- Turina, E.L., Prakhova, T.Ya., Turin, E.N., Zubochenko, A.A., Prakhov, V.A. (2020). Otsenka sortoobraztsov ryzhika ozimogo (CAMELINA SYLVESTRIS WALLER SSP. PILOSA ZING.) po ehkologicheskoi adaptivnosti [Assessment of cultivars of winter camelina (CAMELINA SYLVESTRIS WALLER SSP. PILOSA ZING.) by ecological adaptability]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 55, no. 3, pp. 564-572. doi: 10.15389/agrobiol.2020.3.564rus

2. Zhuchenko, A.A. (2001). *Adaptivnaya sistema selektsii rastenii (ehkologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis)]. Moscow, RUDN university publishing house, vol. 1, 780 p.

3. Guzhov, Yu.L., Fuchs, A., Velichek, P. (2003). *Selektsiya i semenovodstvo kul'tiviruemyykh rastenii* [Selection and seed production of cultivated plants]. Moscow, Mir Publ., 536 p.

4. Turina, E.L., Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2019). Assessment of productivity and adaptability of Camelina sativa varieties. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 341. 012085. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012085

5. Kurasiak-Popowska, D., Tomkowiak, A., Człopińska, M., Bocianowski, J., Weigt, D., Nawracał, J. (2018). Analysis of yield and genetic similarity of Polish and Ukrainian Camelina sativa genotypes. *Industrial Crops and Products*, vol. 123, pp. 667-675. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.07.001

6. Vavilov, N.I. (1967). *Selektsiya kak nauka* [Breeding as a science]. Leningrad, Nauka Publ., vol. 1, pp. 328-342.

7. Prakhov, V.A. (2015). Skrininng iskhodnogo materiala dlya selektsii ozimogo ryzhika [Screening of the source material for breeding winter ginger]. *Trudy konferentsii «Nauchnoe obespechenie razvitiya APK Rossii»* [Proceedings of the conference: Scientific support for the development of the agro-industrial complex of Russia]. Penza, pp. 72-77.

8. Turina, E.L. (2019). Znacheniye i kul'tivirovaniye Camelina sp. v razlichnykh regionakh mira (obzor) [The value and cultivation of Camelina sp. in different regions of the world (overview)]. *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki* [Taurida herald of the agrarian sciences], no. 3 (19), pp. 133-151. doi: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-133-151

9. Kon'kova, N.G., Shelenga, T.V., Malyshchev, L.L., Rybakova, T.P., Asfandiyarova, M.Sh. (2020). Iskhodnyi material dlya selektsii yarovogo ryzhika (Camelina sativa (L.) Crantz) po sodержaniyu masla i belka v semenakh v razlichnykh ehkologo-geograficheskikh usloviyakh [Initial material for the selection of spring camelina (Camelina sativa (L.) Crantz) by the content of oil and protein in seeds in various ecological and geographical conditions]. *Maslichnye kultury* [Oil crops], no. 2 (182), pp. 44-50. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-44-50

10. Sainger, M., Chaudhary, D., Jaiwal, P.K., Jaiwal, A., Sainger, P.A., Jaiwal, R. (2017). Advances in genetic improvement of Camelina sativa for biofuel and industrial bioproducts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 68, pp. 623-637. doi: 10.1016/j.rser.2016.10.023

11. Ratusz, K., Symoniuk, E., Wroniak, M., Rudzińska, M. (2018). Bioactive compounds, nutritional quality and oxidative stability of cold-pressed camelina (Camelina sativa L.) oils. *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 8, issue 12, p. 2606. doi: 10.3390/app8122606

12. VNIIMK (2007). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Краснодар, VNIIMK, 113 p.

13. Kilychevskii, A.V., Khotyleva, L.V. (2008). Geneticheskie osnovy selektsii rastenii [Genetic foundations of plant breeding]. *Obshchaya genetika rastenii* [General plant genetics]. Minsk, vol. 1, pp. 50-56.

14. Nettevich, E.D. (2001). Potentsial urozhainosti rekomendovannykh dlya vozdelvaniya v Tsentral'nom raione RF sortov yarovoi pshenitsy i yachmenya i ego realizatsiya v usloviyakh proizvodstva [The potential yield recommended for cultivation in the Central region of the Russian Federation varieties of spring wheat and barley and its implementation in the conditions of production]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 3, pp. 50-55.

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

16. Khangil'din, V.V., Biryukov, S.V. (1984). Problema gomeostaza v genetiko-selektsionnykh issledovaniyakh [The problem of homeostasis in genetic selection studies]. *Genetiko-tsitologicheskie aspekty v selektsii sel'skokhozyaystvennykh rastenii* [Genetic and cytological aspects in the selection of agricultural plants]. Odessa, pp. 67-76.