

Результаты изучения образцов рода Житняк (*Agropyron* Gaertn.) из мировой коллекции генетических ресурсов растений ВИР в условиях Якутии

DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-59-71

УДК 631:633.28

Поступление/Received: 01.01.2020

Принято/Accepted: 01.03.2021

В. М. КОРЯКИНА¹, А. А. КОЧЕГИНА²

¹ Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова, 677001 Россия, г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1
✉ korvenmich@gmail.com

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44
✉ akochegina@rambler.ru

Results of studying wheatgrass (*Agropyron* Gaertn.) accessions from the VIR global genetic resources collection in Yakutia

V. M. KORYAKINA¹, A. A. KOCHEGINA²

¹ M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture, 23/1 Bestuzheva-Marlinskogo St., Yakutsk 677001, Russia
✉ korvenmich@gmail.com

² N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190031, Russia
✉ akochegina@rambler.ru

В условиях меняющегося климата планеты исследователи стремятся использовать в селекционно-генетических программах растения, способные расти в экстремальных почвенно-климатических условиях. Как кормовая культура для этих целей наиболее приспособлен житняк из рода *Agropyron* Gaertn., температурный ареал распространения которого лежит в пределах от +42 (аридная зона) до –60°C (Верхоянск). Использование разных видов житняка как культуры для аридных условий довольно хорошо изучено в США, Канаде, России, Казахстане. Генетическое и селекционное изучение житняка развивается в разных странах мира. В Якутии с резко континентальным климатом житняк в культуру еще не введен, хотя мог бы найти широкое применение для создания прочной кормовой базы.

Целью работы являлось изучение и отбор исходного перспективного селекционного материала житняка, выявление образцов по наиболее ценным хозяйственным признакам. В результате двухлетнего изучения 19 образцов разных видов житняка мировой коллекции ВИР, впервые проведенного в 2018 и 2019 г. в коллекционном питомнике в Центральной Якутии, выделились ценные образцы, превышающие среднее по урожайности зеленой массы по двум укосам: к-52382 – житняк гребневидный из Павлодарской области (Казахстан) – на 43% и к-48705 – житняк керченский – на 40%. По урожайности сухой кормовой массы (прибавка 40,2% к среднему), а также по сумме двух укосов по урожаю зеленой и сухой кормовой массы выделился образец житняка гребневидного к-52382 (212,7 г/растение).

По высокой урожайности семян выделились образцы к-52440 житняк сибирский из Ставропольского края – 43,5 г/м² и к-51330 житняк гребневидный из Челябинской области – 41,7 г/м². По содержанию сырого и переваримого протеина выделились образцы: житняк гребневидный: сорт 'Ephraim', США (к-50857) – 14,6% и 99 г/кг корма соответственно, житняк сибирский: сорт 'Vavilov II', США (к-50858) – 14,2% и 96 г/кг корма. Зимостойкость 12 образцов оказалась 100%, у 7 образцов – 80%.

Ключевые слова: виды житняка, мировая коллекция ВИР, климатические условия, зимостойкость, урожайность, сырой и переваримый протеин.

With the globally changing climate, researchers seek to use plants adapted to extreme environments in breeding and genetic programs. As a forage crop, the wheatgrass from the genus *Agropyron* Gaertn. is most suitable for such purposes. The area of temperature distribution for wheatgrass lies in the range from +42 (arid zone) to –60°C (Verkhoyansk). The use of different wheatgrass species as a crop for arid conditions is quite profoundly studied in the USA, Canada, Russia, and Kazakhstan. Genetic and breeding studies are underway in different countries. In Yakutia, with its extremely continental climate, wheatgrass has not yet been introduced as a crop, although it could play an important role in establishing a sustainable fodder reserve.

The aim of the work was to study and select promising breeding source material, identifying germplasm with the best agronomic traits. As a result of a two-year study of 19 accessions of different wheatgrass species from the collection of VIR, undertaken in 2018 and 2019 in the collection nursery in Central Yakutia, plant forms were selected that exceeded the average green biomass yield for two cuts: k-52382 (wild crested wheatgrass, Pavlodar Region, Kazakhstan) by 43%, and k-48705 (wild-growing Kerch wheatgrass) by 40%. Besides, wild wheatgrass accession k-52382 was identified for its dry matter yield (40.2% higher than the average) and for the total green and dry matter yield for the two cuts (212.7 g/plant).

Accessions k-52440 (wild Siberian wheatgrass, Stavropol Territory) and k-51330 (crested wheatgrass, Chelyabinsk Province) were selected for their high seed yield (43.5 g/m² and 41.7 g/m², respectively). The content of crude and digestible protein was the highest in k-50857 (crested wheatgrass cv. 'Ephraim', USA) and k-50858 (Siberian wheatgrass cv. 'Vavilov II', USA): 14.6% and 99 g/kg of feed, and 14.2% and 96 g/kg of feed, respectively. Winter hardiness of 12 accessions turned out to be 100%, with 80% in another 7 accessions.

Key words: wheatgrass species, the VIR global collection, climate conditions, winter hardiness, yield, green biomass, dry matter, crude and digestible protein.

Введение

Житняк является ценным засухоустойчивым многолетним аридным богарным кормовым злаком, введенным в культуру в конце XIX века на Валуиской опытной станции близ Саратова ученым агрономом В. С. Богданом. Отсюда семена житняка были взяты для изучения в США, а затем в Канаду, где были созданы первые сорта. В России работу с культурой житняка продолжили на Камышинской и Краснокутской опытных станциях, а также на Безенчукской и Приаральской опытных станциях в Казахстане. Первые отечественные сорта житняка были созданы на Краснокутской, а затем на Приаральской опытной станции ВИР (Bogdan, Moskalenko, 1940; Konstantinov, 1936; Velichko, 1981).

Культура житняка и природа его использования определяются его уникальными экологическими и биологическими свойствами, такими как ценное качество корма, высокая продуктивность, высокая засухо- и жароустойчивость, устойчивость к низким температурам и относительная солеустойчивость, устойчивость к вытаптыванию, продуктивное долголетие (12–15 лет и более), нетребовательность к плодородию почвы и присутствие симбиотической микрофлоры на корнях житняка, дающей возможность абсорбировать азот из воздуха. Все это позволяет культуре житняка не только занимать устойчивое положение в аридном кормопроизводстве, но и использоваться как эффективный фитомелиорант для повышения продуктивности деградированных почв (Shain, Karunin, 1950; Velichko, 1981; Sukharev et al., 2011; Kravtsov, 2009; Bukhteeva et al., 2016).

Житняк (*Agropyron* Gaertn.) относится к трибе Triticeae Dum. типового подсемейства семейства Poaceae Barnh. Это фестукоидный злак, распространенный в основном в северном полушарии, часто – в горах. Житняк – растение ксерофитного типа. Ареал видов рода находится в степной и пустынно-степной зонах Евразии на равнинах и горных склонах.

Житняки различаются по форме колоса, положению колосков в колосе, плотности колоса и другим признакам. В Евразии используют в культуре четыре вида: два ширококолосых – житняк гребенчатый – *A. cristatum* (L.) Beauv. s.l.) и житняк гребневидный – *A. cristatum* (L.) Beauv. subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tsvet. (syn. *A. pectiniforme* Roem et Schult.) – и два узкоколосых – житняк сибирский, или песчаный, или житняк ломкий – *A. fragile* (Roth) Candargy (syn. *A. fragile* subsp. *sibiricum* (Willd.) Melderis), и житняк пустынный – *A. desertorum* (Fisch. ex Link.) Schult. В монографии, выполненной сотрудниками ВИР под руководством А. В. Бухтеевой на основе обобщения материалов по роду *Agropyron*, представлена таксономическая система рода (Bukhteeva et al., 2016). На территории России и сопредельных стран, по данным А. В. Бухтеевой, насчитывается 11 видов житняка и 13 подвидов. Названия таксонов в нашей работе приведены в соответствии с вышеприведенной монографией и едиными паспортными дескрипторами растений коллекции образцов житняка генбанка ВИР.

В естественной природе Якутии известно широкое распространение житняка гребенчатого по остепненным лугам, степным и каменисто-щебнистым склонам Арктического, Яно-Индиго-Ирского, Центрально-Якутского, Верхне-Ленского и Алданского флористических районов. Однако в культуру житняк в Республике Саха еще не введен (Koryakina, 2019).

Главной проблемой животноводства как основной отрасли сельскохозяйственного производства Республики Саха является низкая продуктивность сельскохозяйственных животных из-за нехватки кормов (Emelyanova, 2013). Одной из крупных сельскохозяйственных территорий, где содержится более 93,7% всего поголовья крупного рогатого скота и лошадей и заготавливается до 29–30% общереспубликанского объема сена, является район Лено-Амгинского междуречья Центральной Якутии. Луга и пастбища этого региона малопродуктивны из-за процессов деградации почв и требуют поверхностного и коренного улучшения с подсевом или посевом семян многолетних трав. Для этого необходимы высокопродуктивные сорта, приспособленные к суровым малоснежным зимам, недостатку атмосферных осадков и засоленности почвы. Поэтому селекционеры Якутского НИИ сельского хозяйства обратили внимание на житняк.

Селекционная работа с житняком началась в Якутском НИИ сельского хозяйства в 2014 г. с изучения десяти селекционных образцов житняка гребневидного и ж. сибирского, предоставленных Научно-производственным центром зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Республика Казахстан). Были выделены перспективные для дальнейшего изучения образцы, среди них – сорт 'Батыр'. Для расширения исследований Якутскому НИИСХ требовались образцы из мировой коллекции генетических ресурсов ВИР из разных эколого-географических групп, а также зарубежные образцы, которые были специально отобраны нами для этих целей. Изучение образцов житняка из коллекции ВИР в условиях Якутии проводилось впервые.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследований послужили образцы житняка, поступившие в коллекцию ВИР из пяти стран мира, в том числе Украины – 6 образцов, России – 4, США – 4, Казахстана – 3, Венгрии – 2. Мы распределили образцы по эколого-географическим группам (табл. 1). В таблице образцы представлены следующими видами и подвидами: житняк гребневидный, ж. гребенчатый, ж. сибирский, ж. керченский – *A. cimmericum* Nevski, ж. жестколистный – *A. cristatum* subsp. *sclerophyllum* Novopokr. В качестве стандарта был выбран сорт гребневидного житняка из Казахстана 'Батыр', поскольку он выделился в предыдущем изучении. Стандарт высевали через 10 образцов.

Краткая характеристика сорта-стандарта.

Сорт 'Батыр' выведен в НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева Республики Казахстан для сенокосного использования на обычных зональных почвах степной зоны. Формирует выровненный травостой с высотой стеблей 72 см, облиственностью до 41%. В период отрастания весной отличается интенсивным и мощным развитием надземной массы. Межфазный период вегетации от отрастания до укосной спелости (фаза начала цветения – 12–17 июня) составляет 48–65 дней, до созревания семян (22–25 июля) – 87–98 дней. Содержание протеина в сухом веществе – 11,7%, клетчатки – 29,2%, жира – 1,8%, золы – 6,0%, кормовых единиц – 0,68 кг/кг. Сорт 'Батыр' средневосприимчив к стеблевой и бурой ржавчине, устойчив к пыльной головне, отличается исключительно высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Районирован с 1992 г. по Акмолинской и Северо-Казахстанской областям (Filippova, 2017).

Таблица 1. Эколого-географическая характеристика, виды и всхожесть образцов житняка
Table 1. Ecogeographic characteristics, species and germination rates of wheatgrass accessions

№ по каталогу ВИР	Название образца	Происхождение	Эколого-географическая группа	Всхожесть, %
Житняк гребневидный				
к-47346	Батыр	ВНИИЗХ Сев. Казахстан	Казахстанская пустынно-степная	21,6
к-52382	дикорастущий	Павлодарская обл.	Казахстанская пустынно-степная	14,8
к-52380	дикорастущий	Павлодарская обл.	Казахстанская пустынно-степная	20,6
к-51330	дикорастущий	Челябинская обл.	Казахстанско-сибирская сухостепная	24,6
к-51768	дикорастущий	Донецкая обл.	Украинская степная	4,6
к-52357	дикорастущий	Донецкая обл.	Украинская степная	20,8
к-51363	дикорастущий	Украина	Причерноморская степная	67,0
к-51101	дикорастущий	Украина	Причерноморская степная	39,8
к-50857	Ephraim	США	Интродуцент, американский сенокосно-пастбищный сортотип	14,0
к-50889	дикорастущий	Венгрия	Причерноморская степная	3,6
к-46167	дикорастущий	Крымская обл.	Крымская	26,0
Житняк керченский				
к-48705	дикорастущий	Украина	Крымская	27,4
Житняк жестколистный				
к-51604	дикорастущий	Краснодарский край	Причерноморская степная	19,6
Житняк гребенчатый				
к-50974	Петровский	Украина	Украинская степная	68,8
к-49171	дикорастущий	Алтайский край	Восточносибирская	28,4
Житняк сибирский				
к-50858	Vavilov II	США	Казахстанская пустынно-степная	6,8
к-52440	дикорастущий	Ставропольский край	Восточноевропейская степная	5,6
Зарубежные гибриды ж. гребневидный × ж. пустынный				
к-46937	Hycrest	США	Интродуцент, американский сенокосно-пастбищный сортотип	1,6
к-48559	Hycrest II	США	Интродуцент, американский сенокосно-пастбищный сортотип	7,0

Исследования проводили в 2018 и 2019 г. в условиях второй надпойменной террасы долины реки Лена Хангаласского улуса Центральной Якутии на полевом стационаре лаборатории селекции и семеноводства кормовых культур Якутского НИИ сельского хозяйства в условиях естественного увлажнения. Стационар расположен в 60 км к юго-западу от Якутска, между поселком Ой и г. Покровск. Метеорологические данные приведены для Центральной метеостанции в г. Якутске для оценки средних температурных изменений за десятилетие в сопоставлении с данными за 2018 и 2019 г. Кроме того,

приведены метеорологические данные за вегетационный период 2018 и 2019 г. по данным метеостанции в г. Покровске.

Почва опытного участка мерзлотно-таежная, палевая, осолодевшая, среднесуглинистая, старопашотная, окультуренная, в слое 0–30 см характеризуется очень низким содержанием гумуса (1,87%). Содержание нитратного азота – 3,58–14,74 мг на 100 г почвы.

Работы проведены по общепринятым методикам «Изучение коллекции многолетних кормовых растений (методические указания)» (Study of the collection..., 1985);

«Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав» (Guidelines..., 1975). Лабораторные исследования выполняли на базе лаборатории биохимии и массовых анализов с использованием спектрального анализатора NIR SCANNER mo LCE 4250.

Фенологические наблюдения за развитием трав проводили по всем вариантам опытов. Начало наступления фазы отмечали, когда в данную фазу вступало 10%, а полное наступление – 75% растений. Динамика прироста надземной растительной массы и биометрические параметры определяли путем взвешивания срезанных растений в поле и в фазах «кущение», «выход в трубку», «цветение». Учет фактического урожая трав определяли с площади всей делянки с пересчетом на 100% чистоту и 16% влажность согласно ГОСТ 27548-97.

Данные результатов исследований подвергали математической обработке методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (Dospikhov, 1985) и компьютерной обработке с помощью программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение

Метеорологические условия.

Сумма температур воздуха за активный период вегетации растений (90–95 дней) в Центральной Якутии за средний многолетний период составляет 1200–1600°C, продолжительность безморозного периода на поверхности почвы – 66–95 дней (Emelyanova, 2013).

Ограничивающие факторы возделывания в Якутии: ультракороткий безморозный период (65–71 день) и короткое засушливое лето с минимальным количеством осадков (110–150 мм), которые выпадают чаще всего в осенние месяцы. В начале вегетации обычно стоит сухая ветреная погода, что создает сложные условия для нормального роста и развития растений.

Особенностью климата Якутии является исключительно быстрый переход от зимы к лету (переход среднесуточных температур от 0 до 5°C) за 11–14 дней. Быстрое нарастание положительных температур способствует интенсивному отрастанию зеленой массы.

На графике (рис. 1) показаны среднемесячные температурные изменения по средним данным за 2000–2010 гг., а также температурные изменения за 2018 и 2019 г. по Центральной Якутской метеостанции. Как видно из графика, наблюдается тенденция на потепление с апреля по июнь. В апреле отмечается более раннее пробуждение растений. При анализе среднемесячных многолетних температурных данных в г. Покровске (близ полевого стационара) и в г. Якутске в вегетационный сезон (табл. 2) данные оказались сопоставимы. В начале и середине вегетационного периода (апрель – июнь) в Покровске температура на 0,1–0,3°C выше, а в середине и конце периода (июль – октябрь) на 0,2–1,2°C ниже, чем в Якутске.

Как отмечают исследователи, для растений большое значение имеет не общая суммарная продолжительность вегетационного периода, а время наступления отдельных фенологических фаз. Вегетационный период 2018 г. характеризовался ранней теплой весной, жарким летним периодом с неравномерным распределением осадков и теплой продолжительной осенью с малым количеством осадков. Май был теплее обычного, с обильными дождями: выпало 173% осадков летней нормы (табл. 3, рис. 2).

Последние заморозки отмечены только во второй декаде мая (–5,4°C). Июнь жаркий и сухой, с крайне неравномерным выпадением осадков. В начале июня стояла теплая и сухая погода. Среднедекадная температура равна 15,2°C (среднемноголетняя 11,9°C), без осадков. Дожди начались со второй декады июня, что благоприятно повлияло на рост и развитие растений.

Весна 2019 г. была ранней, достаточно теплой, на 2°C выше средних многолетних данных, что благоприятно отразилось на начале роста растений. Среднемесячная температура воздуха в мае составила от +3 до +6°C, осадков выпало 14,6 мм. Ледоход на р. Лена под г. Покровск отмечен 16 мая. Июнь характеризовался теплой погодой, среднемесячная температура была в пределах от +14 до +16°C. Особенно теплыми выдались середина первой и конец второй декады месяца: дневная температура до-

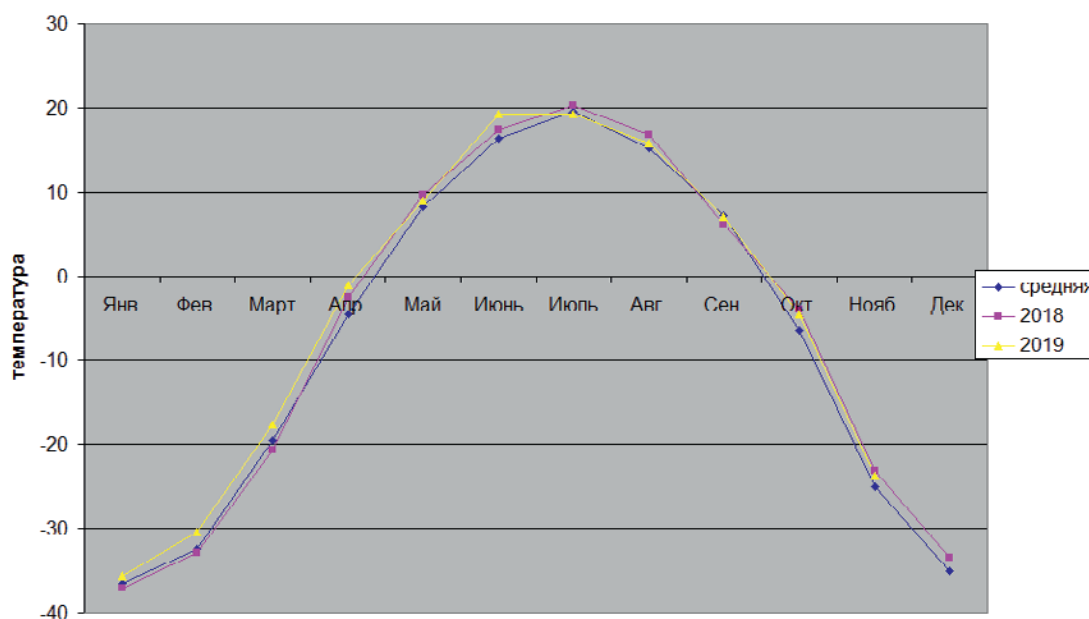


Рис. 1. График среднемесячных температурных изменений в Якутске

Fig. 1. Graph of mean monthly temperature changes in Yakutsk

Таблица 2. Сравнение температурных данных в Якутске и Покровске**Table 2. Comparison of temperatures in Yakutsk and Pokrovsk**

Месяцы	Средняя многолетняя температура в Покровске, °С	Средняя многолетняя температура в Якутске, °С	Δ средних многолетних температур, °С
апрель	-4,3	-4,6	0,3
май	8,3	8,2	0,1
июнь	16,6	16,4	0,2
июль	19	19,5	0,5
август	15	15,2	0,2
сентябрь	6	7,2	1,2
октябрь	-6,7	-6,5	0,2

Таблица 3. Метеорологические условия в г. Покровске в 2018–2019 гг.**Table 3. Meteorological conditions in Pokrovsk in 2018–2019**

Месяцы	Декады	Температура воздуха, °С				Осадки, мм		
		ср. декад. 2018 г.	max	min	ср. декад. 2019 г.	2018 г.	2019 г.	норма
Май	1	7,1	22,4	-7,1	4,1	7,0	6,3	4
	2	5,3	12,0	-5,4	9,9	21,0	2,2	6
	3	13,3	26,2	1,5	10,0	5,0	6,1	9
	месяц	8,7	26,2	-7,1	8,0	33,0	3,2	19
Июнь	1	15,2	25,9	1,4	15,4	0	0	10
	2	14,0	23,3	3,3	17,9	12,0	24,1	11
	3	17,2	25,4	10,2	18,6	11,0	26	16
	месяц	15,5	25,9	1,4	17,3	23,0	2,6	37
Июль	1	23,7	34,6	9,3	16,7	0	0	18
	2	17,9	28,9	2,8	19,8	18,0	24,9	15
	3	15,2	26,8	4,4	17,8	14,0	15,6	13
	месяц	18,8	34,6	2,8	18,1	32,0	5,2	46
Август	1	14,2	27,0	4,6	15,1	18,0	6,3	17
	2	16,8	26,1	4,4	15,3	34,0	2,2	14
	3	15,2	23,0	5,5	13,9	18,0	6,1	13
	месяц	15,4	27,0	4,4	14,8	70,0	3,2	44
Сентябрь	1	6,7	17,8	-2,3		7,0		
	2	5,2	16,0	-7,5		0,4		
	3	4,6	17,6	-6,8		0,4		
	месяц	5,5	17,8	-7,5		7,8		

стигала +30°C, осадков выпало 27,3 мм. Температура в июле и в августе была выше среднемноголетней нормы на +1–2°C. Осадков выпало в июле 28,6 мм, в августе – 45,7 мм (см. табл. 3; рис. 3). Таким образом, в течение двух лет вегетационный период был благоприятным для роста, развития и плодоношения житняка (рис. 4).

Фенология. Первый год наблюдений.

Коллекционный питомник житняка был заложен 28 мая 2018 г. ширококормным способом. В коллекции были высеяны 22 образца разных эколого-географических групп, видов и подвидов (см. табл. 1). Начало всходов отмечено 15 июня у 13 образцов, полное –

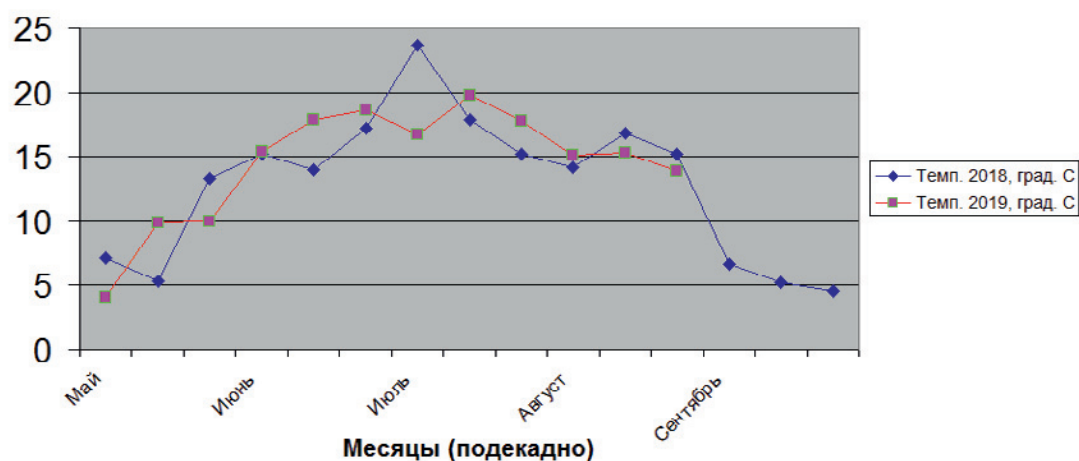


Рис. 2. Среднедекадная температура в г. Покровске в 2018–2019 гг.

Fig. 2. Mean ten-day temperatures in Pokrovsk in 2018–2019

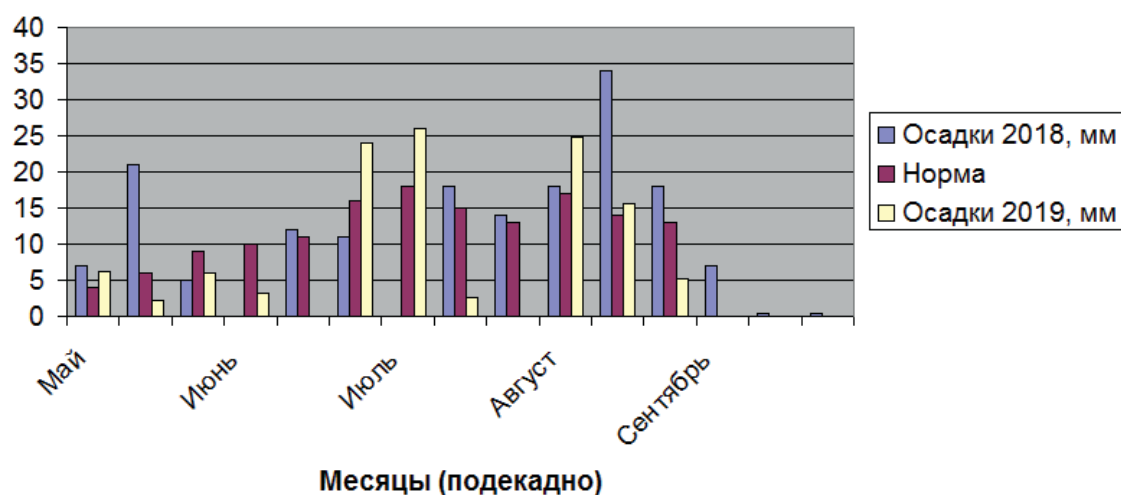


Рис. 3. Сравнительная гистограмма осадков в г. Покровске в 2018–2019 гг.

Fig. 3. Comparative histogram of rainfall in Pokrovsk in 2018–2019



Рис. 4. Сбор семян житняка в коллекционном питомнике в Центральной Якутии

Fig. 4. Harvesting wheatgrass seeds in the collection nursery in Central Yakutia, 2019

19 июня. Всходы отмечены только у 19 образцов и были неровные и изреженные. Процент полевой всхожести варьирует от 2 до 69 (см. табл. 1). У двух образцов житняка гребневидного из Украины (к-50974, к-51363) полевая всхожесть – 69% и 67% соответственно. У трех образцов житняка: к-45843 из Венгрии, к-35996 из Актюбинской области, к-35995 с Урала всходы не отмечены. Под зиму из изучаемых образцов житняка три ушли в фазе «выход в трубку», 16 образцов – в фазе «колошение».

Зимостойкость. Важная положительная особенность житняка – устойчивость к низким и высоким температурам воздуха и почвы. Житняк является одной из самых зимостойких многолетних кормовых культур. От промораживания страдают только молодые всходы. Для условий Якутии зимостойкость является важнейшим показателем устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Зимостойкость образцов определяли по состоянию изучаемых растений житняка осенью, перед уходом в зиму, и весной, в мае, после зимовки. По степени изреженности всходов на делянке судили о степени зимостойкости образцов. Отрастание растений в 2019 г. отмечено с 16 мая у всех образцов, кроме гибридного сорта 'Hycrest' из США (табл. 4).

У 12 образцов зимостойкость была 100%. За стандарт был принят казахский сорт 'Батыр' (к-47346), показавший 100-процентную зимостойкость и в ранее проведенных исследованиях с НПЦ им. А.И. Бараева. Высокую зимостойкость имели образцы житняка гребенчатого, образец к-50974, сорт 'Петровский' из Украины (гибридный сорт с участием канадского сорта 'Kirk') и дикорастущий образец к-49171 из Алтайского края, а также образцы житняка гребневидного разного происхождения (дикорастущие к-52382 и к-52380 из Павлодарской области, к-52357 из Донецкой области; к-51363 и к-51101, сорт 'Ephraim' сенокосно-пастбищного назначения из США). Высокая зимостойкость оказалась у дикорастущих образцов житняка жестколистного (к-51604) и житняка керченского (к-48705) из Краснодарского края. Стопроцентная зимостойкость отмечена у дикорастущего образца житняка сибирского (к-52440) из Ставропольского края. Остальные шесть образцов имели 80-процентную зимостойкость; в их числе – житняк сибирский к-50858 (сорт 'Vavilov II' из США, гибридный сорт 'Hycrest II' (к-48559) из США.

Фенология. Второй год изучения.

Продолжительность межфазных периодов вегетации в условиях Якутии является одним из важных показателей, определяющих урожай зеленой и сухой кормовой массы и семян. Отрастание растений в 2019 г. отмечено с 16 мая. Выход в трубку у образцов коллекции наблюдался в среднем через 13 дней, с 29 мая, за исключением сорта-стандарта 'Батыр', у которого выход в трубку наблюдался на два дня раньше, а также дикорастущего образца житняка гребневидного из Венгрии (к-50889), продолжительность этой фазы у которого оказалась на два дня более растянутой.

Колошение наблюдалось в среднем через 40 дней от отрастания у всех образцов, кроме сорта-стандарта (33 дня) и дикорастущего образца житняка гребневидного из Крымской области к-4617 (35 дней). Массовое цветение образцов произошло в среднем на 57-й день от отрастания. Сжатými сроками прохождения фазы «цветение» отличались образцы: сорт-стандарт

'Батыр' (42 дня), житняк гребневидный к-51769 из Донецкой области, житняк жестколистный к-51604, житняк сибирский сорт 'Vavilov II' к-50858 и гибридный сорт 'Hycrest II' к-48559 из США (53 дня), а также житняк керченский к-48705 (55 дней). Созревание семян наблюдалось на 90-й день у всех образцов коллекции.

Массовое цветение образцов произошло от 18 до 26 июня, первый укос проведен 26 июня во время цветения, второй укос – 12 августа (табл. 5).

Высота растений у всех изучаемых образцов в первом укосе варьировала от 50 до 90 см, во втором – от 51 до 110,5 см. Наиболее высокие показатели роста отмечены во втором укосе у гибрида житняка гребенчатого, сорт 'Петровский' из Украины (к-50974) – 110,5 см, и дикорастущего образца житняка гребневидного из Павлодарской области (к-52380) – 108,5 см. В среднем по двум укосам наиболее высокими показателями роста отличались эти же образцы – к-52380 (96,8 см) и сорт 'Петровский' (95,2 см). Близкие к этим показателям наблюдались у образцов из Казахстана, а также у житняка гребенчатого из Алтайского края (к-49171) и житняка керченского (к-4870).

Как показывает структура травостоя (табл. 6), в первом укосе преобладали генеративные побеги (в среднем до 38%), а во втором – вегетативные (в среднем до 57%). В среднем урожайность семян в 2019 г. составила 9,8 г/м². Высокая урожайность семян наблюдалась у житняка гребневидного к-51330 из Челябинской области (41,7 г/м²) а также у образца к-52380 из Казахстана (25,5 г/м²). Образец житняка сибирского к-52440 оказался самым продуктивным (43,5 г/м²), превысив сорт-стандарт в 5,3 раза.

Как видно из таблицы 7, по урожайности зеленой и сухой кормовой массы в первом укосе отмечены образцы: житняк керченский к-48705 – 90 и 24,5 г/растение соответственно и сорт-стандарт 'Батыр' – 85 и 30,3 г/растение. Кроме того, высокой продуктивностью отличались дикорастущие образцы житняка гребневидного из Казахстана к-52382 и к-52380. Во втором укосе зеленая масса уменьшается, но не у всех образцов. У житняка гребневидного к-51330 из Челябинской области кормовая масса увеличилась на 45%.

По сумме двух укосов по урожаю зеленой массы выделились образцы: к-52382 житняка гребневидного (143,8 г/растение), к-48705 житняка керченского (136,6 г/растение). По урожайности сухой кормовой массы за два укоса отмечен образец к-52382 житняка гребневидного из Казахстана (68,9 г/растение), что превышает среднюю урожайность в 2,9 раза, а сорт-стандарт 'Батыр' – на 45,1%. По сумме двух укосов по урожаю зеленой и сухой кормовой массы выделился тот же дикорастущий образец житняка гребневидного из Казахстана к-52382 (212,7 г/растение).

Оценку питательной ценности житняка проводили в абсолютно сухом веществе корма на первом году жизни в фазе кущения. Самое высокое содержание сырого протеина и переваримого протеина оказалось у образцов из США: сортов 'Ephraim' (к-50857) – 14,6% и 99 г соответственно и 'Vavilov II' (к-50858) – 14,2% и 96 г. Однако, сорт 'Vavilov II' имел зимостойкость 80%.

Высоким содержанием протеина (13,4–13,1%) отличались также образцы: дикорастущий житняк гребневидный к-50889 из Венгрии, к-52382 и к-52380 из Павлодарской области Казахстана, житняк керченский к-48705 и житняк жестколистный к-51604.

Таблица 4. Зимостойкость и продолжительность фенофаз образцов житняка в коллекционном питомнике в условиях Центральной Якутии, второй год изучения, посев 2018 г.

Table 4. Winter hardiness and phenophase duration of wheatgrass accessions in the collection nursery in Central Yakutia, the second year of study, sown in 2018

№ по каталогу ВИР	Название образца	Происхождение	Зимостойкость, %	Количество дней от отрастания до:			
				выхода в трубку	колошения	цветения	созревания
Житняк гребневидный							
47346	Батыр, st	Сев. Казахстан	100	11	33	42	90
52382	дикорастущий	Казахстан	100	13	40	57	90
52380	дикорастущий	Казахстан	100	13	40	57	90
51330	дикорастущий	Челябинская обл.	80	13	40	57	90
51768	дикорастущий	Донецкая обл.	80	13	40	53	90
52357	дикорастущий	Донецкая обл.	100	13	40	57	90
51363	дикорастущий	Украина	100	13	40	57	90
51101	дикорастущий	Украина	100	13	40	57	90
50857	Ephraim	США	100	13	40	57	90
50889	дикорастущий	Венгрия	80	15	40	57	90
46167	дикорастущий	Крымская обл.	80	13	35	57	90
Житняк керченский							
48705	дикорастущий	Украина	100	13	40	55	90
Житняк жестколистный							
51604	дикорастущий	Краснодарский край	100	13	40	53	90
Житняк гребенчатый							
50974	Петровский	Украина	100	13	40	57	90
49171	дикорастущий	Алтайский край	100	13	40	57	90
Житняк узкоколосый сибирский							
50858	Vavilov II	США	80	13	40	53	90
52440	дикорастущий	Ставропольский край	100	13	40	57	90
Зарубежные гибриды жс. гребневидный ×жс. пустынный							
к-46937	Hycrest	США	выпал				
к-48559	HycrestII	США	80	13	40	53	90

Таблица 5. Высота травостоя перед укосами в условиях Центральной Якутии, второй год изучения, посев 2018 г.**Table 5.** Height of wheatgrass stands before cutting in the environments of Central Yakutia, the second year of study, sown in 2018

№ по каталогу ВИР	Название образца	Происхождение	Высота, см		Среднее по двум укосам	% к среднему	% к стандарту
			1 укос	2 укос			
Житняк гребневидный							
47346	Батыр, st	Сев. Казахстан	84,0	93,0	88,5	111,9	100,0
52382	дикорастущий	Казахстан	90,0	86,7	88,3	109,2	99,8
52380	дикорастущий	Казахстан	85,2	108,5	96,8	117,7	109,4
51330	дикорастущий	Челябинская обл.	80,7	91,0	85,8	106,7	96,9
51768	дикорастущий	Донецкая обл.	72,2	83,2	77,7	98,6	87,8
52357	дикорастущий	Донецкая обл.	65,5	75,7	70,6	91,5	79,8
51363	дикорастущий	Украина	82,2	90,0	86,1	107,0	100,7
51101	дикорастущий	Украина	66,5	76,7	71,6	92,5	80,9
50857	Ephraim	США	68,7	75,0	71,8	92,7	81,1
50889	дикорастущий	Венгрия	50,0	51,0	50,5	71,4	57,1
46167	дикорастущий	Крымская обл.	70,5	80,0	75,2	96,1	85,0
Житняк керченский							
48705	дикорастущий	Украина	87,2	95,7	91,4	112,3	103,3
Житняк жестколистный							
51604	дикорастущий	Краснодарский край	67,0	72,0	69,5	90,4	78,5
Житняк гребенчатый							
50974	Петровский	Украина	80,0	110,5	95,2	116,1	107,6
49171	дикорастущий	Алтайский край	89,7	97,5	93,6	114,5	105,8
Житняк сибирский							
50858	Vavilov II	США	76,2	79,0	77,6	98,5	87,7
52440	дикорастущий	Ставропольский край	68,0	76,0	72,0	92,9	84,2
Зарубежные гибриды жс. гребневидный × жс. пустынный							
к-48559	Hycrest II	США	59,3	64,0	61,6	82,5	69,6
Среднее			74,6	83,6	79,1	111,9	
НСР ₀₅			12,6	14,1	16,7		

**Таблица 6. Структура травостоя и семенная продуктивность житняка в коллекционном питомнике (%);
Центральная Якутия, 2019 г, второй год изучения**

**Table 6. Structure of wheatgrass stands and seed yield in the collection nursery (%);
Central Yakutia, 2019, second year of study**

№ по каталогу ВИР	Название образца	Происхождение	Генеративные		Вегетативно удлинённые		Вегетативно укороченные		Урожай семян	
			1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	1 укос	2 укос	г/м ²	% к стандарту
Житняк гребневидный										
к-47346	Батыр, st	Казахстан	60	8	17	25	24	67	8,2	100,0
к-52382	дикорастущий	Казахстан	45	17	7	18	49	65	1,7	20,7
к-52380	дикорастущий	Казахстан	62		22		16		25,5	311,0
к-51330	дикорастущий	Челябинская обл.	30	23	20	30	50	47	41,7	508,5
к-51768	дикорастущий	Донецкая обл.	16		52	46	33	54	3,4	41,5
к-52357	дикорастущий	Донецкая обл.	23	11	43	38	35	51	6,5	79,3
к-51363	дикорастущий	Украина	24	19	52	40	24	41	0	0,0
к-51101	дикорастущий	Украина	23	16	34	35	42	49	2,1	25,6
к-50857	Ephraim	США	43	6	39	19	17	75	0,8	9,8
к-50889	дикорастущий	Венгрия	36		23	52	41	48	7,2	87,8
к-46167	дикорастущий	Крымская обл.	49	5	24	27	24	68	1,5	18,3
Житняк керченский										
к-48705	дикорастущий	Украина	52	15	21	30	26	55	18,7	228,0
Житняк жестколистный										
к-51604	дикорастущий	Краснодар-ский край	31	30	14	25	55	45	8,5	103,7
Житняк гребенчатый										
к-50974	Петровский	Украина	32	16	25	26	44	58	2,2	26,8
к-49171	дикорастущий	Алтайский край	21	6	22	31	58	63	0,1	1,2
Житняк сибирский										
к-50858	Vavilov II	США	47	11	18	39	35	50	2,0	24,4
к-52440	дикорастущий	Ставрополь-ский край	41		15	14	44	86	43,5	530,5
Зарубежные гибриды жс. гребневидный × жс. пустынный										
к-48559	Hycrest II	США	52	18	29	32	19	50	2,7	32,9
Среднее			38	14	27	31	35	57	9,8	

Таблица 7. Урожайность зеленой, сухой кормовой массы и питательная ценность образцов житняка в условиях Якутии, второй год изучения, посев 2018 г.

Table 7. Green biomass and dry matter yields of wheatgrass accessions and their nutritional value in the environments of Yakutia, the second year of study, sown in 2018

№ по каталогу ВИР	Название образца	Зеленая масса, г/растение				Сухая масса, г/растение				Сырой протеин, %	Переваримый протеин, г
		1 укос	2 укос	общее	% к стандарту	1 укос	2 укос	общее	% к стандарту		
Житняк гребневидный											
к-47346	Батыр, st	85,0	45,8	130,8	100,0	30,3	17,2	47,5	100,0	12,8	83,0
к-52382	дикорастущий	77,5	66,3	143,8	109,9	23,2	45,7	68,9	145,1	13,2	87,0
к-52380	дикорастущий	75,0		75,0	57,3	21,8		21,8	45,9	13,3	88,0
к-51330	дикорастущий	47,5	68,9	116,4	89,0	12,5	34,0	46,5	97,9	12,0	76,0
к-51768	дикорастущий	35,0	6,5	41,5	31,7	5,6	2,9	8,5	17,9	11,8	75,0
к-52357	дикорастущий	32,5	19,2	51,7	39,5	6,2	8,7	14,9	31,4	12,9	84,0
к-51363	дикорастущий	32,5	17,7	50,2	38,4	7,4	7,7	15,1	31,8	11,6	72,0
к-51101	дикорастущий	50,0	19,0	69,0	52,8	9,0	8,7	17,7	37,3	12,1	77,0
к-50857	Ephraim	17,5	2,7	20,2	15,4	5,9	1,4	7,3	15,4	14,6	99,0
к-50889	дикорастущий	20,0	5,6	25,6	19,6	7,0	2,4	9,4	19,8	13,4	89,0
к-46167	дикорастущий	42,5	23,0	65,5	50,1	3,6	8,6	12,2	25,7	13,0	85,0
Житняк керченский											
к-48705	дикорастущий	90,0	46,6	136,6	104,4	24,5	16,2	40,7	85,7	13,2	87,0
Житняк жестколистный											
к-51604	дикорастущий	57,5	24,5	82,0	62,7	10,6	9,3	19,9	41,9	13,1	86,0
Житняк гребенчатый											
к-50974	Петровский	40,0	23,8	63,8	48,8	10,7	14,4	25,1	52,8	12,8	83,0
к-49171	дикорастущий	60,0	48,4	108,4	82,9	6,3	15,5	21,8	45,9	12,4	80,0
Житняк сибирский											
к-50858	Vavilov II	57,5	14,9	72,4	55,4	16,9	6,1	23,0	48,4	14,2	96,0
к-52440	дикорастущий	35,0	2,9	37,9	29,0	7,3	0,2	7,5	15,8	12,1	77,0
Зарубежные гибриды жс. гребневидный × жс. пустынный											
к-48559	Hycrest II	42,5	22,3	64,8	49,5	10,8	10,1	20,9	44,0	11,9	75,0
Среднее		49,9	25,5	75,3	57,6	12,2	11,6	23,8	50,2	12,8	83,3
НСР ₀₅		33,4	31,4	43,1		12,3	13,6	16,2			

Заключение

При комплексном изучении биологических и хозяйственно ценных признаков образцов коллекции житняка, впервые проведенном в условиях жесткого континентального климата Центральной Якутии, в 2018–2019 гг. выделены образцы:

- 12 образцов со 100-процентной зимостойкостью: житняк гребенчатый (к-50974), сорт 'Петровский' (к-50974 из Украины, гибридный сорт с участием канадского сорта 'Kirk') и дикорастущий образец к-49171 из Алтайского края; дикорастущие образцы житняка гребневидного разного происхождения (к-52382 и к-52380) из Павлодарской области; образцы к-52357, к-51363 и к-51101 из Украины, сорт 'Ephraim' (к-50857) сенокосно-пастбищного назначения из США; дикорастущий житняк жестколистный к-51604 и житняк керченский к-48705 из Краснодарского края; дикорастущий житняк сибирский к-52440 из Ставропольского края;
- с более быстрым прохождением фазов: сорт-стандарт 'Батыр' (к-47346), житняк жестколистный к-51604;
- с высоким травостоем: гибридный сорт житняка гребенчатого 'Петровский' (к-50974, Украина), дикорастущий житняк гребневидный к-52380 из Павлодарской области, житняк керченский к-48705;
- с высокой урожайностью зеленой и сухой кормовой массы по двум укосам: житняк гребневидный к-52382 из Казахстана;

- с высокой урожайностью зеленой кормовой массы: житняк гребневидный к-52382 и житняк керченский к-48705;

- с высокой семенной продуктивностью: житняк сибирский к-52440 из Ставропольского края, дикорастущий житняк гребневидный к-51330 из Челябинской области;

- с высокой питательной ценностью: житняк гребневидный к-50857 (сорт 'Ephraim' из США), житняк сибирский к-50858 (сорт 'Vavilov II').

Таким образом, в результате первого этапа изучения образцов в течение двух лет удалось получить ценный исходный материал для дальнейшей селекционно-генетической работы.

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0662-2019-0005 «Раскрытие потенциала и разработка стратегии рационального использования генетического разнообразия ресурсов кормовых культурных растений и их диких родичей, сохраняемого в семенных и гербарных коллекциях ВИР».

The research was performed within the framework of the State Task according to the theme plan of VIR, Project No. 0662-2019-0005 "Disclosing the potential and developing a sustainable utilization strategy for the genetic diversity of forage crops and their wild relatives preserved in the seed and herbarium collections at VIR".

References / Литература

- Bogdan V.S., Moskalenko V.R. Wheatgrass (Zhitnyak). Pyatigorsk; 1940. [in Russian] (Богдан В.С., Москаленко В.Р. Житняк. Пятигорск; 1940).
- Bukhteeva A.V., Malyshev L.L., Dzyubenko N.I., Kochegina A.A. Genetic resources of wheatgrass – *Agropyron* Gaertn. St. Petersburg: VIR; 2016. [in Russian] (Бухтева А.В., Малышев Л.Л., Дзюбенко Н.И., Кочегина А.А. Генетические ресурсы житняка – *Agropyron* Gaertn. Санкт-Петербург: ВИР; 2016).
- Dospikhov B.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Emelyanova A.G. Features of soil and climatic conditions of Central Yakutia and adaptive to them varieties of perennial herbs. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013;(2):35-37. [in Russian] (Емельянова А.Г. Особенности почвенно-климатических условий Центральной Якутии и адаптивные к ним сорта многолетних трав. *Достижения науки и техники АПК*. 2013;(2):35-37).
- Filippova N.I., Parsaev E.I., Absattar T.B. Study of the wheat grasses (*Agropyron* Gaertn.) collection on the main economically important features, properties and morphological characteristics in the conditions of Northern Kazakhstan. *Science and World*. 2017;9(49)(Pt I):58-65. [in Russian] (Филиппова Н.И., Парсаев Е.И., Абсаттар Т.В. Изучение коллекции житняка (*Agropyron* Gaertn.) по основным хозяйственно важным признакам, свойствам и морфологическим признакам в условиях Северного Казахстана. *Наука и мир*. 2017;9(49)(ч. I):58-65).

Guidelines for studying the collection of perennial forage grasses (Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu kolleksii mnogoletnikh kormovykh trav). Leningrad: VIR; 1975. [in Russian] (Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. Ленинград: ВИР; 1975).

Konstantinov P.N. Wheatgrass (Zhitnyak). Moscow; 1936. [in Russian] (Константинов П.Н. Житняк. Москва; 1936).

Koryakina V.M. Study of the wheatgrass in the conditions of Yakutia. (Izucheniye zhitnyaka v usloviyakh Yakutii). In: *Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference "Agricultural Science for Agricultural Production in Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria (Agrarnaya nauka – selskokhozyaystvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii)" (Yakutsk, August 14–15, 2019)*. Novosibirsk; 2019. p.37-38. [in Russian] (Корякина В.М. Изучение житняка в условиях Якутии. В кн.: *Материалы XXII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии» (Якутск, 14–15 августа 2019 г.)*. Новосибирск; 2019. С.37-38).

Kravtsov V.A. Development and evaluation of new source material of Siberian wheatgrass (*Agropyron sibiricum* (Willd.) Beauv.) with increased seed and fodder productivity in the Central Cis-Caucasus (Sozdaniye i otsenka novogo iskhodnogo materiala zhitnyaka sibirskogo (*Agropyron sibiricum* (Willd.) Beauv.) s povyshennoy semennoy i kormovoy produktivnostyu v usloviyakh Tsentralnogo Predkavkazy) [dissertation]. Stavropol; 2009. [in Russian] (Кравцов В.А. Создание и оценка нового исходного материала житняка сибирского (*Agropyron sibiricum* (Willd.) Beauv.) с повышенной семенной и кормовой

продуктивностью в условиях Центрального Предкавказья: дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь; 2009).

Shain S.S., Karunin B.A. Wheatgrass (Zhitnyak). Moscow: Selkhozgiz; 1950. [in Russian] (Шаин С.С., Карунин Б.А. Житняк. Москва: Сельхозгиз; 1950).

Study of the collection of perennial fodder plants (guidelines) (Izucheniye kollektsii mnogoletnikh kormovykh rasteniy (metodicheskiye ukazaniya). Leningrad: VIR; 1985. [in Russian] (Изучение коллекции многолетних кормовых растений (методические указания). Ленинград: ВИР; 1985).

Sukharev Yu.I., Borodichyov V.V., Dedova E.B., Sangadzhieva S.A. Selection of phyto-meliorants for reclamation of degraded pastures. *Prirodoobustroystvo = Environmental Management*. 2011;(5):25-31. [in Russian] (Сухарев Ю.И., Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Сангаджиева С.А. Подбор фитомелиорантов для восстановления деградированных пастбищ. *Природообустройство*. 2011; (5):25-31).

Velichko P.K. Wheatgrass (Zhitnyak). Alma-Ata; 1981. [in Russian] (Величко П.К. Житняк. Алма-Ата; 1981).

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Корякина В.М., Кочегина А.А. Результаты изучения образцов рода Житняк (*Agropyron* Gaertn.) из мировой коллекции генетических ресурсов растений ВИР в условиях Якутии. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(1):59-71. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-59-71

Koryakina V.M., Kochegina A.A. Results of studying wheatgrass (*Agropyron* Gaertn.) accessions from the VIR global genetic resources collection in Yakutia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(1):59-71. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-59-71

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-59-71>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Koryakina V.M. <https://orcid.org/0000-0002-9387-0376>

Kochegina A.A. <https://orcid.org/0000-0002-6470-5128>