

DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-50-57

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК: 633.522:631.527

С. В. Григорьев

Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических
ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова,
190000, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, д. 42, 44
e-mail: ser.grig@mail.ru

Ключевые слова:

Cannabis sativa L., семенная
продуктивность, скороспелость,
половые типы конопли, селекция
сортов для получения
функциональных пищевых
ингредиентов

Поступление:

26.11.2018

Принято:

10.12.2018

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ СЕЛЕКЦИОННО ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ КОНОПЛИ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Актуальность. Современное возделывание и переработка конопли направлены на производство текстиля различного использования, костры, семян, масла и фармацевтических препаратов. Рост импорта в Россию товаров из группы «текстиль» продолжается, его объем в 2016–2017 гг. в стоимостном выражении составил \$8.96 млрд. Промышленная конопля является источником текстильного волокна и фигурирует в современном промышленном товарообороте РФ. В реестре селекционных достижений РФ числится 27 сортов и гибридов промышленной конопли. Однако в реестре нет сортов, специализированных для производства семян и высококачественного масла с улучшенным жирнокислотным составом для получения функциональных пищевых ингредиентов. Генетические ресурсы конопли как резерв развития селекции культуры в селекцентрах достаточно малочисленны, генотипически однообразны и практически малоисследованы по основным признакам. Следовательно, изучение генетически разнообразного исходного материала конопли, образцов коллекции по селекционно значимым признакам, выделение источников признаков высокой продуктивности и скороспелости конопли для дальнейшего прогресса селекции культуры в РФ представляют актуальность. **Материалы и методы.** Исследованы образцы конопли *Cannabis sativa* L. среднерусского и северного экотипов в почвенно-климатических условиях Северо-Запада РФ в НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» по признакам созревания семян на 100-е сутки от посева у материки (женских растений) и усыхания поскони (мужских) в баллах, семенной продуктивности растений материки, технической длины растений, соотношения половых типов. **Результаты и выводы.** По признаку скороспелости материки выделены: к-528 (Тюмень), к-413 (Казахстан), к-313 (Киров), к-151 (Украина), к-315 (Киров), к-316 (Киров), к-317 (Киров), к-132 (Украина). Были выделены образцы, схожие по признаку скороспелости женских растений (матерке), но разделившиеся на подгруппы по степени усыхания (скороспелости) мужских – скороспелая поскось, среднеспелая и позднеспелая. Выделены образцы, которые обладали высокой скороспелостью женских растений и среднеспелостью мужских, а также обладавшие относительно высокой продуктивностью семян на растение в сочетании со скороспелостью (к-88, к-317, к-351).

DOI:10.30901/2227-8834-2018-4-50-57

ORIGINAL ARTICLE

S. V. Grigoryev

N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources,
42, 44, Bolshaya Morskaya St.,
St. Petersburg, 190000, Russia,
e-mail: ser.grig@mail.ru

Key words:

Cannabis sativa L., hemp sex types,
seed yield, earliness, lateness, source
material, breeding, CBD, seeds,
functional food ingredients.

Received:

26.11.2018

Accepted:

10.12.2018

NEW SOURCES OF AGRICULTURALLY VALUABLE TRAITS IN HEMP FROM THE VIR COLLECTION FOR CULTIVAR DEVELOPMENT

Background. Modern hemp cultivation and processing are targeted at the production of textiles for various purposes, hurds, seeds and oil for functional food and pharmaceutical use. The import of textiles to Russia has been observed to grow continuously, reaching \$8.96 billion in 2016–2017. The present industrial hemp production in Russia is still a source of textile yarn, integrated in the industrial turnover of goods in the Russian Federation. There are 27 cultivars and hybrids of industrial hemp for universal and dual use listed in the Russian Register of Breeding Achievements. However, there are no registered cultivars specifically earmarked to produce seeds or high-quality oil with improved fatty acid profile for production of functional food ingredients. Hemp genetic resources, as a reserve stock for crop improvement in the world's plant breeding centers, are quite scanty and genotypically similar, and their major useful traits have practically not been evaluated. Thus, accumulation of hemp germplasm variable in traits, its evaluation and screening to identify sources of such characters as earliness and high seed yield should be prioritized for further progress in the development of new cultivars on a broader genetic base. **Materials and methods.** Accessions of *Cannabis sativa* L. of the Mid-Russian and Northern ecotypes were studied under the edaphoclimatic conditions of Russia's northwest at Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR with the purpose to assess the following traits: ripening of female and male plants 100 days after sowing (scores), seed yield per female plant, technical plant lengths, and correlations between plant sex types. **Results and conclusions.** The accessions k-528 (Tyumen), k-413 (Kazakhstan), k-313 (Kirov), k-151 (Mari), k-315 (Kirov), k-316 (Kirov), k-317 (Kirov), and k-132 (Ukraine) were characterized as early-ripening (female plants). Accessions similar in earliness of female plants, but differing in earliness of male plants (early, medium early and late) were identified. Medium and late male plants, as well as late female ones, are needed for the development of CBD-rich conventional dioecious cultivars. The accessions k-88, k-317 and k-351 were selected for earliness in female plants and medium earliness in male ones as well as for comparatively high seed yield per plant; they may be used in breeding programs to develop cultivars specifically for palatable seeds, which would make high-quality functional food ingredients due to their polyunsaturated fatty acid (PUFA) profile.

Введение

Конопля (*Cannabis* L.) возделывается человеком около 10 000 лет для волокна, семян, масла, для получения лекарственных и обезболивающих веществ (Clarke, Merlin, 2013). В 2017 г. в ЕС посевная площадь увеличилась до 33 тыс. га. Современные возделывание и переработка конопли направлены на производство текстиля различного использования, костры, семян, масла (для получения функциональных пищевых продуктов) и фармацевтических препаратов (Chandra et al., 2016; Small, 2018; Lewis et al., 2018). Несмотря на то, что в РФ производится 4530 млн м² текстильной и швейной продукции (в т. ч. только 1121 млн м² хлопчатобумажной), рост импорта в Россию товаров из группы «текстиль» продолжается. Налицо дефицит отечественного текстиля. За период 2016, 2017 гг. общий объем импорта составил \$8.96 млрд. В основном это готовые предметы одежды (32%) и трикотаж (31%). Промышленная конопля является источником текстильного волокна и фигурирует в современном промышленном товарообороте РФ. В силу различных факторов посевы конопли в РФ регрессировали со 150 тыс. га в конце 1990-х до современных 5 тыс. га. Товарооборот в России изделий из группы «пряжа пеньковая» за период 2014–2017 гг. составил \$51.2 тыс.; изделий из группы «пенька, сырец или обработанная» за 2013–2018 – \$65.9 тыс. Основной объем товарооборота пришелся на «волокно пеньковое, непрядое...» (92%), а также 8% на «пеньку сырую или моченую обработанную, но не подвергнутую прядению» (Bazyleva et. al., 2016; Commodity turnover..., 2018).

В РФ селекция промышленной конопли ведется несколькими ФГБНУ: в Краснодаре, Пензе и Кирове. По данным ФГБУ «Госсорткомиссия», по состоянию на 02.11.2018 в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, числится 27 сортов и гибридов промышленной конопли (Plant varieties..., 2018). Сорта имеют зеленцовое, двустороннее и универсальное направления использования. Однако в реестре нет сортов, специализированных для производства семян и высококачественного масла с улучшенным жирнокислотным составом для получения функциональных пищевых ингредиентов. Генетические ресурсы конопли как резерв развития селекции культуры в селекцентрах достаточно малочислены, генотипически однообразны (Lata et al., 2016; Zhang et al., 2014) и практически малоизучены по селекционно значимым признакам (Gao et al., 2014; Galasso et al., 2016; Welling et al., 2016). Соответственно, мобилизация и изучение генетически разнообразного исходного материала конопли, образцов коллекции по селекционно значимым признакам, выделение источников признаков высокой продуктивности и скороспелости конопли для дальнейшего прогресса селекции культуры в РФ представляют актуальность.

Материалы и методы

Исследования образцов коллекции ВИР конопли *Cannabis sativa* L. среднерусского и северного экотипов проводили в НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» согласно методическим указаниям (Davidian et al., 1978). Созревание растений было оценено на 100-е сутки от посева в баллах по следующей шкале. Для женских растений (матерки): 0 – отсутствие созревших семян у основания соцветия, 1 – созревание семян в нижней половине соцветия, 2 – созревание достигло середины соцветия, 3 – созревание выше середины соцветия, 4 – созревание достигло верха соцветия. Для мужских растений (поскони): 0 – цветение без признаков усыхания, 1 – растение продолжает цвести, но признаки усыхания выражены, 2 – без признаков цветения (соцветие высохло). Техническая

длина растения – размер стебля от корневой шейки до начала соцветия в сантиметрах. Соотношение половых типов растений конопли в образце представлено с объединением минорных по численности половых типов в одну подгруппу. Число обнаруженных типов условно сведено до четырех: женский тип матерки (обычная однополая матерка), мужской тип поскони (обычная однополая посконь), однодомный тип (однодомная матерка), прочие типы (объединены: маскулинизированная матерка, однодомная посконь, типы феминизированной поскони). Полегание растений оценено в баллах: 0 – нет признаков полегания растений в образце, 1 – единичные растения полегли, 2 – полегание выражено.

Результаты и обсуждение

На 100-е сутки от посева по признаку скороспелости выделились образцы: к-528 (Тюмень), к-413 (Казахстан), к-313 (Киров), к-151 (Украина), к-315 (Киров), к-316 (Киров), к-317 (Киров), к-132 (Украина). Все перечисленные образцы (таблица) имели созревшие семена по всей длине соцветия матерки (балл 3,50 – 4,0). Растения поскони этих образцов практически прекратили вегетацию и усохли (балл 1,5–2,0). Примечательно, что среди отмеченных выше скороспелых по женским растениям образцов к-313, к-317 мужские растения были менее скороспелы, чем у остальных образцов и на момент учета еще продолжали вегетацию (балл 1,2).

У скороспелых по женским растениям образцов к-41 (Россия, Трубчевский кряж), к-61 (Мордовия), к-88 (Россия), к-107 (Алтай), у которых большая часть семян на растениях матерки практически была созревшей (балл 3,14–3,20), посконь продолжала вегетировать, проявляя лишь незначительные признаки усыхания (созревания) – балл 1,0.

Таким образом, все вышеперечисленные образцы конопли проявляли схожесть по признаку скороспелости женских растений (матерке), но разделялись на подгруппы по степени усыхания (скороспелости) мужских: скороспелая посконь, среднеспелая и позднеспелая.

Оригинальное сочетание признаков скороспелости основных половых типов демонстрировали образцы к-141 (Алтай) и к-85 (Тюмень). При сравнительно высокой степени усыхания поскони на момент учета (балл 1,5–1,8), растения матерки демонстрировали лишь начало созревания семян в нижней части соцветий (балл 1,44–2,66), т. е. эти образцы обладали высокой скороспелостью мужских растений и позднеспелостью женских (см. таблицу).

Функциональное агробиологическое назначение и, соответственно, различные характеристики различных половых типов конопли как структурных элементов сорта имеют принципиальную важность в сорте специализированного направления использования (Small, 2017). Для однодомных сортов конопли зеленцового, двустороннего и универсального направлений использования, где должен преобладать один половой тип, имеют первостепенное значение характеристики признаков однодомной феминизированной матерки (Virovets, Vereshchagin, 2014). Однако, помимо однодомных сортов конопли, которые имеют собственную достаточно сложную специфику репродукции, широко распространены двудомные сорта конопли, у которых созревание матерки и поскони максимально синхронизированы (одновременно созревающие сорта) (Da Porto et al., 2015; Brailon et al., 2016). Для селекции скороспелых двудомных сортов, ориентированных на получение преимущественно волокна, имеет принципиальное значение скороспелость матерки и отсроченный, синхронизированный с матеркой жизненный цикл мужских растений, которые сохраняют признаки вегетации и цветения на момент уборки сорта, не превращаются в сухую солому и не нарушают

качественную однородность стеблестоя. Это важно, поскольку усохшие мужские растения конопли на момент уборки приобретают жесткость, снижаются физико-механические признаки волокна, возникают проблемы при скашивании растений. Таким образом, с учетом вышеизложенного, для селекции скороспелых двудомных сортов конопли в качестве источников скороспелости могут быть рекомендованы образцы к-41 (Россия, Трубчевский кряж), к-61 (Мордовия), к-88 (Россия) и к-107 (Алтай), к-313, к-317 (Киров) (см. таблицу).

Таблица. Хозяйственно ценные признаки образцов конопли
(НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР»; 2014–2016 гг.)
Table. Traits of agricultural value in hemp accessions
(Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR, 2014–2016)

№ каталога ВИР	Название, происхождение	Созревание растений, балл		Семенная продуктивность, г/раст	Соотношение половых типов, %				Техническая длина, см	Полегающие растения, балл
		♀ ¹	♂ ²		♀	♂	Однодомные	Прочие		
541	ЮСО-31, Украина (ст.) ³	3,87	1,5	1,76	0	16,6	83,3	0	185,0	0,8
41	Трубчевский кряж, Россия	3,16	1,0	1,55	26,6	53,3	0	20	177,2	0,5
61	Местная, Мордовия	3,14	1,0	1,38	26,9	57,6	0	15,3	186,3	0,6
80	Местная, Башкирия	2,75	1,2	1,79	30,7	65,3	0	3,8	161,3	0,6
85	Местная, Тюмень	2,66	1,5	1,43	42,8	57,1	0	0	165,0	0,6
88	Большеписаревская, Россия	3,20	1,0	1,97	42,8	38	0	19	167,5	0,6
99	Кыштовская, Алтай	3,00	1,2	0,82	29,7	57,4	0	12,7	160,0	0,6
100	Местная, Алтай	3,40	1,2	0,72	20	57,7	0	22,2	168,9	1,0
107	Местная, Алтай	3,20	1,0	1,05	44,1	38,2	0	17,6	158,8	0,6
109	Проскуровский, Россия	3,50	1,3	0,69	23,8	61,9	0	14,2	183,8	1,0
114	Местная, Красноярск	3,40	1,3	1,57	34,8	55,8	0	9,3	190,0	0
132	Местная, Украина	3,60	1,4	1,40	20	66,6	0	13,3	188,6	0
133	Местная, Украина	2,80	1,0	1,10	30,4	47,8	4,3	17,3	180,0	0
141	Местная, Алтай	1,40	1,8	0,73	15,6	68,7	3,1	12,5	181,7	0,3
148	Алтайская	3,40	1,8	1,38	18,5	55,5	7,4	18,5	187,3	0,6
151	Марийская, Украина	3,83	2,0	1,54	53,3	46,6	0	0	202,0	1,3
156	Татарская, Украина	3,14	1,6	1,09	33,3	55,5	0	11,1	193,3	1,3
313	Местная, Киров	3,83	1,2	1,24	56,5	31,5	0	12,5	164,0	2,0
314	Местная, Киров	2,80	1,2	1,42	18,1	63,6	0	18,1	200,0	1,0
315	Местная, Киров	3,60	1,5	1,55	20	80	0	0	205,0	1,3
316	Местная, Киров	3,60	1,5	1,36	31,2	56,2	0	12,5	181,7	1,3
317	Местная, Киров	3,50	1,2	3,12	30,7	61,5	0	7,6	186,7	1,0
318	Местная, Коми	2,20	1,2	0,67	20	80	0	0	196,7	1,0
351	Местная, Чувашия	3,25	1,4	2,53	66,6	33,3	0	0	178,3	1,1
355	Местная, Мари	2,60	1,2	1,30	50	50	0	0	168,5	0,6
357	Местная, Мари	3,57	1,6	1,12	27,2	72,7	0	0	191,7	2,0
362	Местная, Удмуртия	2,75	1,7	1,08	38	52,3	0	9,5	190,0	1,0
413	Местная, Вост. Казахстан	4,00	2,0	1,09	54,1	45,8	0	0	188,6	0
419	Svalof L. 59706, Швеция	2,20	1,2	1,07	62,3	0	0	-	187,7	1,0
513	Рудеральная, Иркутск	2,40	1,2	0,30	32	68	0	0	202,7	0
528	Местная, Тюмень	4,00	2,0	1,56	55,5	44,4	0	0	181,7	0
536	Местная, Саратов	3,00	1,0	0,75	35,7	50	0	14,2	198,3	0,6
НСР ₀₅		1,26	0,6	1,26	-	-	-	-	21,3	1,3

Примечания. 1 – однополая матерка, 2 – однополая посконь, 3 – стандарт.

Следует отметить, что образцы конопли, имеющие сравнительно среднеспелую посконь и матерку с отсроченным периодом начала созревания семян в основании соцветия (к-141, к-85), представляют интерес для селекции сортов, направленных на фармацевтическое использование (получение каннабидиола) (Grigoryev, 2004; Small, 2017; Lewis et al., 2018), поскольку содержание этого вещества снижается после начала формирования семян на матерке и усыхания (созревания) поскони.

Семенная продуктивность растений образцов колебалась от 0,3 г/растение (к-513), до 3,12 (к-317). Наибольшая среди изученных образцов масса семян на

растение также отмечена у образцов: к-351 (2,53 г), к-88 (1,97 г), к-80 (1,79 г) (см. таблицу).

Ассортимент растительных масел, реализуемых в РФ, очень узок (Marionova, Grigoryev, 2016). Как уже было отмечено выше, в РФ не зарегистрировано промышленных сортов конопли масличного и зернового использования, допущенных к использованию (Plant varieties..., 2017). Потребность в создании сорта специализированного масличного и пищевого направления использования высока (Virovets, Vereshchagin, 2014; Small, 2017) и ведутся пребридинговые исследования в этом направлении (Da Porto et al., 2014; Shelenga et al., 2012). Среди изученных образцов коллекции конопли выделены те, которые в почвенно-климатических условиях Северо-Запада РФ обладали относительно высокой продуктивностью семян на растении в сочетании со скороспелостью (к-88, к-317, к-351). Помимо высокой семенной продуктивности, эти образцы имели скороспелую матерку в сочетании со средней скороспелостью поскони, что важно для создания двудомных сортов двустороннего использования.

По признаку сбалансированного соотношения половых типов растений (близкого к равным долям) были представлены обычной однополой матеркой и обычной однополой посконью с минимальным количеством других типов следующие образцы: к-151 (матерки 53,3% / поскони 46,6%), к-355 (50% / 50%), к-413 (54,1% / 45,9%), к-528 (55,5% / 44,4%). Максимальный процент обычной однополой матерки отмечен у образцов: к-151 (53,3%), к-313 (56,5%), к-413 (54,1%), к-528 (55,5%).

Признак технической длины является одним из важных для селекции сортов конопли, возделывание которой направлено преимущественно на получение волокна. Например, сорт 'ЮСО-31', декларируемый как сорт универсального направления использования (Plant varieties..., 2017), характеризуется выраженной технической длиной стебля и относительно небольшим размером соцветия, поскольку основное направление использования сорта – получение волокна, но не семян и масла как пищевых продуктов, предназначенных для систематического употребления в составе пищевых рационов. Наибольшие размеры технической длины выявлены у образца к-513, который не имел признаков полегания стеблей в поле на момент уборки (см. таблицу), а также образцы к-314, к-318, к-536. Однако у этих образцов единичные растения полегли (балл 0,6–1,0). Наибольший размер соцветий и семенную продуктивность растения сочетали образцы к-88, к-317 и к-351.

Заключение

Исследование признаков скороспелости, семенной продуктивности образцов конопли северного и среднерусского экотипов в условиях Северо-Запада РФ позволило выделить образцы, сочетающие признаки скороспелых, продуктивных по семенам растений обычной однополой матерки и среднеспелой обычной однополой поскони: к-313 (Киров), к-317 (Киров). Для создания скороспелых двудомных сортов конопли в качестве источников скороспелости могут быть также рекомендованы образцы к-41 (Россия, Трубчевский кряж), к-61 (Мордовия), к-88 (Россия) и к-107 (Алтай). Образцы к-88, к-317, к-351 (Чувашия) обладают относительно высокой продуктивностью семян на растении в сочетании со скороспелостью. Помимо высокой семенной продуктивности, эти образцы имеют скороспелую матерку в сочетании со средней скороспелостью поскони, что важно для создания двудомных сортов двустороннего использования. Среди образцов наибольшие размеры технической длины имел к-513 (Иркутск), который не имел признаков полегания стеблей в поле на момент уборки.

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2018-0018 «Разработка системного подхода к структурированию и формированию ex situ коллекций культурных растений, репрезентативных по видовому, сортовому и генетическому разнообразию, изучение внутривидовой наследственной изменчивости селекционно значимых признаков важнейших сельскохозяйственных культур и формирование признаковых и стержневых коллекций», номер государственной регистрации АААА-А16-116040710373-1.

References/Литература

- Bazyleva E. Yu., Brazhevskaya M. V., Vlasenko N. A., Zarubina E. V., Kulagina E. V., Osmakov V. S., Potyavina N. I., Rogovaya V. Ya., Sabelnikova M. A., Strukova V. E., Suvorov E. V., Shustova E. A. Industrial production in Russia. 2016: Rosstat. Moscow, 2016, 347 p. [in Russian] (Базылева Е. Ю., Бражевская М. В., Власенко Н. А., Зарубина Е. В., Кулагина Е. В., Осмаков В. С., Потявина Н. И., Роговая В. Я., Сабельникова М. А., Струкова В. Е., Суворов Е. В., Шустова Е. А. Промышленное производство в России. 2016: Стат.сб./Росстат. М., 2016. 347 с.).
- Braillon A., Taiebi F., Dervaux A. Letter on the article: “Cannabis” use: What to do in general practice? // Presse Med, 2016, 45 (6), pp. 614–615. DOI: 10.1016/j.lpm.2016.03.017. Epub 2016 May 24.
- Chandra S., Lata H., ElSohly M. A., Walker L. A., Potter D. Cannabis cultivation: Methodological issues for obtaining medical-grade product // Epilepsy Behav., 2017, vol. 70, pp. 302–312. DOI: 10.1016/j.yebeh.2016.11.029.
- Clarke R. C., Merlin M. D. Cannabis: evolution and ethnobotany. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 2013, pp. 321–323.
- Commodity turnover in Russia. Export and import of Russia by goods and countries. URL: <http://ru-stat.com/date-Y2013-2018/RU/trade/world/115302>. Accessed 10.10.2018 [in Russian] (Товарооборот России. Экспорт и импорт России по товарам и странам. URL: <http://ru-stat.com/date-Y2013-2018/RU/trade/world/115302>. Дата обращения 10.10.2018).
- Da Porto C., Decorti D., Natolino A. Potential oil yield, fatty acid composition, and oxidation stability of the hempseed oil from four Cannabis sativa L. cultivars // J. Diet Suppl., 2015, vol. 12 (1), pp. 9–10. DOI: 10.3109/19390211.2014.887601.
- Davidyan G. G., Rykova R. P., Kutuzova S. N., Rumyantseva L. T. The study of textile crops. Leningrad : VIR, 1978, 19 p. [in Russian] (Давидян Г. Г., Рыкова Р. П., Кутузова С. Н., Румянцев Л. Т. Изучение коллекции прядильных культур (хлопчатник, лен, конопля). Методические указания. Л. : ВИР, 1978, 19 с.).
- Galasso I., Russo R., Mapelli S., Ponzoni E., Brambilla I. M., Battelli G., Reggiani R. Variability in seed traits in a collection of Cannabis sativa L. genotypes // Front Plant Sci., 2016, vol. 20 (7), pp. 667–688. DOI: 10.3389/fpls.2016.00688.
- Gao C., Xin P., Cheng C., Tang Q., Chen P., Wang C., Zang G., Zhao L. Diversity analysis in Cannabis sativa based on large-scale development of expressed sequence tag-derived simple sequence repeat markers // PLoS One., 2014, vol. 20 (10), pp. 312–313. DOI: 10.1371/journal.pone.0110638.
- Grigoryev S. V. Prospects for industrial hemp in Russia // Director, 2004, no. 9, pp. 34–37 [in Russian] (Григорьев С. В. Перспективы культуры конопли в России // Директор. 2004. № 9. С. 34–37).
- Illarionova K. V., Grigoryev S. V. The structure of assortment of vegetable oil in local market of RF // Innovative technologies in industry – the basis for improving the quality, competitiveness and safety of consumer goods. 2016. pp. 137–140 [in Russian] (Илларионова К. В., Григорьев С. В. Структура ассортимента растительных масел по видам сырья в РФ. Инновационные технологии в промышленности – основа повышения качества, конкурентоспособности и безопасности потребительских товаров. 2016. С. 137–140).
- Lata H., Chandra S., Khan I. A., ElSohly M. A. In vitro propagation of Cannabis sativa L. and evaluation of regenerated plants for genetic fidelity and cannabinoids content for quality assurance // Methods Mol. Biol. 2016, vol. 1391, pp. 275–278. DOI: 10.1007/978-1-4939-3332-7_19.
- Lewis M. A., Russo E. B., Smith K. M. Pharmacological foundations of Cannabis chemovars // Planta Med. 2018, vol. 84 (4), pp. 225–233. DOI: 10.1055/s-0043-122240.
- Plant varieties included in the State Register of Breeding Achievements Approved for use (as of 02.11.2018). Accessed 07.11.2018 [in Russian] (Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (на 02.11.2018). URL: <http://reestr.gossort.com/reestr/culture/134>. Дата обращения 07.11.2018).

- Shelenga T. V., Grigoryev S. V., Illarionova K. V. Biochemical research of hemp (*Cannabis sativa* L.) accessions from N. I. Vavilov Institute (VIR) collection // Proceedings on applied botany, genetics and breeding, 2012, vol. 170, pp. 208–215 [in Russian] (Шеленга Т. В., Григорьев С. В., Илларионова К. В. Биохимическая характеристика семян и волокна образцов конопли (*Cannabis sativa* L.) из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2012. Т. 170. С. 208–215).
- Small E. Classification of *Cannabis sativa* in relation to agricultural, biotechnological, medical and recreational utilization. *Cannabis sativa* L.: botany and biotechnology. Berlin, 2017, pp. 61–62.
- Virovets V. G., Vereshchagin I. V. Perspective initial material for oil content to develop industrial hemp // Vestnik Altaiskogo agrarnogo universiteta, 2014, № 1 (111), pp. 19–23 [in Russian] (Вировец В. Г., Верещегин И. В. Перспективный исходный материал на масличность в селекции ненаркотической посевной конопли. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 1 (111). С. 19–23).
- Welling M. T., Shapter T., Rose T. J., Liu L., Stanger R., King G. J. Belated green revolution for *Cannabis*: virtual genetic resources to fast-track cultivar development // Front Plant Sci, 2016, vol. 29 (7), p. 1113. DOI: 10.3389/fpls.2016.01113.
- Zhang L. G., Chang Y., Zhang X. F., Guan F. Z., Yuan H. M., Yu Y., Zhao L. J. Analysis of the genetic diversity of Chinese native *Cannabis sativa* cultivars by using ISSR and chromosome markers // Genet. Mol. Res., 2014, vol. 13 (4), pp. 490–500. DOI: 10.4238/2014.