 © Авторы статьи / Authors of the article

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.16 EDN: TNOKXB

ПРИЗНАКОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО АНТОЦИАНОВОЙ ОКРАСКЕ

Научная статья

Гончаров С.В.[1, *], Шпига Е.Ю.[2]
[1] ORCID : 0000-0002-6317-7175;
[2] ORCID : 0009-0001-7395-9533;
[1, 2] Кубанский Государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (goncharov.s[at]kubsau.ru)

Предложена: 16.10.2026; Принята: 02.11.2026; Опубликована: 19.11.2026

Аннотация

Для проведения исследований по изучению наследования признака «антоциановая окраска» у подсолнечника и использования этого признака в качестве маркера для получения и идентификации гаплоидов в КубГАУ создана рабочая коллекция, включающая линии с проявлением признака в различных органах и тканях (листьях, стеблях, черешках, жилках, язычковых и трубчатых цветах, семянках) на разных стадиях развития. Коллекция получена путем скрещивания образцов декоративного и масличного подсолнечника с последующим принудительным самоопылением. Созданная признаковая коллекция позволит провести генетический анализ наследования антоциановой окраски, и выделить доноры для маркирования селекционных линий масличного подсолнечника. Ряд образцов коллекции имеет эстетическую ценность и могут быть зарегистрированы в качестве декоративного подсолнечника. Созданные маркированные линии позволят начать поиск линий-гаплоиндукторов у подсолнечника, что в свою очередь, откроет возможность использования гаплоидии для ускорения селекционного процесса. Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда — грант 25-26-00462 «Поиск маркеров для селекционного получения дигаплоидов у подсолнечника in vivo».

Ключевые слова: подсолнечник, маркер, коллекция, антоциановая окраска, селекция.

A TRAIT COLLECTION OF SUNFLOWERS CLASSIFIED BY ANTHOCYANIN COLOURATION

Research article

Gontcharov S.V.[1, *], Shpiga Y.Y.[2]
[1] ORCID : 0000-0002-6317-7175;
[2] ORCID : 0009-0001-7395-9533;
[1, 2] Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

* Corresponding author (goncharov.s[at]kubsau.ru)

Suggested: 16.10.2026; Accepted: 02.11.2026; Published: 19.11.2026

Abstract

To conduct research on the inheritance of the ‘anthocyanin colouration’ trait in sunflowers and to use this trait as a marker for the production and identification of haploids, Kuban State Agrarian University has established a working collection that includes lines exhibiting this trait in various organs and tissues (leaves, stems, petioles, veins, ligulate and tubular flowers, and achenes) at different stages of development. The collection was obtained by crossing ornamental and oilseed sunflower samples, followed by forced self-pollination. The trait collection thus created will make it possible to conduct a genetic analysis of the inheritance of anthocyanin colouration and to identify donor lines for marking oilseed sunflower breeding lines. A number of samples in the collection have aesthetic value and may be registered as ornamental sunflowers. The marked lines created will facilitate the search for haploid-inducing lines in sunflowers, which in turn will open up the possibility of using haploidy to accelerate the breeding process. This work was carried out with the support of the Russian Science Foundation — grant 25-26-00462 ‘Search for markers for the in vivo breeding of diploids in sunflowers’.

Keywords: sunflower, marker, collection, anthocyanin colouration, selection.

Введение

Роль исходного материала в селекционном процессе является определяющей, на что указывал академик Н.И. Вавилов [1]. Создание и сохранение исходного материала в виде генетических, рабочих и признаковых коллекций — необходимая составляющая селекции. Создание признаковой коллекции должно предшествовать изучению наследования и формированию генетической коллекции. Эти коллекции, кропотливо собранные и/или созданные в течение многих десятилетий упорного труда исследователей, имеют огромный потенциал как для фундаментальных, так и для прикладных исследований [2], [3]. В нашей стране самой большой коллекцией образцов подсолнечника располагает ВИР [4].

Для полноценного изучения генетической системы признака необходимо наличие рабочей коллекции, полностью раскрывающей пределы варьирования изучаемого признака. Такие коллекции называются признаковыми, и они создаются под конкретные цели селекционно-генетических исследований. Для нашей работы — изучения

 © Авторы статьи / Authors of the article

наследования антоциановой окраски у подсолнечника и возможности интеграции этого признака в селекционно-семеноводческую программу — такую коллекцию пришлось создать, объединив генофонд масличного и декоративного подсолнечника.

Маркировка линий подсолнечника, являющихся родительскими формами коммерческих гибридов, признаками, которые хорошо заметны на всех стадиях развития растений — перспективный метод для облегчения удаления примесей при проведении сортопрочисток в ходе семеноводства подсолнечника, а также для защиты авторских прав на селекционные достижения, что сегодня имеет немаловажное значение [5], [6]. Кроме того, маркированные линии позволят начать разработку методов гаплоидной селекции подсолнечника [5], [7].

Гаплоиды, получаемые как методами биотехнологии (культура пыльников и яйцеклеток), так и in vivo, позволяют существенно ускорить создание инбредных линий [8], [9], [10]. Процесс создания гомозиготных инбредных линий занимает как минимум 5–6 поколений принудительного самоопыления, на что уходит от трех до шести лет. Получение гаплоидов и последующее удвоение их хромосомных наборов позволяет решить эту задачу за год. Для этих целей широко применяется культура пыльников на рапсе, рисе и некоторых других видах растений [11], [12], технология in vivo в селекционных масштабах пока используется только на кукурузе благодаря специально подобранным маркерам окраски [13], [14], [15]. Таким маркером для подсолнечника может служить антоциановая окраска всходов. Попытки получения гаплоидов у подсолнечника предпринимались и ранее, до настоящего времени не достигнув масштабов, требуемых для полноценного селекционного процесса [16], [17], [18], в то время как для селекции кукурузы получают все более эффективные линии-гаплоиндукторы [19]. Интересные подходы к созданию гаплоидов используют селекционеры по пшеницы, опыляя ее пыльцой кукурузы [20], [21].

Требования, предъявляемые к современным гибридам подсолнечника, как масличного, так и кондитерского назначения [22], [23], чрезвычайно высоки — это высокая и стабильная продуктивность, раннеспелость, устойчивость к болезням, вредителям и стрессовым факторам среды, а также качество продукции [24], [25], [26]. Для выхода отечественной селекции гибридов на мировой уровень необходима разработка новых, ускоренных методов селекции, в том числе за счет разработки методов эффективного получения гаплоидов и дигаплоидов, что и явилось конечной целью нашей работы, промежуточным этапом которой было создание признаковой коллекции по антоциановой окраске у подсолнечника.

Методы и принципы исследования

Работа проводилась в центральной зоне Краснодарского края, в Кубанском государственном аграрном университете, сначала на вегетационной площадке ботанического сада (2006–2024 гг.), затем по мере увеличения объема — в учебно-опытном хозяйстве «Кубань» (2025–2026 гг.).

В качестве материала для работы были взяты несколько линий масличного подсолнечника с отсутствием антоциановой окраски на всех стадиях развития (КубГАУ-34, КубГАУ-30, КубГАУ-78, КубГАУ-05 и КубГАУ-76), а также образцы декоративного подсолнечника, обладающие выраженной антоциановой окраской на всех стадиях развития (Красно Солнышко, Бронзовый король, Вишневый шоколад и другие). Следует отметить, что продаваемые пакеты с семенами декоративного подсолнечника содержали неоднородные по форме и окраске семянки, что в дальнейшем привело к появлению из них достаточно непохожих друг на друга растений, что не позволяло их использовать в анализе напрямую и потребовало несколько лет принудительного самоопыления и отбора.

Полученные линии декоративного подсолнечника скрещивали с линиями масличного подсолнечника собственной селекции. Потомство от гибридизации в дальнейшем также самоопыляли под индивидуальными изоляторами для получения генетически чистого материала. Такой подход применяется на разных культурах и существенно облегчает в дальнейшем генетический анализ как в классическом варианте, так и с применением молекулярных маркеров [5], [6], [11].

Растения высевали в оптимальные для подсолнечника сроки, площадь делянки при изучении полученного материала составляла 24 м^2. Ручные прополки осуществляли по мере появления сорняков. До цветения на корзинки растений одевали индивидуальные изоляторы для самоопыления. Кроме того, часть семян получали при свободном цветении. Так как значительная часть создаваемой коллекции обладала многокорзинчатостью, то с одного растения получали и семена от перекрестного опыления, и от самоопыления. По мере созревания проводили уборку, путем срезки и ручного обмолота корзинок.

В ходе всего вегетационного периода оценивали проявления антоциановой окраски всех органов растения, также проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения.

Основные результаты

В ходе работы выделены линии, обладающие темно-фиолетовой окраской гипокотиля, краев листа (начиная с первой пары настоящих листьев), листовых жилок, черешков листьев, стеблей (полностью или частично), трубчатых цветков, лузги и несколько разнообразных типов окраски язычковых цветов (от лимонно-желтых до красных и темно-фиолетовых). Все эти признаки на разных линиях встречаются по отдельности или в нескольких сочетаниях (таблица 1).

 © Авторы статьи / Authors of the article

Таблица 1 - Характеристика линий подсолнечника по наличию (+) или отсутствию (-) антоциановой окраски на отдельных частях растения

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.16.1

№ в коллекции	Происхождение	Сте-бель	Чере-шок листа	Жилки листа (сверху/снизу)	Окан-товка листа	Ложно-язычко-вые цветки	Труб-чатые цвет-ки
К-1	КубГАУ-78А	-	-	- /-	-	-	-
К-4	КубГАУ-76Б	-	-	- /-	-	-	-
К-5	КубГАУ-30	-	-	- /-	-	-	-
К-9	Вишневый шоколад	+	+	+ /+	+	+	-
К-16	КубГАУ-34А×БКА43	-	+	- /-	+	-	-
К-22	КубГАУ-34А ×БКА42	-	+	- /-	-	-	+
К-24	КубГАУ-34А ×БКА42	-	-	- /-	-	+	+
К-36	КубГАУ-05А×БК2029	-	+	- /-	-	-	+
К-39	КС (А23)	-	-	- /-	-	-	+
К-45	КС (А23)	+	+	+ /+	+	-	+
К-47	ВСв (А28)	+	+	+ /+	+	-	+
К-48	ВСв (А28)	-	+	+ /+	-	-	+
К-49	ВСв (А28)	-	+	+ /+	+	+	+
К-54	БК1 (А22)	-	-	+/-	+	+	+
К-58	КубГАУ-34А ×БКА42	+	+	+ /+	+	+	+
К-65	КубГАУ-34А ×БКА42	-	-	- /-	-	-	+
К-98	КубГАУ-34А ×БК-2034	-	-	- /-	-	-	+
К-99	КубГАУ-34А ×БК-2034	-	-	- /-	-	-	+
К-101	КубГАУ-34А ×БК-2034	-	+	+/-	-	-	+
К-103	КубГАУ-34А ×БК-2034	-	+	+/-	-	-	+
К-116	КубГАУ-05А×БК-2025	-	+	- /-	-	-	+
К-118	КубГАУ-05А ×БК-2027	-	+	+/-	-	-	+

 © Авторы статьи / Authors of the article

В представленную в таблице коллекцию образцов подсолнечника включены линии, полностью лишенные антоциановой окраски (3 образца — К-1, К-4 и К-5), имеющие такую окраску на всех органах растения (К-58) и остальные — с различным сочетанием наличия и отсутствия такой окраски.

При этом наличие антоциановой окраски на ранних стадиях развития указывает на возможность синтеза этих соединений во всех тканях и органах растения. Отсутствие проявления окраски во взрослом состоянии или ее появление только на отдельных органах растения указывает на сложный характер регуляции синтеза антоцианов, что требует дальнейшего изучения.

В коллекционных образцах и в гибридных популяциях наиболее часто антоциановая окраска встречается на стадии всходов (фиолетовый гипокотиль), затем на черешках листьев (степень проявления антоциановой окраски часто увеличивается в верхней части стебля) и в верхней части стебля (иногда в виде вертикальных полос). Реже встречаются формы с фиолетовой окраской трубчатых цветов, еще реже — с красной и фиолетовой окраской язычковых цветов.

Наиболее удобной для идентификации гаплоидных растений является антоциановая окраска гипокотиля, точнее, ее отсутствие у всходов, полученных из семян от опыления гомозиготной линии с фиолетовой окраской гипокотиля пыльцой образца, не имеющего антоциановой окраски. Так как наличие антоциана является доминантным признаком, зеленая окраска гипокотиля покажет, что семянка не была получена путем нормального полового процесса. Оценку полученных семян по всходам можно проводить в больших масштабах в рулонах фильтровальной бумаги, растильнях или чашках Петри, отбирая отдельные растения и пересаживая их в вегетационные сосуды. Частота встречаемости гаплоидов может быть чрезвычайно низкой (менее 0,1%), но скорость и дешевизна оценки позволит эффективно включать найденные гаплоидные или дигаплоидные линии в селекционный процесс.

Заключение

Таким образом, созданная признаковая коллекция позволит провести генетический анализ наследования антоциановой окраски, и выделить доноры для маркирования селекционных линий масличного подсолнечника. Ряд образцов коллекции имеет эстетическую ценность и могут быть зарегистрированы в качестве декоративного подсолнечника. Созданные маркированные линии позволят начать поиск линий-гаплоиндукторов у подсолнечника, что в свою очередь, откроет возможность использования гаплоидии для ускорения селекционного процесса.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда — грант 25-26-00462 «Поиск маркеров для селекционного получения дигаплоидов у подсолнечника in vivo».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was carried out with the support of the Russian Science Foundation — grant 25-26-00462 ‘Identification of markers for the in vivo breeding of sunflower diploids’.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции / Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции. — Москва; Ленинград, 1965. — Т. 1. — С. 17–74.

2. Криохранение семян: итоги и перспективы / отв. ред. И.Ф. Жимулёв, Н.Г. Соломонов, В.А. Соколов; Ин-т биологических проблем криолитозоны СО РАН, Ин-т молекулярной и клеточной биологии СО РАН. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2014. — 112 с.

3. Общие проблемы биологии. Т. 2: Методы и объекты биологических исследований (Генетические коллекции растений). — Москва : ВИНИТИ, 1983. — 177 с.

4. Гаврилова В.А. Источники, признаковые коллекции и доноры для селекции подсолнечника / В.А. Гаврилова, И.Н. Анисимова // Биотехнология и селекция растений. — 2025. — Т. 8, № 4. — С. 7–16. — DOI: 10.30901/2658-6266-2025-4-o10. — EDN: WBKCHS.

5. Шпига Е.Ю. Использование маркерных признаков в селекции и семеноводстве подсолнечника / Е.Ю. Шпига // Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении : сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС. — Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. — С. 194–196. — EDN: AQRFPS.

6. Гончаров С.В. Отдаленная гибридизация в селекции растений / С.В. Гончаров, Е.Ю. Шпига. — Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2025. — 104 с. — ISBN 978-5-908067-71-3. — EDN: YCPJVY.

7. Гончаров С.В. Селекция подсолнечника в связи с изменениями климата / С.В. Гончаров, Е.Ю. Шпига // Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса : материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). — Махачкала : ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан», 2023. — С. 69–73. — EDN: PMDUIF.

 © Авторы статьи / Authors of the article

8. Chang M.T. Doubled haploids / M.T. Chang, E.H. Coe // Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 63: Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement / ed. by A.L. Kriz, B.A. Larkins. — Berlin; Heidelberg : Springer Verlag, 2009. — P. 127–142.

9. Paspureddy Sh.L. Advances in haploid and doubled haploid technology for accelerating breeding cycles in crop improvement / Sh.L. Paspureddy, M. Sasirekhamani, P.I. Sneha [et al.] // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. — 2025. — Vol. 26, № 7-8. — P. 61–77. — DOI: 10.56557/pcbmb/2025/v26i7-89369. — EDN: CJUNYJ.

10. Ninama N. Haploid and doubled haploid technology: Fast-track breeding in vegetables / N. Ninama, H.K. Meena, D. Deora // International Journal of Agriculture Extension and Social Development. — 2025. — Vol. 8, № 10. — P. 633–639. — DOI: 10.33545/26180723.2025.v8.i10i.2597. — EDN: ESIYSL.

11. Goncharova J.K. Localization of Chromosome Regions Controlling High Photosynthetic Potential in Russian Rice Cultivars / J.K. Goncharova, S.V. Gontcharov, E.E. Chicharova // Russian Journal of Genetics. — 2018. — Vol. 54, № 7. — P. 796–804. — DOI: 10.1134/S1022795418070037. — EDN: YCDZPN.

12. Liu Ch. Large-scale production of rice haploids by combining superior haploid inducer with PTGMS lines / Ch. Liu, S. Yan, F. Mao [et al.] // Plant Communications. — 2024. — P. 101067. — DOI: 10.1016/j.xplc.2024.101067. — EDN: HLKMIP.

13. Chase S.S. Techniques for isolating monoploid maize plants / S.S. Chase // American Journal of Botany. — 1947. — Vol. 34. — P. 582.

14. Grüning V.K. Doubled haploid technology: generation of doubled haploid maize lines using haploid inducers / V.K. Grüning, T. Lübberstedt, U.K. Frei // Cold Spring Harbor Protocols. — 2024. — DOI: 10.1101/pdb.prot108624. — EDN: OKKWVA.

15. Fakude M. Dissecting the genetic variation of haploid frailty in maize for enhanced doubled haploid breeding / M. Fakude, A. Murithi, Yu.Ru. Chen [et al.] // Frontiers in Plant Science. — 2025. — Vol. 16. — P. 1646128. — DOI: 10.3389/fpls.2025.1646128. — EDN: SJBHHM.

16. Lv J. Haploid facultative parthenogenesis in sunflower sexual reproduction / J. Lv, D. Liang, E. Bumann [et al.] // Nature. — 2025. — Vol. 641. — P. 732–739. — DOI: 10.1038/s41586-025-08798-2.

17. Todorova M. Doubled haploid production of sunflower (Helianthus annuus L.) through irradiated pollen-induced parthenogenesis / M. Todorova, P. Ivanov, P. Shindrova [et al.] // Euphytica. — 1997. — Vol. 97. — P. 249–254. — DOI: 10.1023/A:1002966824988.

18. Todesco M. Sunflower 'virgin births' enable accelerated crop breeding / M. Todesco, L.H. Rieseberg // Nature. — 2025. — Vol. 641, № 8063. — P. 596–598. — DOI: 10.1038/d41586-025-00904-8. — EDN: ZSJYTE.

19. Chen Yu.Ru. Development of doubled haploid inducer lines facilitates selection of superior haploid inducers in maize / Yu.Ru. Chen, T. Lübberstedt, U.K. Frei // Frontiers in Plant Science. — 2024. — Vol. 14. — DOI: 10.3389/fpls.2023.1320660. — EDN: YKHSBG.

20. Nurtaza A. Haploid and doubled haploid platforms for wheat improvement: methods and applications / A. Nurtaza, D. Dyussembekova, A. Yessimseitova [et al.] // Agronomy. — 2026. — Vol. 16, № 8. — P. 797. — DOI: 10.3390/agronomy16080797. — EDN: OIIMVT.

21. Qi X. Large-scale haploid production in wheat by integrating chemical emasculation with haploid induction / X. Qi, Sh. Guo, T. Yan [et al.] // Plant Communications. — 2026. — P. 101831. — DOI: 10.1016/j.xplc.2026.101831. — EDN: HDNMRJ.

22. Гончаров С.В. Простой межлинейный гибрид подсолнечника кондитерского назначения Катюша / С.В. Гончаров, Н.Д. Береснева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — 2012. — № 1(150). — С. 173. — EDN: PBMQYV.

23. Пикалова Н.А. Характеристика семянок линий подсолнечника по основным хозяйственно ценным признакам / Н.А. Пикалова, Н.Д. Береснева, С.В. Гончаров // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — 2011. — № 1(146–147). — С. 29–33. — EDN: NVULFT.

24. Пирогова Е.А. Предварительные данные по наследованию горизонтальной устойчивости линий подсолнечника к ложной мучнистой росе / Е.А. Пирогова, С.В. Гончаров, Н.Н. Голощапова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края / отв. за выпуск А.Г. Кощаев. — Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. — С. 77–78. — EDN: YLQTZH.

25. Gontcharov S.V. Sunflower breeding for resistance to the new broomrape race / S.V. Gontcharov, T.S. Antonova, N.M. Araslanova // Helia. — 2004. — Vol. 27, № 40. — P. 193–198. — DOI: 10.2298/hel0440193g. — EDN: TXZQZB.

26. Kaya Y. Sunflower / Y. Kaya, S. Jocic, D. Miladinovic // Technological Innovations in Major World Oil Crops / ed. by S.K. Gupta. — 2012. — Vol. 1. — P. 85–129.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vavilov N.I. Botaniko-geograficheskiye osnovy selektsii [Botanical and geographical foundations of selection] / N.I. Vavilov // Teoreticheskiye osnovy selektsii [Theoretical Foundations of Selection]. — Moscow ; Leningrad, 1965. — Vol. 1. — P. 17–74. [in Russian]

2. Kriokhraneniye semyan: itogi i perspektivy [Cryopreservation of seeds: results and prospects] / executive eds. I.F. Zhimulyov, N.G. Solomonov, V.A. Sokolov ; Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Institute of Molecular and Cell Biology of the Siberian Branch of the Russian Academy of

 © Авторы статьи / Authors of the article

Sciences. — Novosibirsk : Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2014. — 112 p. [in Russian]

3. Obshchiye problemy biologii. T. 2: Metody i ob"yekty biologicheskikh issledovaniy (Geneticheskiye kollektsii rasteniy) [General Problems of Biology. Vol. 2: Methods and objects of biological research (Genetic collections of plants)]. — Moscow : VINITI, 1983. — 177 p. [in Russian]

4. Gavrilova V.A. Istochniki, priznakovyye kollektsii i donory dlya selektsii podsolnechnika [Sources, trait collections and donors for sunflower breeding] / V.A. Gavrilova, I.N. Anisimova // Biotekhnologiya i selektsiya rasteniy [Plant Biotechnology and Breeding]. — 2025. — Vol. 8, № 4. — P. 7–16. — DOI: 10.30901/2658-6266-2025-4-o10. — EDN: WBKCHS. [in Russian]

5. Shpiga E.Yu. Ispol'zovaniye markernykh priznakov v selektsii i semenovodstve podsolnechnika [The use of marker traits in sunflower breeding and seed production] / E.Yu. Shpiga // Geneticheskiy potentsial sel'skokhozyaystvennykh rasteniy i yego realizatsiya v selektsii, semenovodstve i razmnozhenii [Genetic potential of agricultural plants and its implementation in breeding, seed production and propagation] : collection of articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of the Kuban Branch of VOGiS. — Krasnodar : I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, 2024. — P. 194–196. — EDN: AQRFPS. [in Russian]

6. Goncharov S.V. Otdalennaya gibridizatsiya v selektsii rasteniy [Remote hybridization in plant breeding] / S.V. Goncharov, E.Yu. Shpiga. — Krasnodar : I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, 2025. — 104 p. — ISBN 978-5-908067-71-3. — EDN: YCPJVY. [in Russian]

7. Goncharov S.V. Selektsiya podsolnechnika v svyazi s izmeneniyami klimata [Sunflower breeding in connection with climate change] / S.V. Goncharov, E.Yu. Shpiga // Aktual'nyye voprosy nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Current issues of scientific and technological development of the agro-industrial complex] : proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference (with international participation). — Makhachkala : FSBSI "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan", 2023. — P. 69–73. — EDN: PMDUIF. [in Russian]

8. Chang M.T. Doubled haploids / M.T. Chang, E.H. Coe // Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 63: Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement / ed. by A.L. Kriz, B.A. Larkins. — Berlin; Heidelberg : Springer Verlag, 2009. — P. 127–142.

9. Paspureddy Sh.L. Advances in haploid and doubled haploid technology for accelerating breeding cycles in crop improvement / Sh.L. Paspureddy, M. Sasirekhamani, P.I. Sneha [et al.] // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. — 2025. — Vol. 26, № 7-8. — P. 61–77. — DOI: 10.56557/pcbmb/2025/v26i7-89369. — EDN: CJUNYJ.

10. Ninama N. Haploid and doubled haploid technology: Fast-track breeding in vegetables / N. Ninama, H.K. Meena, D. Deora // International Journal of Agriculture Extension and Social Development. — 2025. — Vol. 8, № 10. — P. 633–639. — DOI: 10.33545/26180723.2025.v8.i10i.2597. — EDN: ESIYSL.

11. Goncharova J.K. Localization of Chromosome Regions Controlling High Photosynthetic Potential in Russian Rice Cultivars / J.K. Goncharova, S.V. Gontcharov, E.E. Chicharova // Russian Journal of Genetics. — 2018. — Vol. 54, № 7. — P. 796–804. — DOI: 10.1134/S1022795418070037. — EDN: YCDZPN.

12. Liu Ch. Large-scale production of rice haploids by combining superior haploid inducer with PTGMS lines / Ch. Liu, S. Yan, F. Mao [et al.] // Plant Communications. — 2024. — P. 101067. — DOI: 10.1016/j.xplc.2024.101067. — EDN: HLKMIP.

13. Chase S.S. Techniques for isolating monoploid maize plants / S.S. Chase // American Journal of Botany. — 1947. — Vol. 34. — P. 582.

14. Grüning V.K. Doubled haploid technology: generation of doubled haploid maize lines using haploid inducers / V.K. Grüning, T. Lübberstedt, U.K. Frei // Cold Spring Harbor Protocols. — 2024. — DOI: 10.1101/pdb.prot108624. — EDN: OKKWVA.

15. Fakude M. Dissecting the genetic variation of haploid frailty in maize for enhanced doubled haploid breeding / M. Fakude, A. Murithi, Yu.Ru. Chen [et al.] // Frontiers in Plant Science. — 2025. — Vol. 16. — P. 1646128. — DOI: 10.3389/fpls.2025.1646128. — EDN: SJBHHM.

16. Lv J. Haploid facultative parthenogenesis in sunflower sexual reproduction / J. Lv, D. Liang, E. Bumann [et al.] // Nature. — 2025. — Vol. 641. — P. 732–739. — DOI: 10.1038/s41586-025-08798-2.

17. Todorova M. Doubled haploid production of sunflower (Helianthus annuus L.) through irradiated pollen-induced parthenogenesis / M. Todorova, P. Ivanov, P. Shindrova [et al.] // Euphytica. — 1997. — Vol. 97. — P. 249–254. — DOI: 10.1023/A:1002966824988.

18. Todesco M. Sunflower 'virgin births' enable accelerated crop breeding / M. Todesco, L.H. Rieseberg // Nature. — 2025. — Vol. 641, № 8063. — P. 596–598. — DOI: 10.1038/d41586-025-00904-8. — EDN: ZSJYTE.

19. Chen Yu.Ru. Development of doubled haploid inducer lines facilitates selection of superior haploid inducers in maize / Yu.Ru. Chen, T. Lübberstedt, U.K. Frei // Frontiers in Plant Science. — 2024. — Vol. 14. — DOI: 10.3389/fpls.2023.1320660. — EDN: YKHSBG.

20. Nurtaza A. Haploid and doubled haploid platforms for wheat improvement: methods and applications / A. Nurtaza, D. Dyussembekova, A. Yessimseitova [et al.] // Agronomy. — 2026. — Vol. 16, № 8. — P. 797. — DOI: 10.3390/agronomy16080797. — EDN: OIIMVT.

21. Qi X. Large-scale haploid production in wheat by integrating chemical emasculation with haploid induction / X. Qi, Sh. Guo, T. Yan [et al.] // Plant Communications. — 2026. — P. 101831. — DOI: 10.1016/j.xplc.2026.101831. — EDN: HDNMRJ.

22. Goncharov S.V. Prostoy mezhlineynyy gibrid podsolnechnika konditerskogo naznacheniya Katyusha [A simple interline hybrid of confectionery sunflower Katyusha] / S.V. Goncharov, N.D. Beresneva // Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur [Oil Crops. Scientific and

 © Авторы статьи / Authors of the article

Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops]. — 2012. — № 1(150). — P. 173. — EDN: PBMQYV. [in Russian]

23. Pikalova N.A. Kharakteristika semyanok liniy podsolnechnika po osnovnym khozyaystvenno tsennym priznakam [Characteristics of achenes of sunflower lines by the main economically valuable traits] / N.A. Pikalova, N.D. Beresneva, S.V. Goncharov // Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur [Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops]. — 2011. — № 1 (146–147). — P. 29–33. — EDN: NVULFT. [in Russian]

24. Pirogova E.A. Predvaritel'nyye dannyye po nasledovaniyu gorizontal'noy ustoychivosti liniy podsolnechnika k lozhnoy muchnistoy rose [Preliminary data on the inheritance of horizontal resistance of sunflower lines to downy mildew] / E.A. Pirogova, S.V. Goncharov, N.N. Goloshchapova // Nauchnoye obespecheniye agropromyshlennogo kompleksa [Scientific support of the agro-industrial complex] : collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of Kuban State Agrarian University and the 80th anniversary of the formation of the Krasnodar Territory / executive editor A.G. Koshchaev. — Krasnodar : I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, 2017. — P. 77–78. — EDN: YLQTZH. [in Russian]

25. Gontcharov S.V. Sunflower breeding for resistance to the new broomrape race / S.V. Gontcharov, T.S. Antonova, N.M. Araslanova // Helia. — 2004. — Vol. 27, № 40. — P. 193–198. — DOI: 10.2298/hel0440193g. — EDN: TXZQZB.

26. Kaya Y. Sunflower / Y. Kaya, S. Jocic, D. Miladinovic // Technological Innovations in Major World Oil Crops / ed. by S.K. Gupta. — 2012. — Vol. 1. — P. 85–129.