

Научная статья

УДК 633.854.78:631.52

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-3-199-73-83

Гетерозис в селекции подсолнечника и его перспективы (обзор)

Вячеслав Викторович Волгин

Елена Николаевна Рыженко

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

350038, Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254-27-91

agrohim@vniimk.ru

Аннотация. Гетерозис – проявление повышенной мощности гибридов, как правило, наблюдающейся в первом поколении. Применительно к гибридам подсолнечника, как и многим другим перекрёстноопыляющимся сельскохозяйственным культурам, гетерозисное состояние достигается за счёт скрещивания материнских цитоплазматически мужско-стерильных линий с восстановителями фертильности пыльцы. Приводятся многочисленные данные по изучению явлений гетерозиса у этой культуры. Показаны взаимосвязи хозяйственно полезных признаков у родительских линий и их гибридов. Одним из наиболее перспективных методов создания высокопродуктивных гибридов подсолнечника является секвенирование генома.

Ключевые слова: подсолнечник, линии, гибриды, гетерозис, доминирование, сверхдоминирование, аддитивное взаимодействие генов, эпистаз, цитоплазматическая мужская стерильность, восстановители фертильности пыльцы

Для цитирования: Волгин В.В., Рыженко Е.Н. Гетерозис в селекции подсолнечника и его перспективы (обзор) // Масличные культуры. 2024. Вып. 3 (199). С. 73–83.

UDC 633.853.483:631.52

Heterosis in sunflower breeding and its perspectives (review)

Volgin V.V., expert of 1st category, doctor of agriculture

Ryzenko E.N., researcher

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil

Crops

17 Filatova str., Krasnodar 350038, Russia

Tel.: (861) 254-27-91

agrohim@vniimk.ru

Abstract. Heterosis is a manifestation of increased hybrid vigor, usually observed in the first generation. In sunflower hybrids, as well as in many other cross-pollinated agricultural crops, heterosis is achieved by crossing maternal cytoplasmic male-sterile lines with pollen fertility restorers. Numerous data on the study of heterosis phenomena in this crop are given. Interrelations of economically useful traits in parental lines and their hybrids are shown. Genome sequencing is one of the most promising methods of developing highly productive sunflower hybrids.

Key words: sunflower, lines, hybrids, heterosis, dominance, overdominance, additive interaction of gens, epistasis, cytoplasmic male sterility, pollen fertility restorer

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) является третьим по значимости источником растительного масла в мире, обладает низкими или умеренными требованиями к условиям выращивания, высоким качеством масла, содержанием белка и пригодностью к использованию всех частей растения. Масло считается высококачественным из-за высокой концентрации полиненасыщенных жирных кислот. Семена подсолнечника широко используются в хлебопечении и кондитерской промышленности. Их добавляют в тесто для повышения пищевой ценности готовых изделий. Кроме того, продукты переработки – шрот и жмых, получаемые после отжима масла, также находят широкое применение. Шрот и жмых содержат до 50 % сырого протеина, поэтому используются для производства высокобелковых добавок в хлебобулочные изделия, а также мучных кондитерских изделий.

На первых этапах селекции этой культуры создавались и использовались в производстве только сорта-популяции, а после открытия у подсолнечника форм с цитоплазматической мужской стерильностью и восстановителей фертильности

пыльцы процесс в большей степени был направлен на создание высокогетерозисных гибридов.

Гетерозис – явление увеличения мощности и жизнеспособности, повышение продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7].

В результате расщепления по генам во втором и последующих поколениях эффект гетерозиса постепенно затухает [8; 9].

Что касается подсолнечника, то наиболее простым методом получения гибридных семян является скрещивание между сортами. В начале прошлого века такие исследования проводились в нашей стране [10; 11; 12]. Учитывая то, что межсортные гибриды не давали существенного повышения урожайности, исследования в этом направлении практически не имели успеха.

В дальнейшем начались исследования по созданию константных инбредных линий для получения на основе их скрещивания межлинейных гибридов подсолнечника. Начало этим исследованиям положила Е.М. Плачек [10; 11]. В последующем аналогичные исследования стали проводить В.К. Морозов [13], В.С. Пустовойт [12], С.Н. Щербак [14] и И.Г. Ягодкин [15]. В отдельных комбинациях повышалась урожайность семян, однако у этих материалов не достигалась 100%-ная гибридность из-за самоопыления части цветков, что приводило к невысокой продуктивности.

Для решения этой проблемы в практике селекции стали привлекать цитоплазматически мужско-стерильные формы подсолнечника (ЦМС). Впервые такую стабильную стерильную форму получил Р. Leclercq [16] в процессе межвидовой гибридизации вида *H. petiolaris* L. с культурным подсолнечником. Практически одновременно с этим М.Л. Кинман [17] обнаружил доминантный ген восстановления фертильности пыльцы у линии Т66006, что, в свою очередь, создало все

необходимые условия для производства семян гибридного подсолнечника.

Некоторыми авторами было выявлено, что у гибридов подсолнечника гетерозис проявлялся по ряду признаков: урожайности семян, высоте растений, диаметру корзинки, площади листовой поверхности, и повысилась устойчивость к ложной мучнистой росе, заразихе и ржавчине [14; 18; 19; 20; 21; 22].

Первые гибриды подсолнечника были получены В.С. Пустовойтом в 20-е годы прошлого века и несколько позже В.К. Морозовым [23], которые по урожайности семян превышали лучшие сорта на 21–41 %.

В исследованиях Вольфа В.Г., Думачевой Л.П. [24] более половины полученных гибридов превысило лучшего родителя, но по сравнению со стандартом таких оказалось мало – всего 10–20 %.

В дальнейшем Л.П. Думачева [25] выявила, что повышение продуктивности гибридов происходит в основном за счёт увеличения массы 1000 семян и их количества в корзинке. В её опытах максимальное проявление гетерозиса наблюдалось по урожайности семян, сбору масла и высоте растений.

J. Kesteloot, M. Collabelli et al. [26] отмечали: «Высокоурожайные гибриды, в отличие от низкоурожайных, имели длинные и широкие семядоли, длинные первые листья, крупные листья, большую высоту растений, более крупные корзинки, большую сухую массу листьев, стеблей, корзинок, большее число семян в корзинках и более высокую массу семян, были устойчивы к ржавчине».

В исследованиях В.Т. Захарского, А.П. Михайловой и Т.Т. Егоровой [27] было выявлено, что, как правило, репродуктивное сверхдоминирование проявляется за счет признака массы 1000 семян (47,1 %), количества семян в корзинке (30,6 %) и комплекса других признаков (20,3 %).

В исследованиях N. Hladni et al. [28] наблюдалось высокое проявление эффекта гетерозиса у гибридов подсолнечника по признакам урожайности семян, их числу в корзинке и массе 1000 семян по сравнению со средними значениями родителей и с лучшим родителем.

А.Д. Бочковой и В.Д. Савченко [29] отмечали повышение устойчивости к фомопсису и увеличение высоты растений у гибридов подсолнечника по сравнению с родительскими линиями; что касается масличности семян, то в большинстве случаев этот признак соответствовал высокомасличному родителю, хотя иногда наблюдалось промежуточное наследование или сверхдоминирование.

В исследованиях некоторых авторов выявлен характер наследования признака массы 1000 семян. Так, у гибридов крупноплодного подсолнечника наблюдалось доминирование лучшего родителя или гетерозис [30]. Другим учёным установлено проявление гетерозиса по признаку масличности семян [31]. Причиной этого явления может быть гетерозис по числу листьев и их размеру [32], что в свою очередь вызывает интенсификацию процесса фотосинтеза и синтеза углеводов, которые являются источником выработки растением подсолнечника масла.

В.В. Бурлов [33] отмечал: «Эффективность использования метода межлинейной гибридизации в селекции на гетерозис по таким основным компонентам продуктивности, как высокая масличность семян и/или ядра семян, крупносемянность, а также значительная облиственность и высокорослость, predetermined проявлением по этим признакам эффектов гетерозиса либо доминирования».

В процессе создания низкорослых гибридов подсолнечника на Ростовской опытной станции ВНИИМК было изучено наследование элементов структуры урожайности, по которым в основном наблюдался гетерозис [34]. Было отмечено,

но, что повышение урожайности семян происходило чаще всего в связи со снижением количества пустых семян и увеличением их размеров. Признак длительности периода от всходов до цветения наследовался по раннеспелому компоненту или промежуточно с доминированием более скороспелого родителя. Превышение длительности вегетационного периода по сравнению с более поздним родителем отмечалось очень редко (1,8–5,6 % комбинаций). Было выявлено, что с целью создания высокомасличных гибридов следует подбирать компоненты с высокими показателями этого признака или использовать восстановители фертильности пыльцы с высокой комбинационной способностью. Проявление гетерозиса по высоте растений, диаметру корзинки и массе 1000 семян отмечали крайне редко. Также установили, что тонколузжистые гибриды можно получать, используя лучших по этому признаку родителей.

Высота растений в исследованиях R. Marincovic R. [35] наследовалась по схеме сверхдоминирования. Соотношение общей комбинационной способности (ОКС) к специфической комбинационной способности (СКС) составляло 0,013, что свидетельствует о преобладании неаддитивных генных эффектов в наследовании этого признака. Что касается признака числа листьев на растении, то в основном наблюдалось частичное доминирование (75,0 % случаев), промежуточное (у 16,7 % гибридов) и сверхдоминирование (у 8,3 % изученных комбинаций).

М.Т. Cheres et al. [36] и А.В. Усатовым с соавторами [37] установлено положительное влияние на урожайность гибридов подсолнечника генетической отдалённости родительских компонентов.

Результаты изучения явления гетерозиса у межлинейных гибридов подсолнечника позволили В.В. Волгину, А.Д. Обыдало [38] выявить в подавляющем большинстве комбинаций истинный гетерозис по признакам урожайности и сбору масла,

по масличности гетерозис проявлялся у 45–50 % комбинаций. Наиболее важный показатель для практической селекции – конкурсный гетерозис – проявлялся значительно реже: по урожайности – у 15–30 %, по масличности – у 0–45 % и по сбору масла – у 20–30 % комбинаций.

Несколько позже В.В. Волгин и Б.Н. Бочкарев [39] отмечали: «Положительный гетерозис наблюдался у всех гибридов по таким признакам, как высота растений, наклон и диаметр корзинки, урожайность семян и сбор масла. По другим изученным показателям отмечалось проявление гетерозиса от отрицательного по толщине семян до положительного по толщине корзинки, длине, ширине и толщине семян, количеству семян в корзинке, массе 1000 семян и их масличности. Выявлено, что у всех изученных гибридов подсолнечника наблюдался достоверно высокий истинный гетерозис по сравнению с контролем (районированный гибрид) по урожайности и сбору масла, по масличности семян – в 76,9 % случаев. По показателям конкурсного гетерозиса превышение гибридов над контролем отмечалось в 61,5 % случаев по признаку урожайности семян, в 46,2 % по масличности семян и в 30,8 % случаев по сбору масла».

Для селекции высокопродуктивных гибридов важное значение имеют теоретические предпосылки в объяснении такого явления, как гетерозис [40]. И действительно, для качественного прогнозирования этого явления следует обладать сведениями о генетике скрещиваемых компонентов будущих гибридов. Одним из таких направлений является процесс установления коррелятивных связей между родительскими линиями и их гибридами [41].

В исследованиях W.H. Shuster [42] была выявлена достоверная положительная корреляция у популяций и линий, созданных на их основе, между высотой растений, масличностью и урожаем.

А.И. Гундаев [43] также отмечал: «Высокая положительная корреляция наблюдалась между самоопыленными линиями и их гибридами по таким признакам, как натура ($r = +0,85$), масса 1000 семян ($r = +0,79$), урожайность ($r = +0,73$), сбор масла ($r = +0,71$) и высота растений ($r = +0,51$). Невысокая корреляция между лужистостью семян и другими признаками означает, что выбраковка линий по этому показателю должна проводиться с большой осторожностью. Наконец, наследование такого важного признака, как масличность семян, может быть определено только в результате анализирующих скрещиваний».

В исследованиях J.F. Miller J.F. et al. [44] была установлена достоверная положительная корреляционная зависимость между показателями масличности и урожайности семян, однако между урожайностью родительских линий и их гибридного потомства связь была несущественной. Аналогичные высокие положительные корреляционные связи между гибридами и их родительскими линиями обнаружили Л.К. Воскобойник и И.В. Марин [45].

Ф.К. Виличку, А.В. Анащенко и Н.С. Ростова [46] писали: «Самая сильная взаимосвязь между родительскими формами и их гибридами обнаружена по признаку процентного содержания ядра в семени ($r = +0,73$), несколько ниже – по масличности ($r = +0,46$). Не установлено достоверных зависимостей между сублиниями и гибридами F₁ по продолжительности вегетационного периода, диаметру корзинки и массе 1000 семян. Авторы пришли к выводу, что для оценки СКС линий по отмеченным признакам необходимо их тестирование с последующим изучением гибридов в течение двух лет».

Достоверные и стабильные по годам корреляции между родительскими линиями и их гибридами установил М.В. Бятец [47] по признакам масличности семян, продолжительности периода всходы –

цветение и числа листьев на растении. Наряду с этим, автором выявлена достоверная положительная корреляционная связь по признаку продолжительности вегетационного периода у материнских линий и трёхлинейных гибридов подсолнечника.

По данным Марина И.В. [48], признак массы 1000 семян у межлинейных гибридов подсолнечника наследуется промежуточно, с незначительным доминированием материнского родителя, а признак количества цветков в корзинке – в большей степени по отцовской линии. По результатам его исследований наиболее продуктивными оказались гибриды между малоцветковыми крупносемянными материнскими и многоцветковыми мелкосемянными отцовскими линиями.

Достоверные положительные корреляции между гибридами и их родительскими линиями наблюдались в исследованиях D. Scotic [49] по признакам урожайности и масличности семян, высоте растений, лужистости, площади листовой поверхности и числу листьев.

Посредством регрессионного анализа было определено, что половина всех изменений масличности семян гибридов определяется уровнем этого признака у родительских линий [44].

Существенные положительные корреляции между гибридами и их родителями отмечались по признакам высоты растений и продолжительности периода всходы – цветение, диаметра корзинки и высоты растений, урожайности семян и диаметра корзинки [50].

Большие различия между родительскими линиями и их гибридами были отмечены по признакам масличности, урожайности и сбора масла, по числу листьев на растении, площади листовой поверхности и длине черешка [51].

J. Joksimovic [52] в своих исследованиях выявил положительную корреляционную связь между гибридами подсолнечника и их родительскими линиями по призна-

кам высоты растений, площади листовой поверхности на растении, содержанию сухого вещества в листьях, завязываемости семян, количеству сухого вещества в стеблях, листьях и вегетативной части растений. В.В. Кириченко [40] отмечал: «Наиболее часто отрицательная корреляция между генетическими оценками линий и гибридов подсолнечника проявляется по признаку длительности вегетационного периода».

В.В. Волгиным и А.Д. Обыдало [53] определены существенно высокие корреляционные взаимосвязи между простыми гибридами и их родителями по признакам урожайности, масличности, сбора масла и массы 1000 семян с растения. У трёхлинейных гибридов и их отцовских линий достоверно высокие корреляции наблюдались по признакам продолжительности периода всходы – цветение, высоты растений, наклона корзинки и количеству семян в корзинке. Селекционеры, которые создают ветвистые линии-восстановители фертильности пыльцы подсолнечника, должны принимать во внимание факты, открытые E. Andrei, C.D. Jitareanu [54], которые включают значительную корреляцию между числом рядов трубчатых цветков в корзинке и общим числом трубчатых цветков ($r = +0,71$) и числом выполненных семян ($r = +0,67$). Также были установлены достоверные корреляции между урожаем и массой 1000 семян с количеством пыльцы ($r = +0,50$ и $r = +0,39$ соответственно). Таким образом, эти признаки могут использоваться в процессе создания линий-восстановителей фертильности пыльцы.

Рядом ученых были получены дополнительные данные по гетерозису хозяйственно полезных признаков у подсолнечника. Например, Ана Капатана [55] установил, что митотическая активность интенсивнее у гетерозиготных генотипов по сравнению с гомозиготными линиями. Выявлены связи между признаками продуктивности этой культуры и их ассоциа-

ция с эффектом гетерозиса. Определение качественных и количественных особенностей суммарных и фракционных белков позволили выявить генетический полиморфизм у гомо- и гетерозиготных генотипов подсолнечника и получить новые факты и доказательства в поддержку существующих гипотез и теорий гетерозиса, а именно доминантного и кодоминантного наследования молекулярных компонентов белков и ДНК. Уровень полиморфизма коррелирует с проявлением разных агрономических показателей.

В опытах Н.В. Примеровой с соавторами [56] у гибрида F₁ подсолнечника с участием мутантной линии *Virescent* выявлена значительная депрессия по признаку количества семян в корзинке. По признакам массы 1000 семян и масличности у гибридов с использованием соответствующих мутантов *Viridis* и *Virescent* обнаружен значительный гетерозисный эффект.

В работе А.В. Усатова и других [57] «десять элитных инбредных линий (3 Rf-линий и 7 ЦМС-линий) и их гибриды были исследованы по высоте, урожайности растений, массе 1000 семян, масличности и лужистости семян. Полевые испытания проводили шесть сезонов. Генетические расстояния между родительскими линиями подсолнечника варьировали от 0,45 до 0,74. Обнаружена достоверная положительная корреляция эффекта гетерозиса по урожаю семян ($r = 0,79$, $p < 0,05$) в зависимости от генетических дистанций между родительскими линиями».

А.В. Усатов с соавторами [58] также выявили, что «при скрещивании ряда внеядерных хлорофильных мутантов с растениями дикорастущей формы подсолнечника, независимо от мутантного пластома и соответственно содержания хлорофилла $a + b$, у гибридов F₁ наблюдается эффект гетерозиса по признакам, характеризующим габитус растения, таким как высота растений и размер листовой

пластинки. По признаку скорость роста были получены неоднозначные результаты: от 86 % превышения у гибрида с участием мутанта *en:chlorina-7* до полного отсутствия гетерозиса у гибрида с участием родительской линии формы *en:chlorina-6*. Эти результаты свидетельствуют о высоком вкладе пластидных генов в контроль признака. По признакам диаметр корзинки и масса 1000 семян за исключением мутанта *en:chlorina-3*, который имел наименьшие показатели, все гибридные комбинации оказались сходными с мутантными формами и значительно ($p < 0,05$) превосходили по этим показателям дикорастущий подсолнечник. Следовательно, в формировании этих признаков наряду с ядерными генами принимает участие и пластом. По признаку масличности семян эффект гетерозиса у всех изученных гибридов не выявлен».

Викрант Таяги и другие [59] оценивали гетерозис гибридов подсолнечника в процентах по сравнению с лучшим родителем, со средним родителей и с контролем (PSH-996). Наблюдался положительный гетерозис по сравнению с лучшим родителем по урожайности, масличности и содержанию олеиновой кислоты независимо от окружающей среды (богар и орошение). В этом исследовании сравнили гетерозисный эффект различных цитоплазматических комбинаций у подсолнечника при водном стрессе, а также при нормальных условиях.

Наиболее перспективным направлением создания линий подсолнечника с высоким проявлением продуктивности семян в их гибридном состоянии является секвенирование генома. Применение технологий маркирования однонуклеотидного полиморфизма (SNP) в качестве инструмента в программах селекции подсолнечника открывает огромный потенциал для улучшения генетики подсолнечника и способствует более быстрому выводу перспективных гибри-

дов на рынок [60]. Однако этот процесс вызывает многие затруднения, в особенности при маркировании количественных признаков, в связи с этим в настоящее время в основном проводится секвенирование по качественным, морфологическим признакам и устойчивости к ряду болезней подсолнечника, а также по различным типам цитоплазматической мужской стерильности [61; 62]. В исследованиях других авторов выявлены 52 полиморфных локуса, которые можно использовать для генотипирования образцов подсолнечника [63]. В.А. Хачумовым [64] на основе полных нуклеотидных последовательностей хлоропластной и митохондриальной ДНК разработана информативная панель SSR-маркеров, позволяющая идентифицировать не только однолетние и многолетние виды подсолнечника, но и селекционные линии *H. annuus* L. С помощью разработанной тест-системы удалось установить генотипические дистанции между исследуемыми образцами. Несмотря на значительную трудоёмкость и финансовые затраты, данный метод способствует ускорению процесса селекции и совершенствует его у многих сельскохозяйственных культур, в том числе у подсолнечника.

Подсолнечник в основном выращивают для получения масла. Гибриды подсолнечника позволяют оптимизировать состав одного или двух компонентов, что приводит к высокому урожаю. Селекция подсолнечника ведётся на значительное число признаков (более чем по 30 признакам), основными из них являются:

- высокая продуктивность;
- устойчивость к болезням;
- высокие масличность и качество масла;
- технологичность;
- адаптивность.

В настоящее время создаются и уже созданы гибриды масличного подсолнечника с потенциальной урожайностью 4,5–5,5 т/га и масличностью семян 49–54 %. Как правило, такие гибриды характери-

зуются наличием 1200–1800 шт. семян в корзинке и массой 1000 семян 50–80 г.

Подводя общий итог, можно сделать вывод о целесообразности отбора родительских линий подсолнечника по комплексу хозяйственно-биологических признаков, положительно влияющих на проявление гетерозиса в потомстве их гибридов. Одним из наиболее перспективных методов создания высокопродуктивных гибридов является секвенирование генома гибридов и родительских линий. Следует отметить, что классические методы не уступают своих позиций при условии генетического многообразия исходного селекционного материала и, в особенности, при отборе на качественные признаки.

Список литературы

1. Бриггс Ф., Ноулз Н. Научные основы селекции растений. – М.: Колос, 1972. – 398 с.
2. Турбин Н.В. Гетерозис и генетический баланс // Гетерозис. – Минск, 1961. – С. 3–34.
3. Турбин Н.В. Генетика гетерозиса // Наука и техника. – Минск, 1964. – С. 3–23.
4. Мирюта Ю.П. Пути повышения гетерозиса // Гетерозис в растениеводстве. – Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1966. – С. 39–70.
5. Мирюта Ю.П. Цитогенетические приспособления закрепления гетерозиса // Вестник с.-х. науки. – 1967. – № 3. – С. 53–61.
6. Мирюта Ю.П. Теория гетерозиса и формы гибридного состояния организмов // Генетика и селекция на Украине. – Киев: Наукова думка, 1971. – С. 118–120.
7. Югенхеймер Р.У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование. – М.: Колос, 1979. – 519 с.
8. Турбин Н.В. Гетерозис // Гетерозис служит человеку. – М.: Знание, 1968. – С. 5–17.
9. Турбин Н.В., Хотылёва Л.В. Гетерозис (сельскохозяйственных растений) // Цитология и генетика. – 1967. – Т. 1. – № 6. – С. 38–50.
10. Плачек Е.М. Формообразовательные процессы у подсолнечника под влиянием гибридизации и инцухта // Труды Всесоюзного съезда по генетике, семеноводству и племенному животноводству. – Л., 1930. – Т. 2. – С. 395–396.
11. Плачек Е.М. Селекция подсолнечника // Селекция и семеноводство. – 1936. – Т. 7. – № 8. – С. 12–22.
12. Пустовойт В.С. Избранные труды. – М.: Колос, 1966. – 368 с.
13. Морозов В.К. Оценка инцухт-семей подсолнечника при помощи диаллельных скрещива-

ний // Селекция и семеноводство. – 1936. – № 2. – С. 55–59.

14. *Щербак С.Н.* Шесть лет инцухта подсолнечника // Яровизация. – 1940. – № 2. – С. 49.

15. *Ягодкин И.Г.* Применение метода инцухта и диаллельных скрещиваний в культуре подсолнечника // Селекция и семеноводство. – 1937. – № 1. – С. 21–27.

16. *Leqlercq P.* Une sterilité male cytoplasmique chez le tournesol // Ann. Amélior. Plant. – 1969. – Vol. 19 (2). – P. 99–106.

17. *Kinman M.L.* New development in USDA and State Experiment Station sunflower breeding programs // Proc. of the 4th Intern. Sunfl. Conf., Memphis, Tennessee, USA, 1970. – P. 181–183.

18. *Ананьева С.В.* Гибридологический анализ некоторых признаков подсолнечника. Физиологическая стойкость некоторых признаков подсолнечника // Труды Саратовской опытной станции. – 1936. – С. 15–21.

19. *Жданов Л.А.* Подсолнечник // Краткий отчет о научно-исследовательской работе за 1950 г. – Краснодар, 1951. – С. 238–241.

20. *Картамышев В.Г.* Вопросы семеноводства подсолнечника и льна масличного // Краткий отчет о научно-исследовательской работе ВНИИМК за 1951 год. – Краснодар, 1952. – С. 121–131.

21. *Климов И.М.* О комбинационной способности сортов подсолнечника // Селекция и семеноводство масличных культур. – Краснодар, 1972. – С. 71–75.

22. *Климов И.М.* Межсортовая гибридизация подсолнечника и эффект гетерозиса // Сб. трудов Казахской опытной станции ВНИИ масличных культур. – Алма-Ата, 1977. – С. 10–13.

23. *Морозов В.К.* Практическое использование явления гетерозиса у подсолнечника // Семеноводство. – 1934. – № 4. – С. 69–71.

24. *Вольф В.Г., Думачева Л.П.* Гетерозисный эффект у подсолнечника // Селекция и семеноводство. – Киев, 1972. – Вып. 20. – С. 64–69.

25. *Думачева Л.П.* Проявление гетерозиса у гибридов первого поколения подсолнечника. – Харьков, 1972. – 25 с.

26. *Kesteloot J., Colabelli M.* [et al.]. Determinacion de las diferencias entre hibridos de las diferencias entre hibridos de alto y bajo rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.) // Actas of 2nd Intern. Sunfl. Conf., Buenos Aires, Argentina, 1985. – Vol. 2. – P. 781–786.

27. *Зажарский В.Т., Михайлова А.П., Егорова Т.Т.* Наследование хозяйственно полезных признаков у подсолнечника при внутривидовой гибридизации // Гибридизация и мутагенез в селекции растений. – Воронеж, 1988. – С. 103–121.

28. *Hladni N., Scoric D., Kralovic-Balalic M., Ivanovic M., Sacac Z., Miclic V.* Heterosis for agronomically important traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 2007. – 30. – No. 7. – P. 191–198.

29. *Бочковой А.Д., Савченко В.Д.* Наследование некоторых признаков у межлинейных гибридов

подсолнечника // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 1997. – Вып. 118. – С. 3–5.

30. *Леонова Н.Н., Кириченко В.В., Сивенко А.А.* Проявление эффекта гетерозиса и комбинационная способность линий подсолнечника кондитерского типа // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 1 (161). – С. 16–21.

31. *Гундаев А.И.* Использование гетерозиса у подсолнечника и получение гибридных семян на основе мужской стерильности // Гетерозис в растениеводстве. – Л., 1968. – С. 358–367.

32. *Вольф В.Г.* Гетерозис у подсолнечника и использование цитоплазматической мужской стерильности // Гетерозис в растениеводстве. – Л.: Колос, 1968. – С. 348–357.

33. *Бурлов В.В.* Генетическое обоснование и результаты использования межлинейной гибридизации в селекции подсолнечника: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Харьков, 1988. – 40 с.

34. *Горбаченко Ф.И.* Селекция на гетерозис низкорослых форм подсолнечника: дис. ... канд. с.-х. наук / Федор Иванович Горбаченко. – Ростов-на-Дону, 1981. – 189 с.

35. *Marincovic R.* Inheritance of plant height and leaf number in diallel crossings of sunflower inbreds // Proc. of 10th Intern. Sunfl. Conf., Suffers Paradise, Australia, 1982. – P. 232–233.

36. *Cheres M.T., Miller J.F., Crane J.M., Knapp S.L.* Genetic distance a predictor of heterosis and hybrid performance within and between heterotic groups in sunflower // Theor. Appl. Genet. – 2000. – Vol. 100. – No. 6. – P. 889–894.

37. *Усатов А.В., Горбаченко Ф.И., Азарин К.В., Горбаченко О.Ф., Тихобаева В.Е., Маркин Н.В.* Связь между эффектом гетерозиса у гибридов и генетическими дистанциями между родительскими линиями подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2013. – Вып. 2 (155–156). – С. 8–13.

38. *Волгин В.В., Обыдало А.Д.* Гетерозис по комплексу хозяйственно-биологических признаков у стерильных гибридов подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 3–13.

39. *Волгин В.В., Бочкарёв Б.Н.* Проявление гетерозиса у межлинейных гибридов подсолнечника по ценным селекционным признакам // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 10–17.

40. *Кириченко В.В.* Селекция и семеноводство подсолнечника (*Helianthus annuus* L.). – Харьков, 2005. – 385 с.

41. *Fick G.N., Miller J.F.* Sunflower Breeding // Sunflower Technology and Production / Ed. by Schneifer A.A. – Madison, Wisconsin, USA, 1997. – Ch. 8. – P. 395–441.

42. *Shuster W.H.* Inzucht and Heterosis bei der Sonneblum (*Helianthus annuus* L.). – Wilhelm Schmitz Verlag, Glessen, 1964. – P. 1–135.

43. *Гундаев А.И.* Перспективы селекции подсолнечника на гетерозис // Сборник работ по масличным культурам (ВНИИМК). – Майкоп, 1966. – Вып. 3. – С. 15–21.

44. Miller J.F., Fick J.N., Roath W.W. Relationships among traits of inbreeds and hybrids of sunflower // Proc. of 10th Intern. Sunfl. Conf., Surfers Paradise, Australia, 1982. – P. 238–240.

45. Воскобойник Л.К., Марин И.В. Оценка линий по элементам продуктивности // Масличные культуры. – 1986. – № 4. – С. 35–36.

46. Виллику Ф.К., Анащенко А.В., Ростова Н.С. Изучение корреляции признаков у сублиний и гибридов F₁ подсолнечника // Науч.-тех. бюл. ВНИИ растениеводства. – 1989. – № 189. – С. 59–62.

47. Бятец М.В. Повышение эффективности селекционной работы в ранних инбредных поколениях подсолнечника: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Максим Викторович Бятец. – Краснодар, 2004. – 26 с.

48. Марин И.В. Создание линий и методы их оценки по элементам продуктивности в селекции межлинейных гибридов подсолнечника: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Игорь Викторович Марин. – Харьков, 1988. – 18 с.

49. Scoric D. Correlation for important agronomic characters between parent lines and F₁ hybrids of sunflower // Proc. of 10th Intern. Sunfl. Conf., Surfers Paradise, Australia, March 15–18, 1982 – P. 238.

50. Manivannan N., Muldaharan V., Ravinikumar M. Association between parent and progeny performance and their relevance in heterosis breeding of sunflower // Proc. of the 13th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, August 29 – September 2, 2004. – Vol. 2. – P. 581–584.

51. Hladni N., Scoric D., Krlevic-Balalic M., Sacac Z., Ivanovic D. Correlation of yield components and seed per plant in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 16th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, 2004. – Vol. 2. – P. 491–496.

52. Joksimovic J. Evaluation of combining abilities in some inbred sunflower lines: Ph.D. Thesis. – University of Novi Sad, 1992. – P. 1–157.

53. Волгин В.В., Обыдало А.Д. Корреляции хозяйственно-биологических признаков между самоопыленными линиями и гибридами подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 20–28.

54. Andrei J.F., Jitareanu C.D. Selection of sunflower restorer inbred lines according to the pollen amount // Proc. of 15th Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, 2000. – Vol. 2. – E156–161.

55. Ана Капатана. Молекулярно-генетические аспекты гетерозиса у подсолнечника (*Helianthus annuus* L.): дис. ... д.-р. биол. наук. – Кишинёв, 2006. – 121 с.

56. Примерова Н.В., Сорока А.И., Лях В.А. Сравнительная оценка по признакам продуктивности гибридов F₁ подсолнечника с участием разных хлорофилльных мутантов // Науч.-тех. бюл. института масличных культур УААН. – 2011. – № 16. – С. 27–32.

57. Усатов А.В., Макаренко М.С., Горбаченко О.Ф., Ковалевич А.А., Костылев П.И., Маркин И.В. ДНК-маркеры гетерозиса у гибридов подсолнечника отечественной селекции // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3. – С. 51–54.

58. Усатов А.В., Макаренко М.С., Ковалевич А.А., Губайдуллина А.М. Исследование пластидных генов в эффекте гетерозиса и формировании морфофизиологических признаков растений подсолнечника // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – 180 (4). – С. 113–120.

59. Vikrant Tyagi, Satwinder Kaur Dhillon, Gurpreet Kaur, Prashant Kaushik. Heterotic effect of different cytoplasmic combinations in sunflower hybrids cultivated under diverse irrigation regimes // Plants (Basel). – 2020. – Vol. 9 (4). – P. 465.

60. Venkatramana Pegadaraju, Rick Nipper, Brent Hulke, Lili Qi, Quentin Schultz. De novo sequencing of sunflower genome for SNP discovery using RAD (Restriction site Associated DNA) approach // BMC Genomics. – 2013. – No. 14. – Art. No. 556.

61. Azarin K., Usatov A., Makarenko V., Vladimir Khachumov V., Gavrilova V. Comparative analysis of chloroplast genomes of seven perennial *Helianthus* species // Gene. – 2021. – Vol. 774 (6). – Art. No. 145448.

62. Тихобаева В.Е. ДНК маркеры для оценки полиморфизма и селекционно ценных признаков подсолнечника (*Helianthus* L.): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Виктория Евгеньевна Тихобаева. – Санкт-Петербург, 2013. – 26 с.

63. Маркин И.В., Усатов А.В., Логачева М.Д., Азарин К.В., Горбаченко О.Ф., Корниченко И.В., Гаврилова В.Ф., Тихобаева В.Е. Исследование полиморфизма хлоропластной ДНК подсолнечника (*Helianthus* L.) // Генетика. – 2015. – Т. 51. – № 8. – С. 873–880.

64. Хачумов В.А. Полиморфизм хлоропластной и митохондриальной ДНК однолетних и многолетних видов подсолнечника род *Helianthus* L.: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Владимир Артурович Хачумов. – 2022. – 25 с.

References

1. Briggs F., Noulz N. Nauchnye osnovy selektsii rasteniy. – M.: Kolos, 1972. – 398 s.
2. Turbin N.V. Geterozis i geneticheskiy balans // Geterozis. – Minsk, 1961. – S. 3–34.
3. Turbin N.V. Genetika geterozisa // Nauka i tekhnika. – Minsk, 1964. – S. 3–23.
4. Miryuta Yu.P. Puti povysheniya geterozisa // Geterozis v rastenievodstve. – Stavropol': Stavropol'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 1966. – S. 39–70.
5. Miryuta Yu.P. Tsitogeneticheskie prispobleniya zakrepleniya geterozisa // Vestnik s.-kh. nauki. – 1967. – № 3. – S. 53–61.
6. Miryuta Yu.P. Teoriya geterozisa i formy gibridnogo sostoyaniya organizmov // Genetika i selektsiya na Ukraine. – Kiev: Naukova dumka, 1971. – S. 118–120.
7. Yugenkheymer R.U. Kukuruza: uluchshenie sortov, proizvodstvo semyan, ispol'zovanie. – M.: Kolos, 1979. – 519 s.
8. Turbin N.V. Geterozis // Geterozis sluzhit cheloveku. – M.: Znanie, 1968. – S. 5–17.

9. Turbin N.V., Khotyleva L.V. Geterozis (sel'skokhozyaystvennykh rasteniy) // Tsitologiya i genetika. – 1967. – T. 1. – № 6. – S. 38–50.
10. Plachek E.M. Formoobrazovatel'nye protsessy u podsolnechnika pod vliyaniem gibridizatsii i intsukhta // Trudy Vsesoyuznogo s"ezda po genetike, semenovodstvu i plemennomu zhivotnovodstvu. – L., 1930. – T. 2. – S. 395–396.
11. Plachek E.M. Seleksiya podsolnechnika // Seleksiya i semenovodstvo. – 1936. – T. 7. – № 8. – C. 12–22.
12. Pustovoyt V.S. Izbrannye trudy. – M.: Kolos, 1966. – 368 s.
13. Morozov V.K. Otsenka intsukhtsemey podsolnechnika pri pomoshchi diallel'nykh skreshchivaniy // Seleksiya i semenovodstvo. – 1936. – № 2. – C. 55–59.
14. Shcherbak S.N. Shest' let intsukhta podsolnechnika // Yarovizatsiya. – 1940. – № 2. – C. 49.
15. Yagodkin I.G. Primenenie metoda intsukhta i diallel'nykh skreshchivaniy v kul'ture podsolnechnika // Seleksiya i semenovodstvo. – 1937. – № 1. – C. 21–27.
16. Leqlercq P. Une sterilite male cytoplasmique chez le tournesol // Ann. Amelior. Plant. – 1969. – Vol. 19 (2). – P. 99–106.
17. Kinman M.L. New development in USDA and State Experiment Station sunflower breeding programs // Proc. of the 4th Intern. Sunfl. Conf., Memphis, Tennessee, USA, 1970. – P. 181–183.
18. Anan'eva S.V. Gibridologicheskii analiz nekotorykh priznakov podsolnechnika. Fiziologicheskaya stoykost' nekotorykh priznakov podsolnechnika // Trudy Saratovskoy opytной stantsii. – 1936. – S. 15–21.
19. Zhdanov L.A. Podsolnechnik // Kratkiy otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote za 1950 god. – Krasnodar, 1951. – S. 238–241.
20. Kartamyshev V.G. Voprosy semenovodstva podsolnechnika i l'na maslichnogo // Kratkiy otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote VNIIMK za 1951 god. – Krasnodar, 1952. – S. 121–131.
21. Klimov I.M. O kombinatsionnoy sposobnosti sortov podsolnechnika // Seleksiya i semenovodstvo maslichnykh kul'tur. – Krasnodar, 1972. – S. 71–75.
22. Klimov I.M. Mezhsortovaya gibridizatsiya podsolnechnika i effekt geterozisa // Sb. trudov Kazakhskoy opytной stantsii VNII maslichnykh kul'tur. – Alma-Ata, 1977. – S. 10–13.
23. Morozov V.K. Prakticheskoe ispol'zovanie yavleniya geterozisa u podsolnechnika // Semenovodstvo. – 1934. – № 4. – C. 69–71.
24. Vol'f V.G., Dumacheva L.P. Geterozisnyy effekt u podsolnechnika // Seleksiya i semenovodstvo. – Kiev, 1972. – Vyp. 20. – S. 64–69.
25. Dumacheva L.P. Proyavlenie geterozisa u gibridov pervogo pokoleniya podsolnechnika. – Khar'kov, 1972. – 25 s.
26. Kesteloot J., Colabelli M. [et al.]. Determinacion de las diferencias entre hibridos de las diferencias entre hibridos de alto y bajo rendimiento en girasol (*Helianthus annuus* L.) // Actas of 2nd Intern. Sunfl. Conf., Buenos Aires, Argentina, 1985. – Vol. 2. – P. 781–786.
27. Zazharskiy V.T., Mikhaylova A.P., Egorova T.T. Nasledovanie khozyaystvenno poleznykh priznakov u podsolnechnika pri vnutrividovoy gibridizatsii // Gibridizatsiya i mutagenez v seleksii rasteniy. – Voronezh, 1988. – S. 103–121.
28. Hladni N., Scorici D., Kralovic-Balalic M., Ivanovic M., Sacac Z., Miclic V. Heterosis for agronomically important traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Helia. – 2007. – 30. – No. 7. – P. 191–198.
29. Bochkovoy A.D., Savchenko V.D. Nasledovanie nekotorykh priznakov u mezhlіneynykh gibridov podsolnechnika // Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 1997. – Vyp. 118. – S. 3–5.
30. Leonova N.N., Kirichenko V.V., Sivenko A.A. Proyavlenie efekta geterozisa i kombinatsionnaya sposobnost' liniy podsolnechnika konditerskogo tipa // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 1 (161). – S. 16–21.
31. Gundaev A.I. Ispol'zovanie geterozisa u podsolnechnika i poluchenie gibridnykh semyan na osnove muzhskoy steril'nosti // Geterozis v rasteniyevodstve. – L., 1968. – S. 358–367.
32. Vol'f V.G. Geterozis u podsolnechnika i ispol'zovanie tsitoplazmaticheskoy muzhskoy steril'nosti // Geterozis v rasteniyevodstve. – L.: Kolos, 1968. – S. 348–357.
33. Burlov V.V. Geneticheskoe obosnovanie i rezul'taty ispol'zovaniya mezhlіneynoy gibridizatsii v seleksii podsolnechnika: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Khar'kov, 1988. – 40 s.
34. Gorbachenko F.I. Seleksiya na geterozis nizkoroslykh form podsolnechnika: dis. ... kand. s.-kh. nauk / Fedor Ivanovich Gorbachenko. – Rostov-na-Donu, 1981. – 189 s.
35. Marincovic R. Inheritance of plant height and leaf number in diallel crossings of sunflower inbreds // Proc. of 10th Intern. Sunfl. Conf., Suffers Paradise, Australia, 1982. – P. 232–233.
36. Cheres M.T., Miller J.F., Crane J.M., Knapp S.L. Genetic distance a predictor of heterosis and hybrid performance within and between heterotic groups in sunflower // Theor. Appl. Genet. – 2000. – Vol. 100. – No. 6. – P. 889–894.
37. Usatov A.V., Gorbachenko F.I., Azarin K.V., Gorbachenko O.F., Tikhobaeva V.E., Markin N.V. Svyaz' mezhdru efektom geterozisa u gibridov i geneticheskimi distantsiyami mezhdru roditel'skimi liniyami podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2013. – Vyp. 2 (155–156). – S. 8–13.
38. Volgin V.V., Obydalo A.D. Geterozis po kompleksu khozyaystvenno-biologicheskikh priznakov u steril'nykh gibridov podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 3–13.
39. Volgin V.V., Bochkarev B.N. Proyavlenie geterozisa u mezhlіneynykh gibridov podsolnechnika po tsennym selektsionnym priznakam // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 4 (180). – S. 10–17.
40. Kirichenko V.V. Seleksiya i semenovodstvo podsolnechnika (*Helianthus annuus* L.). – Khar'kov, 2005. – 385 s.

41. *Fick G.N., Miller J.F.* Sunflower Breeding // Sunflower Technology and Production / Ed. by Schneifer A.A. – Madison, Wisconsin, USA, 1997. – Ch. 8. – P. 395–441.
42. *Shuster W.H.* Inzucht and Heterosis bei der Sonneblum (*Helianthus annuus* L.). – Wilhelm Schmitz Verlag, Glessen, 1964. – P. 1–135.
43. *Gundaev A.I.* Perspektivy seleksii podsolnechnika na geterozis // Sbornik rabot po maslichnym kul'turam (VNIIMK). – Maykop, 1966. – Vyp. 3. – S. 15–21.
44. *Miller J.F., Fick J.N., Roath W.W.* Relationships among traits of inbreeds and hybrids of sunflower // Proc. of 10th Intern. Sunfl. Conf., Surfers Paradise, Australia, 1982. – P. 238–240.
45. *Voskoboynik L.K., Marin I.V.* Otsenka liniy po elementam produktivnosti // Maslichnye kul'tury. – 1986. – № 4. – С. 35–36.
46. *Vilichku F.K., Anashchenko A.V., Rostova N.S.* Izuchenie korrelyatsii priznakov u subliniy i gibridov F₁ podsolnechnika // Nauch.-tekh. byul. VNII rastenievodstva. – 1989. – № 189. – S. 59–62.
47. *Byatets M.V.* Povyshenie effektivnosti selektsionnoy raboty v rannikh inbrednykh pokoleniyakh podsolnechnika: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk / Maksim Viktorovich Byatets. – Krasnodar, 2004. – 26 s.
48. *Marin I.V.* Sozdanie liniy i metody ikh otsenki po elementam produktivnosti v seleksii mezhlіneynykh gibridov podsolnechnika: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Igor' Viktorovich Marin. – Khar'kov, 1988. – 18 s.
49. *Scoric D.* Correlation for important agronomic characters between parent lines and F₁ hybrids of sunflower // Proc. of 10th Intern. Sunfl. Conf., Surfers Paradise, Australia, March 15–18, 1982 – P. 238.
50. *Manivannan N., Muldaharan V., Ravinikumar M.* Association between parent and progeny performance and their relevance in heterosis breeding of sunflower // Proc. of the 13th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, August 29 – September 2, 2004. – Vol. 2. – P. 581–584.
51. *Hladni N., Scoric D., Kravec-Balalic M., Sacac Z., Ivanovic D.* Correlation of yield components and seed per plant in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proc. of 16th Intern. Sunfl. Conf., Fargo, USA, 2004. – Vol. 2. – P. 491–496.
52. *Joksimovic J.* Evaluation of combining abilities in some inbred sunflower lines: Ph.D. Thesis. – University of Novi Sad, 1992. – P. 1–157.
53. *Volgin V.V., Obydalo A.D.* Korrelyatsii khozyaystvenno-biologicheskikh priznakov mezhdru samoopylennymi liniyami i gibridami podsolnechnika // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 20–28.
54. *Andrei J.F., Jitareanu C.D.* Selection of sunflower restorer inbred lines according to the pollen amount // Proc. of 15th Intern. Sunfl. Conf., Toulouse, France, 2000. – Vol. 2. – E156–161.
55. *Ana Caratana.* Molekulyarno-geneticheskie aspekty geterozisa u podsolnechnika (*Helianthus annuus* L.): dis. ... d.-r. biol. nauk. – Kishinev, 2006. – 121 s.
56. *Primerova N.V., Soroka A.I., Lyakh V.A.* Srovnitel'naya otsenka po priznakam produktivnosti gibridov F₁ podsolnechnika s uchastiem raznykh khlorofil'nykh mutantov // Nauch.-tekh. byul. instituta maslichnykh kul'tur UAAN. – 2011. – № 16. – S. 27–32.
57. *Usatov A.V., Makarenko M.S., Gorbachenko O.F., Kovalevich A.A., Kostylev P.I., Markin I.V.* DNK-markery geterozisa u gibridov podsolnechnika otechestvennoy seleksii // Zernovoe khozyaystvo Rossii. – 2017. – № 3. – S. 51–54.
58. *Usatov A.V., Makarenko M.S., Kovalevich A.A., Gubaydullina A.M.* Issledovanie plastidnykh genov v effekte geterozisa i formirovaniі morfologicheskikh priznakov rasteniy podsolnechnika // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. – 2019. – 180 (4). – S. 113–120.
59. *Vikrant Tyagi, Satwinder Kaur Dhillon, Gurpreet Kaur, Prashant Kaushik.* Heterotic effect of different cytoplasmic combinations in sunflower hybrids cultivated under diverse irrigation regimes // Plants (Basel). – 2020. – Vol. 9 (4). – P. 465.
60. *Venkatramana Pegadaraju, Rick Nipper, Brent Hulke, Lili Qi, Quentin Schultz.* De novo sequencing of sunflower genome for SNP discovery using RAD (Restriction site Associated DNA) approach // VMS Genomics. – 2013. – No. 14. – Art. No. 556.
61. *Azarin K., Usatov A., Makarenko V., Vladimir Khachumov V., Gavrilova V.* Comparative analysis of chloroplast genomes of seven perennial *Helianthus* species // Gene. – 2021. – Vol. 774 (6). – Art. No. 145448.
62. *Tikhobaeva V.E.* DNK markery dlya otsenki polimorfizma i selektsionno tsennykh priznakov podsolnechnika (*Helianthus* L.): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Viktoriya Evgen'evna Tikhobaeva. – Sankt-Peterburg, 2013. – 26 s.
63. *Markin N.V., Usatov A.V., Logacheva M.D., Azarin K.V., Gorbachenko O.F., Kornienko I.V., Gavrilova V.F., Tikhobaeva V.E.* Issledovanie polimorfizma khloroplastnoy DNK podsolnechnika (*Helianthus* L.) // Genetika. – 2015. – T. 51. – № 8. – S. 873–880.
64. *Khachumov V.A.* Polimorfizm khloroplastnoy i mitokondrial'noy DNK odnoletnikh i mnogoletnikh vidov podsolnechnika rod *Helianthus* L.: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk / Vladimir Arturovich Khachumov. – 2022. – 25 s.

Сведения об авторах

В.В. Волгин, эксперт I кат., д-р с.-х. наук
Е.Н. Рыженко, науч. сотр.

Получено/Received
 12.04.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed
 15.04.2024

Получено после доработки/Manuscript revised
 19.04.2024

Принято/Accepted
 07.10.2024

Manuscript on-line
 30.11.2024