

УДК 635.63:432

UDC 635.63:432

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (биологические науки)

4.1.2. Plant breeding, seed production and biotechnology (biological sciences)

СОЗДАНИЕ ИЗОГЕННЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ УСКОРЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ КУСТОВЫХ И КОРОТКОПЛЕТИСТЫХ СОРТОВ АРБУЗА, ПРИГОДНЫХ К МЕХАНИЗИРОВАННОМУ ВОЗДЕЛЫВАНИЮ**CREATION OF ISOGENIC LINES FOR ACCELERATED SELECTION OF BUSH AND SHORT-FLESHED WATERMELON VARIETIES SUITABLE FOR MECHANISED CULTIVATION**

Елацков Юрий Алексеевич

Elatskov Yury Alekseevich

AuthorID: 984835

AuthorID: 984835

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР, Краснодар**Federal Research Centre All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov. N.I. Vavilov Federal Research Centre, Kuban Experimental Station - VIR Branch, Krasnodar*

Елацков Сергей Юрьевич

Elatskov Sergey Yuryevich

Елацкова Анна Генриховна

Elatskova Anna Genrikhovna

кандидат с.-х.наук, AuthorID: 317804

Candidate of Agricultural Sciences, AuthorID: 317804

*Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР, Краснодар**Federal Research Centre All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov. N.I. Vavilov Federal Research Centre, Kuban Experimental Station - VIR Branch, Krasnodar*

Важнейшим направлением в селекции арбуза является создание кустовых и короткоплодных сортов, удобных для целей механизированного возделывания и уборки, пригодных для выращивания в фермерских хозяйствах. Сорта данного типа позволяют сократить затраты ручного труда и снизить себестоимость продукции. Для решения этой задачи необходимо разнообразие исходного материала генетических источников и доноров с кустовым или короткокорневищным типом растения, способных передать эти признаки культурным сортам. Желательно, чтобы созданные источники по признакам морфологическим (форма плода, цвет фона, рисунок, цвет мякоти) и хозяйственно-полезным признакам (продуктивность, качество, устойчивость и др.) были сходны с сортами, востребованными в производстве, но отличались от них только по одному признаку - форме растения, габитус которого контролируется соответствующими генами. Основная цель исследования - создание изогенных линий для ускоренной селекции кустовых и короткоплетистых сортов арбуза

The most important direction in watermelon breeding is the development of bush and short-fruited varieties, convenient for mechanised cultivation and harvesting, suitable for growing in farms. Varieties of this type allow reducing manual labour costs and lowering the cost of production. For the solve this problem, is need diversity initial- material genetic sources and donors with a bush or short-vine type of plant that can transfer these traits to cultivated varieties. It is desirable that the created sources in traits of morphological (fruit shape, background color, pattern, flesh color) and economically useful features (productivity, quality, resistant, etc.) were similar to the varieties that are in demanded in production, but differ from them in only one feature - plant shape, the habitus of which is controlled by the corresponding genes. The main goal of the study is the creation of isogenic lines for the accelerated breeding of bush and short-vine varieties of watermelon

Ключевые слова: СЕЛЕКЦИЯ, АРБУЗ, ИСТОЧНИК, ЛИНИЯ, СОРТ, КОЛЛЕКЦИЯ, ПРИЗНАК

Keywords: BREEDING, WATERMELON, SOURCE, LINE, VARIETY, COLLECTION, TRAIT

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-205-026>

<http://ej.kubagro.ru/2025/01/pdf/26.pdf>

Способ размножения растений, наследуемость улучшаемого признака (признаков), тип арбуза, используемого в коммерческих целях, – все это влияет на используемые методы селекции арбуза. Селекция данной культуры по нашему мнению должна основываться на средних значениях, полученных в результате повторных оценок семейств родственных растений в двух или трехлетних испытаниях.

Объективная оценка эффективности селекционной процедуры должна быть включена в каждую селекционную работу. Количество успешных сортов, произведенных на единицу затраченных средств, должно быть включено в критерии оценки, которые варьируются в зависимости от цели и задач. Передовые селекционные линии, подающие надежды, подвергаются тщательному изучению и сравнению с соответствующими стандартами в течение как минимум трех лет в условиях, репрезентативных для целевого(ых) участка(ов). Селекция арбузов направлена на создание новых, единственных в своем роде и превосходных инбредных сортов и гибридов арбуза. Сначала селекционер выбирает и скрещивает две или более родительских линий, а затем повторяет процесс самоопыления и отбора. Генетическая коллекция арбуза является базовой платформой для отбора, изучения и дальнейшего использования в селекционных технологиях перспективных образцов арбуза.

Таким образом, выведение новых сортов – трудоемкий процесс, требующий тщательного перспективного планирования, рационального использования генетических ресурсов и минимальной смены направлений. В связи с этим ускоренная селекция является потенциальным методом создания элитных сортов арбуза за короткий период времени.

Мы используем термин многоцелевые гибридные комбинации т.к. рассматриваем селекционный процесс по нескольким направлениям и на наш взгляд это в полной мере отражает его многогранность. Работа с

коллекцией идет по нескольким направлениям, что представлена на рисунке.

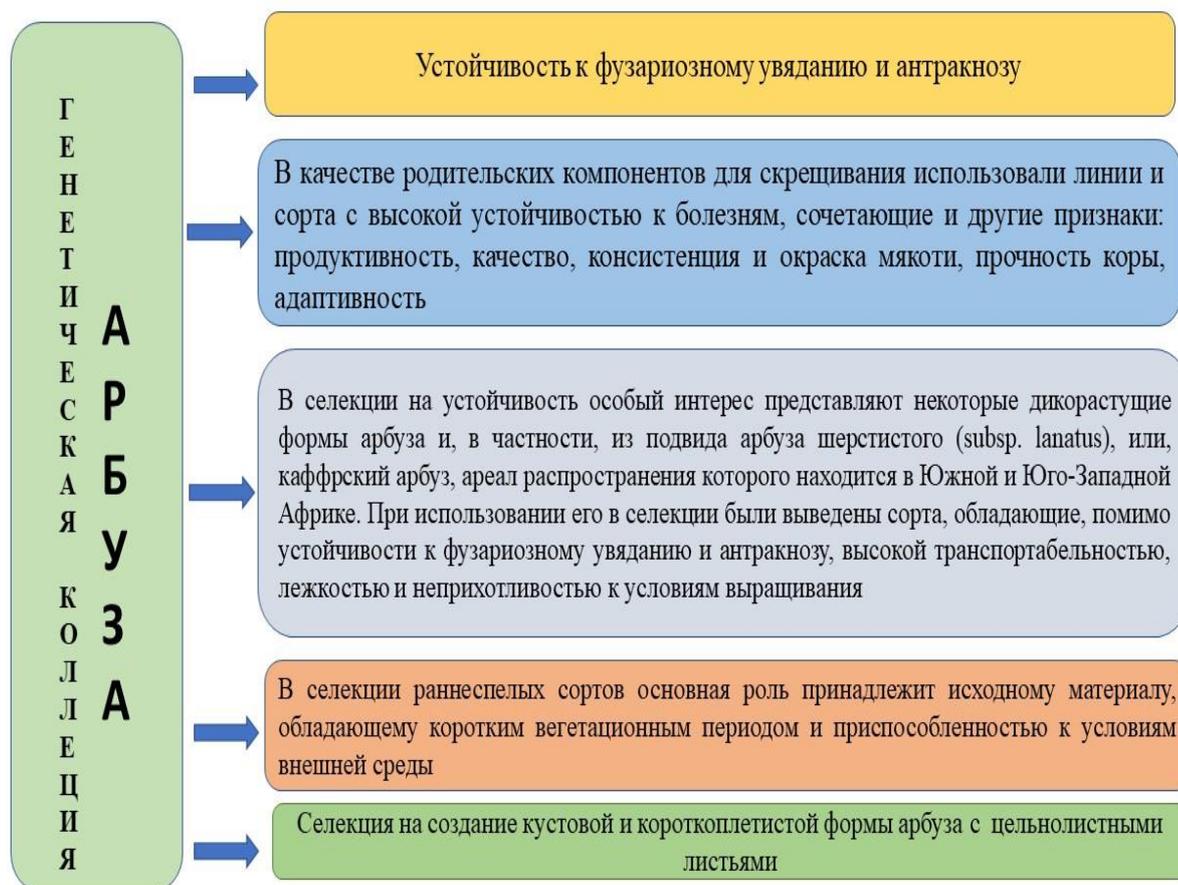


Рисунок 1 – Работа по созданию многоцелевых гибридных комбинаций арбуза на основе генетической коллекции

В современной селекции для ее решения особое значение принадлежит генетическим источникам и донорам, которые, наряду с хорошей продуктивностью и качеством, должны обладать четко различимыми морфобиологическими признаками, определяющих кустовой или короткоплетистый тип развития растений и их генетический контроль. Селекционная значимость таких источников определяется также наличием комплекса хозяйственно-ценных признаков. Помимо высокой продуктивности и качества они должны иметь разные сроки созревания, хорошую лежкость, транспортабельность и товарный вид, обладать устойчивостью к болезням, вредителям и стрессовым условиям среды [3].

Особенно важны надежные источники, обладающие донорскими свойствами, способные передать гены, определяющие кустовость и короткоплетистость в сорта, возделываемые в производстве, и, на этой основе, получать улучшенный материал – перспективные линии с кустовым и короткоплетистым типом развития с признаками плодов наподобие районированных сортов. Использование их в селекции позволит значительно ускорить выведение сортов, отвечающих требованиям механизированных технологий [1-2].

Условия, материал и методы

Опыты проводились на участках Кубанской опытной станции ВИР. Зона расположения характеризуется как степная, осадков за год выпадает в количестве 450–550 мм. Условия благоприятны для культуры, поскольку характеризуются обилием света и тепла, лето жаркое. Характеристика почвы – чернозем с содержанием гумуса 5,2–6,8 %.

В качестве исходного материала использовали разнообразные формы местного происхождения, районированные сорта, гибриды и линии арбуза. Для получения перспективных кустовых и короткоплетистых изогенных линий с признаками плодов, наподобие районированных сортов, был использован метод возвратных (беккроссных) скрещиваний. Метод характеризуется тем, что гены, контролирующие признаки кустовости и короткоплетистости, путем проведения нескольких циклов беккроссных скрещиваний переносятся в длинноплетистые районированные или перспективные сорта. В результате периодических отборов получаем линии кустового и короткоплетистого типа, габитус которых контролируется соответствующими генами, а по морфологическим признакам плода отобранные линии подобны районированным сортам. Селекционная ценность полученных линий с заведомо контролируемыми признаками заключается в том, что это

позволяет ускорить процесс выведения кустовых и короткоплетистых сортов, наиболее востребованных в производстве.

Линии, характеризующиеся как изогенные, анализировали по нескольким показателям (таблица 1).

У полученных изогенных линий определяли продуктивность весовым методом, скороспелость - по показаниям от массовых всходов до созревания плодов. Рефрактометром определены качественные показатели - содержание органического по 5-балльной шкале. Методами биохимического анализа установлено содержание в плодах арбуза сахаров, витамина С и других химических элементов.

Таблица 1 – Оценка линий арбуза при создании кустовых форм арбуза

Показатель	Метод и подходы для анализа
продуктивность	использовали весовой методом, в зависимости от созревания плодов арбуза
скороспелость	считали от начала массовых всходов до созревания плодов у растения арбуза
содержание сухих веществ	определяли с помощью полевого рефрактометра, а также применяли органолептический методом оценка проходила по 5-ти балльной шкале
оценка содержания сахаров, витамина С, других химических элементов	биохимический анализ
оценка устойчивости к болезням (антракнозу и фузариозному увяданию)	проводили как при естественном, так и при искусственном заражении

Оценку растений арбуза на устойчивость к болезням – антракнозу и фузариозному увяданию определяли при естественном и искусственном заражении.

Результаты и обсуждение

История селекции по выведению сортов арбуза кустового и короткоплетистого типа берет свое начало с середины прошлого века. В качестве исходного материала для создания кустового арбуза использовали образец из США «Bush desert king» (к-3939). Образец, как спонтанный мутант, был обнаружен на Техасской опытной станции в посеве сорта «Desert King» американским ученым Mohr Н.С. в 1953 году [8]. В коллекцию ВИР образец поступил в 1960 году и привлек внимание многих ученых, таких как Фурса Т.Б. ; Гольдгаузен М.К., Анюховская И.В.; Теханович Г.А. ; Галка А.Т. ; Дютин К.Е., Афанасьева Э.А.; Синча К.П. [1-2]. В те годы образец был единственным источником для селекции кустового арбуза, и ученые ставили своей целью изучить морфобиологические особенности образца, поведение его в скрещиваниях и возможности использования в селекционной практике для получения сортов кустового типа, пригодных для механизированной уборки.

История этого вопроса на Кубанской опытной станции ВИР началась с 1972 года и работы шли в течение многих лет. В процессе создания улучшенной кустовой формы и новых генетических источников кустового типа занимал довольно длительный период времени и включал несколько этапов.

Во-первых, для получения выравненного материала проведена идентификация образца по факторам, определяющим его морфобиологические признаки по форме (габитусу) растения, особенностям листа, величине, форме, окраске плода и мякоти, ее структуре и качеству. Путем самоопыления (инцухта) отобраны однородные линии для включения их в скрещивания. Таким же образом проведена идентификация признаков лучших возделываемых плетистых сортов, включаемых в скрещивания с кустовым образцом.

На втором этапе проведено изучение гибридов разных поколений от скрещивания кустового образца с плетистыми сортами с целью получения более продуктивных и с лучшим качеством плодов кустовых растений, а также изучен характер наследования кустовости и других признаков у гибридов. Основные этапы второго процесса представлены на рисунке 2.

Поэтому важнейшей проблемой в селекции кустового арбуза является преодоление наследуемых отрицательных признаков, определяющих продуктивность и качество. Решить ее можно созданием необходимого наследственного потенциала, способного передать возделываемым сортам, наряду с кустовостью, лучшие свойства, определяющие продуктивность, качество, устойчивость к болезням и стрессовым условиям среды, а также скорость развития.

Кустовые формы, отобранные у гибридов от скрещивания с цельнолистными сортами, по продуктивности и качеству уступали районированным плетистым сортам и поэтому не могут быть использованы в производстве. Они могут служить лишь в качестве источников для продолжения селекции.

При скрещивании кустовой формы арбуза, имеющего рассеченный лист (КРЛ) с плетистыми сортами, имеющих цельный лист (ПЦЛ), в F_1 доминируют признаки растений плетистого типа с рассеченным листом (ПРЛ), несвойственные ни одной родительской форме

В F_2 выщепилась новая форма – кустовые цельнолистные (КЦЛ) растения, несвойственные растениям родителей.

Факт выщепления таких растений объясняется взаимодействием генов, гомозиготное состояние которых по обоим рецессивным факторам, обуславливающим кустовость (ген *dw*–*dwarf*–карлик) и цельнолистность (ген *nl*–*non lobbed*–нерассеченный), дают появление форм с новыми признаками – кустовых цельнолистных (КЦЛ).

У гибридов от скрещивания кустовой формы с плетистыми цельнолиственными сортами проведено самоопыление растений и выделены селекционные линии кустового типа: кустовые рассеченнолистные (КРЛ) и кустовые цельнолистные (КЦЛ). По продуктивным и качественным показателям они были лучше, чем исходный кустовой образец, но, по сравнению с районированными, они в 2–3 раза уступали стандартным сортам. У отобранных кустовых растений продуктивность составила 2,3–2,8 кг, вкус 3,4–3,7 балла.

Рисунок 2 – Этапы создания гибридов разных поколений от скрещивания кустового образца с плетистыми сортами арбуза

Работа по селекционному улучшению кустового арбуза и выявлению форм, имеющих хорошее сочетание хозяйственно-полезных признаков, включала третий этап. Было проведено 4-5 циклов возвратных скрещиваний с лучшими районированными сортами, обладающими устойчивостью к болезням, адаптивностью к засушливым и жарким условиям южного региона России. В каждом цикле скрещивания проводили индивидуальный отбор. При отборе учитывали основные требования, предъявляемые к сортам арбуза, пригодным для механизированного возделывания. В зависимости от гибридной комбинации они включали наличие компактно-кустовых или

короткоплетистых растений, образующих округлые плоды средней массой 3–5 кг с прочной корой толщиной 1,0–1,5 см, яркоокрашенной мякотью с высоким содержанием сухих веществ (в пределах 10–12 %) и хорошим вкусом. Наряду с хорошей сохраняемостью плодов в течение 20–30 дней, они должны быть транспортабельными, иметь дружное созревание, высокую устойчивость к болезням, хороший товарный вид плодов (окраска коры, характер рисунка, цвет мякоти и т.д.).

Выделены перспективные кустовые и короткоплетистые линии-аналоги (изогенные линии), подобные некоторым возделываемым сортам с морфологическими признаками плодов, характерными для сортов типа Мелитопольского, Раннего Кубани, Ольгинского, Подарка Солнца, Канадского раннего, Кримсона свита, Клондайка полосатого. Ряд выделенных линий в 2020–2023 годах прошли проверку в контрольно-элитном питомнике, в котором дана оценка по основным морфобиологическим и хозяйственно-ценным признакам. По комплексу этих признаков отобраны лучшие линии, большинство морфобиологических признаков которых соответствуют некоторым длинноплетистым сортам, но отличаются от них кустовым или короткоплетистым типом растения. Среди них представляют интерес раннеспелые с вегетационным периодом 70–75 дней кустовые рассеченнолистные линии (КРЛ): КРЛ 652, КРЛ 656, образующие плоды типа Раннего Кубани и Канадского раннего; среднеспелые (80–85 дней): КРЛ 376, КРЛ 394 с плодами типа Клондайка полосатого и Ольгинского; позднеспелый (95–100 дней): КРЛ 694, формирующий плоды типа Мелитопольского. Для них характерна компактно-кустовая форма растений с габитусом 0,8–1,2 м и вполне приемлемая продуктивность на уровне 3,6–5,3 кг/раст. с содержанием сухих веществ 10,4–12,0 % и вкусом плодов с оценкой в 4,2–4,7 балла. Приводим краткое описание созданных линий.

Для селекции и производственного испытания представляют интерес среднеспелые короткоплетистые линии (КПЛ) с габитусом растений 1,3–1,5 м с плодами типа Мелитопольского и Кримсон свит. Они характеризуются высокой продуктивностью и вкусовыми качествами, устойчивы к основным заболеваниям: фузариозному увяданию и антракнозу и меняющимся климатическим условиям среды (таблица 2-3; рисунок 3).

Таблица 2 – Описание линий арбуза компактно-кустовой формы с габитусом 0,8–1,2 м и рассеченным листом (КРЛ)

Линия	Характеристика
КРЛ 652	Растения компактно-кустовые (габитус 0,8–1,0 м). Образуют среднерассеченные, гофрированные листья. Плоды типа Раннего Кубани, округлые, массой 3,8–4,9 кг с зелеными средней ширины полосами на светло-зеленом фоне. Мякоть густо-розовая, волокнистая, хорошего и отличного вкуса. Содержание сухого вещества 10,4–11,0 %, вкус 4,2 балла. Раннеспелый. Период от всходов до созревания 70–75 дней.
КРЛ 656	Растения компактно-кустовые (габитус 0,9–1,1 м). Листья среднерассеченные, гофрированные, плоды шаровидные и округло-овальные, наподобие американского сорта Канадский ранний, массой 4,1–5,3 кг, светлокорые со светло-зеленым (салатным) фоном и рисунком в виде сетчатых полос. Кора 1,0–1,5 см, прочная. Мякоть ярко-розовая, ближе к малиновой, зернистой и нежно-зернистой консистенции хорошего и отличного вкуса. Содержание сухого вещества 10,8–11,4 %, вкус 4,4–4,7 балла. Раннеспелый. Период от всходов до созревания 70–75 дней.
КРЛ 376	Растения компактно-кустовые (габитус 0,9–1,2 м). Листья слаборассеченные, гофрированные. Плоды удлиненно-овальной формы, с ярко выраженным полосатым рисунком, наподобие американского сорта Клондайк полосатый, массой 3,6–4,3 кг. Мякоть густо-розовая и малиновая, волокнистая, хорошего вкуса. Содержание сухого вещества 10,7–11,3 %, вкус 4,0–4,5 балла. Период от всходов до созревания 80–90 дней.
КРЛ 394	Растения компактно-кустовые (0,8–1,0 м). Листья слаборассеченные, гофрированные. Формируют округлые темнокорые плоды (типа Ольгинского) массой 4,1–4,9 кг. Мякоть малиновая, зернистая и нежно-волокнистая, хорошего и отличного вкуса. Содержание сухого вещества 11,4–11,9 %, вкус 4,4–4,7 балла. Среднеспелый. Период от всходов до созревания 80–85 дней.
КРЛ 694	Растения компактно-кустовые (0,9–1,2 м). Листья среднерассеченные, гофрированные, темно-зеленые. Плоды шаровидные, наподобие сорта Мелитопольский, массой 3,9–5,1 кг с зеленым фоном и темно-зелеными средней ширины шпиговатыми полосами. Кора 1,5 см, прочная. Мякоть густо-розовая и малиновая, зернистой и нежно-волокнистой консистенции, хорошего и отличного вкуса. Содержание сухого вещества 11,4–12,0 %, вкус 4,6–4,7 балла. Среднепоздний. Период от всходов до созревания 95–100 дней.

Таблица 3 – Характеристика короткоплетистых (КПЛ) линий арбуза с габитусом 1,3–1,5 м

Линия	Характеристика
КПЛ 368	Растения короткоплетистые (1,3–1,5 м). Плоды округло-овальной формы массой 4,7–6,8 кг с ярко выраженными средней ширины шпороватыми темно-зелеными полосами типа Мелитопольского. Мякоть густо-розовая и малиновая, зернистая, очень хорошего вкуса. Содержание сухого вещества 11,2–11,5 %, вкус 4,2–4,7 балла. Среднеспелый. Vegetационный период 85–90 дней.
КПЛ 774	Растения короткоплетистые (1,3–1,5 м). Образуют шаровидные и округло-овальные с ярко-зелеными полосами на светло-зеленом фоне плоды типа Кримсон свит массой 5,9–7,0 кг. Мякоть малиновая и карминная, зернистая и нежноволокнистая, хорошего и отличного вкуса. Содержание сухого вещества 11,8–12,0 %, вкус 4,5–4,7 балла. Среднеспелый. Vegetационный период 80–85 дней.



Рисунок 3 – Кустовая цельнолистная форма арбуза (а); кустовая форма арбуза с рассеченным листом (б)

Созданные кустовые и короткоплетистые линии проявили высокую адаптивность к экстремальным погодным условиям жары и засухи. Адаптивность их обусловлена хорошей облиственностью растений, которая обеспечивает лучшее сохранение влаги благодаря уменьшению испарения. Благоприятный микроклимат в посеве способствует высокой фотосинтетической активности растений, которая реализуется в величине

и качестве урожая. Созданные изогенные линии представляют собой ценный генетический материал для селекции новых и улучшения существующих сортов.

На основе анализа результатов исследования можно сделать выводы, что для создания сортов арбуза, приспособленных к механизированной уборке, удобных для малых хозяйствах, фермерского типа, получены компактно-кустовые и короткоплетисные формы арбуза на основе изогенных линий двух типов: кустовые рассеченные по форме листа (КРЛ): КРЛ 652, КРЛ 656, КРЛ 394, КРЛ 694 и линии с короткими плетями (КПЛ): КПЛ 368, КПЛ 774. Короткоплетистые растения в ранний период развития четко различаются от длинноплетистых более компактным кустом. В результате работы создан уникальный генетический материал для селекционной практике по улучшению сортов арбуза, обеспечивающий ускорение селекционного процесса.

Литература

1. Луценко В. Требования к сортам бахчевых культур для машинной уборки / В. Луценко, В. Чаленко, К. Дютин // Картофель и овощи. – 1974.– №8. – С.35-43.
2. Теханович Г.А. Селекция кустовых и короткоплетистых сортов арбуза / Г.А. Теханович, Ю.А. Елацков, А.Г. Елацкова // Картофель и овощи. – 2011. – № 7. – С. 25-26.
3. Sari N., Watermelon Genetic Resources and Diversity / N. Sari, İ. Solmaz //The Watermelon Genome. – Cham : Springer International Publishing, 2023. – P. 23-36.

References

1. Lucenko V. Trebovaniya k sortam bahchevyh kul'tur dlya mashinnoj uborki / V. Lucenko, V. Chalenko, K. Dyutin // Kartofel' i ovoshchi. – 1974.– №8. – S.35-43.
2. Tekhanovich G.A. Selekcija kustovyh i korotkopletistyh sortov arbuza / G.A. Tekhanovich, Yu.A. Elackov, A.G. Elackova // Kartofel' i ovoshchi. – 2011. – № 7. – S. 25-26.
3. Sari N., Watermelon Genetic Resources and Diversity / N. Sari, İ. Solmaz //The Watermelon Genome. – Cham : Springer International Publishing, 2023. – P. 23-36.