

Соколов Артем Сергеевич

УДК 631.53.02:635.61/.63:581.16

**ОСОБЕННОСТИ ГИБРИДНОГО СЕМЕНОВОДСТВА БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР
НА ОСНОВЕ МАТЕРИНСКИХ ЛИНИЙ
С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ**

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2015

Работа выполнена в ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства в 2008-2014 годах.

Научный руководитель:

Дютин Константин Ефимович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, ведущий научный сотрудник отдела семеноводства и семеноведения ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого овощеводства и бахчеводства

Официальные оппоненты

Игнатова Светлана Ильинична

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства

Монахос Григорий Федорович

кандидат сельскохозяйственных наук, директор ООО «Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева»

Ведущая организация: ФГБОУ высшего профессионального образования «Российский государственный аграрный заочный университет»

Защита диссертации состоится «___» _____ 2015 г. в ___ на заседании диссертационного совета Д 220.019.01 при ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур (143080, Московская обл., Одинцовский р-н, п/о Лесной городок, поселок ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14).

Тел: (495) 599-24-42
Факс: (495)599-22-77

E-mail: vniissok@mail.ru
aspirantura@vniissok.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур: www.vniissok.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2015 г.

Учёный секретарь совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 220.019.01,
доктор сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

Бондарева
Людмила Леонидовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Организация эффективного получения семян гибридов F_1 возможна на основе специальных генетических форм, обеспечивающих высокий процент переопыления родительских линий.

В мировой селекционной практике у бахчевых, до настоящего времени, семена гибридов F_1 получают при искусственных опылениях или при удалении бутонов мужских цветков вручную, что значительно повышает стоимость гибридных семян. В связи с этим использование оригинальных материнских линий бахчевых культур с различными типами мужской стерильности и изучение особенностей ведения гибридного семеноводства, безусловно, является актуальным.

Цель и задачи исследований. Цель диссертационной работы – изучить технологические особенности ведения гибридного семеноводства с использованием материнских линий бахчевых культур с генной и функциональной мужской стерильностью.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- провести оценку и анализ фенотипического проявления генной мужской стерильности у дыни, арбуза, кабачка и функциональной мужской стерильности у тыквы крупноплодной для идентификации этих растений в питомниках размножения и в посевах гибридного семеноводства;
- описать морфобиологические особенности используемых в гибридном семеноводстве родительских форм материнских линий с мужской стерильностью и маркерным признаком и отцовских форм;
- изучить особенности поддержания материнских линий дыни, арбуза, кабачка с генной мужской стерильностью и тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью;
- отработать элементы технологии получения семян гетерозисных гибридов F_1 на основе специализированных материнских линий с мужской стерильностью.

Научная новизна исследований. Разработаны элементы технологии гибридного семеноводства на основе материнских линий дыни, арбуза, кабачка с генной и тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью. Установлены видовые особенности фенотипического проявления ядерной мужской стерильности у дыни, арбуза, кабачка и функциональной мужской стерильности у тыквы крупноплодной и предложен регламент проведения сортовых прочисток в питомниках размножения и семеноводческих посевах гибридов F_1 .

Практическая значимость работы. Определены оптимальные схемы посева в питомниках размножения материнских линий. Предложена схема проведения сортовых прочисток при размножении материнских линий, обеспечивающая их чистоту. Определены схемы размещения и схемы посева отцовской и материнских форм, регламентирующие проведение сортовых прочисток, формирующих оптимальную густота стояния родительских линий при семеноводстве гибридов F_1 разных видов тыквенных культур и позволяющие получать максимальный урожай семян с высоким процентом гибридности.

Основные положения, выносимые на защиту:

- схемы размещения родительских форм в посевах гибридного семеноводства дыни, арбуза, кабачка, тыквы крупноплодной, обеспечивающие высокую гибридность получаемых семян;
- технологические особенности проведения сортовых прочисток у материнских линий в питомниках размножения и при получении семян гибридов F_1 с учетом видовых особенностей фенотипического проявления мужской стерильности и морфобиологических особенностей родительских форм разных видов бахчевых культур;
- оценка экономической эффективности ведения гибридного семеноводства на основе материнских линий арбуза и дыни с генной мужской стерильностью.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 17 научных работ, 3 из которых в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались на научно-практических конференциях: «Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2012», «У.М.Н.И.К.», ФГОУ ВПО АГУ, г. Астрахань (2012); «Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем», Волгоградский ГАУ, г. Волгоград (2012); «Проблемы селекции, технологии возделывания и маркетинга овощебахчевых культур» и «Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России», ГНУ ВНИИОБ, г. Астрахань (2010 и 2012); на VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные и новые направления сельскохозяйственной науки», Горский ГАУ, Владикавказ (2012); на I и III Международных научно-практических конференциях молодых ученых «Актуальные вопросы природопользования в аридной зоне Северо-западного Прикаспия» и «Научные и технологические подходы аграрной науки», ГНУ ПНИИАЗ, с. Соленое Займище (2012 и 2014); на III и VI Всероссийских научных конференциях студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса», ФГОУ ВПО АГУ, г. Астрахань (2009 и 2010).

Реализация научных исследований. Вопросы ведения гибридного семеноводства изучались в рамках полученных инновационных грантов Министер-

ства экономического развития Астраханской области, программ У.М.Н.И.К.-2012 и СТАРТ-2013 Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Личный вклад соискателя. Автор диссертационной работы принимал непосредственное участие в проведении исследований, закладке опытов, проведении необходимых учетов и наблюдений, отборе почвенных и растительных образцов, обработке и обобщении полученных результатов, в работе над научными отчетами, в подготовке к печати публикаций. Личный вклад соискателя составляет 70%.

Объем работы и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, выводов, рекомендаций. Список использованной литературы включает 202 наименования, в том числе 44 иностранных источника. Работа изложена на 148 страницах компьютерного текста, содержит 31 таблицу, иллюстрирована 44 рисунками. Приложение включает 18 таблиц и 2 справки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2008-2014 годах на опытном участке ФГБНУ «ВНИИООБ», ООО «Наш огород» Камызякского района Астраханской области.

В качестве исходного материала для создания материнских форм были использованы селекционные формы дыни (ЖЛ 51 ms), арбуза (Ч 13 ms и А 41 ms), кабачка (ГР ms) с генной мужской стерильностью и тыквы крупноплодной (КР fms) с функциональной мужской стерильностью (невскрывающиеся пыльники).

В качестве отцовских форм, для создания гибридов F_1 , использовали линии сортов отечественной, зарубежной селекции и селекционные линии отдела селекции и иммунитета бахчевых культур и ООО ССП «Мастер семя».

Опыт 1. При изучении густоты стояния растений с различной полевой всхожестью с междурядьем 1,4 м проводили испытание: у дыни и арбуза 5-ти схем посева через 0,15 м; 0,30 м; 0,45 м; 0,60 м; 0,90 м; у кабачка 4-х схем посева через 0,20 м; 0,35 м; 0,70 м; 0,90 м; у тыквы крупноплодной 3-х схем посева через 0,60 м; 1,0 м; 1,4 м с различным числом семян в лунке от 1 до 5 штук.

Опыт 2. В питомнике размножения материнских линий с мужской стерильностью изучали выделившиеся по оптимальной густоте стояния растений следующие схемы посева: у дыни 1,4x0,30 м по 1 семени, 1,4x0,60 м по 2 семени, 1,4x0,45 м по 2 семени, 1,4x0,90 м по 3 семени, 1,4x0,60 м по 3 семени, 1,4x0,90 м по 4 семени; у арбуза 1,4x0,30 м по 1 семени, 1,4x0,60 м по 2 семени, 1,4x0,90 м по 3 семени; у кабачка 1,4x0,35 м по 1 семени, 1,4x0,70 м по 2 семе-

ни, 1,4x0,90 м по 3 семени; у тыквы крупноплодной 1,4x1,4 м по 1 семени, 1,4x1,0 м по 1 семени в лунку.

Опыт 3. В питомниках гибридного семеноводства производили посев чередующимися рядами материнских линий с мужской стерильностью и отцовских форм по 4-м схемам размещения. Изучали влияние удаленности сорта опылителя от материнской линии на урожайность семян гибрида F_1 :

Вариант I – О:М:О:М:О:М;

Вариант II – О:М:М:О:М:М:О:М:М;

Вариант III – О:М:М:М:О:М:М:М:О:М:М:М;

Вариант IV – О:М:М:М:М:О:М:М:М:М:О:М:М:М:М,

где М – материнская линия, О – отцовская форма.

Учет урожая проводили с каждого ряда материнской линии отдельно.

По всем питомникам испытаний площадь делянки посевной – 28,0 м²; учетной – 26,6 м².

Размещали: у дыни материнскую линию 1,4x0,45 м по 2 семени, отцовскую форму 1,4 x0,70 м по 2 семени; у арбуза материнскую линию 1,4x0,60 м по 2 семени, отцовскую форму 1,4 x0,90 м по 2 семени; у кабачка материнскую линию 1,4x0,70 м по 2 семени, отцовскую форму 1,4 x0,90 м по 2 семени; у тыквы крупноплодной материнскую линию 1,4x1,0 м по 1 семени, отцовскую форму 1,4 x1,4 м по 1 семени в лунку.

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения и учеты по методике ВИР: отмечали даты (появления всходов, цветения мужских и женских цветков, образования завязи), проводили учёт количества растений на делянках, отбор лучших образцов, описание плодов.

Гибридологический анализ наследования признака «мужская стерильность» проведен методом генетического анализа, без изучения расщепления F_3 . Для проведения опыта были получены гибриды F_1 , F_2 от скрещивания с фертильным растением и беккроссы с обоими родителями.

Материнские линии с генной мужской стерильностью, по используемой методике, поддерживали в гетерогенном состоянии. При этом посевы состояли из половинного соотношения: стерильных гомозигот и фертильных гетерозигот.

Сортовые и гибридные качества семян бахчевых культур определяли согласно ГОСТ Р 52171-2003 «Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия».

Гибридность полученных семян определяли в питомниках предварительного, конкурсного сортоиспытания, в посевах производственного испытания и в лабораторных условиях. Оценка велась по маркерному признаку при дости-

жении контрольными растениями фазы 3-5 настоящих листьев. Для оценки гибридности высевали не менее 100 семян по каждому контрольному варианту.

В питомниках гибридного семеноводства дыни, арбуза и кабачка проводили один контроль маркерного признака и три сортовые прочистки. Контроль по маркерному признаку делали в фазу 3-5 настоящих листьев. Первую сортовую прочистку осуществляли в фазу «начало цветения мужских цветков», вторую – через 2-3 суток после первой, а третью через 5-7 суток после второй.

Изучение технологических особенностей ведения гибридного семеноводства проводили по гибридным комбинациям гибридов F₁, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: дыни Алиса F₁, арбуза ВНИИОБ-2 F₁, арбуза Грааль F₁ и тыквы крупноплодной Марка F₁, кабачка по перспективной гибридной комбинации ГР ms x Сосновский.

Производственные испытания по получению семян гибридов F₁ арбуза ВНИИОБ-2 и Грааль выполнялись сотрудниками ООО селекционно-семеноводческого предприятия «Мастер семя» на полях ООО «Наш огород» в 2012-2013 годах на общей площади посева 1 га каждой гибридной комбинации. Изучали 2 схемы закладки опытно-производственных участков для каждого образца согласно вариантам опыта:

Вариант I – О:М; Вариант II – М:О:М.

Посев вручную, имитирующий механизированный посев. Посев материнской линии производили по схеме 1,4x0,60 м по 2 семени в лунку, отцовской формы – 1,4 x0,90 м по 2 семени в лунку.

Производственные испытания хозяйственной полезности проводили на товарных посевах в ООО «Наш огород» гибрида F₁ арбуза ВНИИОБ-2 и гибрида F₁ арбуза Грааль на площади 1 га каждого.

Расчет экономической эффективности производства семян гибридов F₁ арбуза и дыни выполняли по методике определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ.

Статистическую обработку полученных данных исследований выполняли по методике Доспехова Б.А. и с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel.

Агротехнические приемы на селекционно-опытных посевах проводили с учетом рекомендаций по возделыванию бахчевых культур, принятых для данной зоны; на опытно-производственном участке гибридного семеноводства – по минимальной обработке почвы в рисовых инженерных системах, после рыбных прудов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Особенности фенотипического проявления мужской стерильности и наследования различных типов мужской стерильности у бахчевых культур

В отделе селекции и иммунитета бахчевых культур ФГБНУ «ВНИИООБ» ведется целенаправленный поиск генетических форм, способствующих переопылению, и уже получены определенные результаты. У бахчевых культур – это образцы с различными типами мужской стерильности. Чтобы иметь возможность выделять растения с мужской стерильностью и качественно вести селекционный процесс, необходимо знать и учитывать особенности фенотипического проявления мужской стерильности.

У дыни отмечено два типа цветков на растениях с мужской стерильностью. Первый – без цветения – бутоны меньших размеров, цветение не происходит, цветки засыхают, не раскрываясь. При принудительном вскрытии пыльники бледно-желтого цвета, редуцированы или отсутствуют. Второй тип – без вскрытия пыльников – бутоны и цветки меньших размеров или нормальные, венчик бледно-желтый. Тычинки либо не развиты или сильно редуцированы, либо имеют нормальную форму, но не вскрываются (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Особенности фенотипического проявления генной мужской стерильности у дыни

У арбуза было выделено три типа проявления стерильности мужских цветков: первый тип стерильности – без цветения – мужские бутоны меньших размеров, цветения не происходит, бутоны засыхают не раскрываясь. В принудительно вскрытом бутоне пыльники не развиты, желтовато-зеленые, гладкие. Второй тип – без вскрытия пыльников – бутоны и цветки меньших размеров, венчик более бледной, чем у фертильных, окраски. Тычинки либо не развиты, либо развиты, но не вскрываются. Пыльники не опушены, яркие, зеленовато-

желтые. Третий тип – со стерильной пылью – бутоны нормально развиты, цветки обычного или чуть меньшего размера. Тычинки могут быть нескольких видов: либо часть тычинок не развита, а остальные развиты и пыльники вскрываются, либо часть пыльников вскрывается, а часть остается не вскрывшимися, но чаще всего все пыльцевые мешки раскрыты, но слабо и пыльца из них почти не высыпается. Пыльники темные, буроватые или желтовато-коричневые с небольшим количеством пыльцы. Пыльца темная, желтовато-коричневая или светло-коричневая. При оценке на фертильность при проращивании на питательных средах не проросла, а только наклеивалась (Рисунок 2).

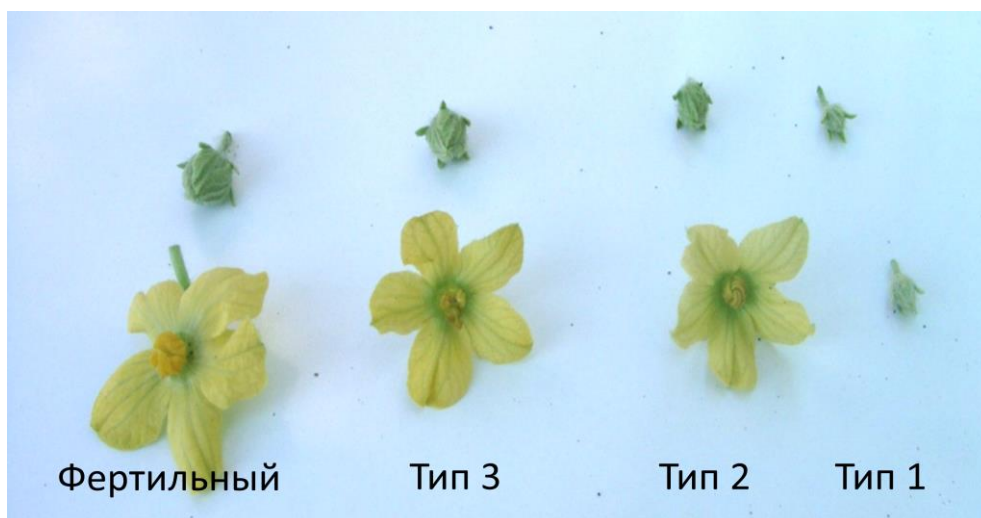


Рисунок 2 – Особенности фенотипического проявления генной мужской стерильности у арбуза

Различные типы стерильности мужских цветков могут появляться на одном растении и сменять друг друга в онтогенезе. У молодых растений стерильность появляется более четко – мужского цветения не происходит. Второй тип появляется чаще при зацветании на растении женского цветка, особенно, если на развитом растении нет завязи. Третий тип появляется в конце цветения, на более старых онтогенетических растениях.

У кабачка бутоны мужских цветков обычной формы и размеров, часто не открываются. В принудительно вскрытых цветках пыльники чуть меньших размеров, чем у фертильных, по форме похожи на фертильные, но пыльца в них не формируется (Рисунок 3).

У тыквы крупноплодной цветение на стерильных растениях проходит в обычном режиме, цветки внешне мало отличаются от фертильных. Размеры цветка не уменьшены, венчик иногда чуть бледнее окрашен, но чаще ярко-оранжевого цвета. Пыльники нормально развиты, светло-желтого цвета, но не растрескиваются (Рисунок 4).



Рисунок 3 – Особенности фенотипического проявления генной мужской стерильности у кабачка



Рисунок 4 – Особенности фенотипического проявления функциональной мужской стерильности у тыквы крупноплодной

Для проведения гибридологического анализа наследования признака «стерильность мужских цветков» проводили контроль на стерильность всех растений, достигших фазы «цветение мужских цветков».

Обычно мужская стерильность у сельскохозяйственных культур наследуется рецессивно и контролируется одной парой аллелей гена. Гибридологический анализ наследования признака «стерильность мужских цветков» у бахчевых культур показал, что во втором поколении расщепление на фертильные и стерильные растения соответствует стандартному 3:1, с вероятностью у дыни (генная мужская стерильность) 0,50-0,75, $\chi^2=0,26$; у тыквы крупноплодной (функциональная мужская стерильность) 0,75-0,95, $\chi^2=0,07$. При беккроссе гетерозиготы по гену *ms* расщепление соответствует стандартному 1:1 с показателями у дыни (генная мужская стерильность) 0,25-0,50, $\chi^2=1,10$; у тыквы (функциональная мужская стерильность) 0,50-0,75, $\chi^2=0,12$. Таким образом, привлеченные к изучению гены мужской стерильности у бахчевых культур наследуются как моногенный рецессив.

Изучение схем посева и норм высева семян бахчевых культур

Для выбора оптимальной схемы посева бахчевых культур в питомниках размножения материнских линий и питомниках гибридного семеноводства были предварительно заложены опыты по оценке различных схем посева при изменяющихся нормах высева семян в лунку.

Полевая всхожесть за 2 года по вариантам опыта при использовании орошения различалась незначительно и поэтому при расчете густоты стояния была взята средняя за 2 года, фактически полученная, полевая всхожесть: у дыни она составила 72%, у арбуза – 76%, у кабачка – 86%, у тыква – 90%.

Оценка густоты стояния растений в семеноводческих посевах при использовании материнских линий с генной мужской стерильностью подразуме-

вает наличие большего числа растений для обеспечения после проведения сортовой прочистки фертильных растений (около 50% от общего числа растений), густоты стояния близкой к рекомендуемой.

При изучении схем посева и норм высева семян материнских линий дыни было получена самая низкая, среди других бахчевых культур, полевая всхожесть – 72%. При отборе оптимальных схем: 1,4x0,90 м по 4 семени в лунку; 1,4x0,60 м по 3 семени в лунку; 1,4x0,45 м по 2 семени в лунку определяющим являлась фактически полученная густота стояния у дыни в пределах 20-25 тыс. раст./га. Эти показатели обеспечиваются при нормах высева 1,560-1,870 кг/га (при средней массе 1000 шт. семян материнской линии 51 г).

При более высокой полевой всхожести материнских линий арбуза – 76%, перспективными для семеноводческих посевов выделились следующие схемы посева: 1,4x0,90 м по 3 семени в лунку; 1,4x0,60 м по 2 семени в лунку; 1,4x0,45 м по 2 семени в лунку и 1,4x0,30 м по 1 семени в лунку. Эти схемы требуют для посева нормы в пределах 2,840-3,620 кг/га (при средней массе 1000 шт. семян материнской линии 133г).

При изучении схем посева у кабачка был использован другой шаг при посеве между лунками в ряду. Перспективными для изучения были выделены схемы: 1,4x0,90 м по 3 семени в лунку; 1,4x0,70 м по 2 семени в лунку; 1,4x0,35 м по 1 семени в лунку. Эти схемы требуют для посева нормы в пределах 2,510-3,050 кг/га (при средней массе 1000 шт. семян материнской линии 95 г). Эти нормы выше рекомендуемых для товарных посевов на 10-40%.

У тыквы материнская линия имеет функциональную мужскую стерильность, у которой необходимо только проведение сортопрочистки по маркерному признаку и общий контроль функциональной мужской стерильности у материнских растений. При высокой полевой всхожести материнских линий тыквы – 90% для опытных посевов были выбраны схемы: 1,4x1,0 м по 1 семени в лунку и 1,4x1,4 м по 1 семени в лунку – не требующие значительного увеличения посевных норм при производстве семян в семеноводческих посевах.

Фенологические наблюдения и морфобиологические особенности родительских форм гибридов F₁

В опытах были проведены фенологические наблюдения для контроля развития и, прежде всего, цветения мужскими и женскими цветками на растениях родительских форм.

У дыни изучалась материнская линия ЖЛ 51 ms и отцовская форма сорт дыни Лада, который по своим фенологическим показателям существенно отличалась от материнской линии. Цветение мужских цветков отцовской формы несколько отставало, в среднем на 2-3 суток от цветения женских цветков растений материнской линии, что также требовало проведения частичного удаления

завязи на материнских растениях на момент массового цветения отцовской формы.

У гибрида F₁ ВНИИОБ-2 в качестве материнской использовалась линия Ч 13 ms с генной мужской стерильностью. В качестве отцовской – сортовая линия сорт Астраханский. В опытах у материнской линии цветение мужскими цветами начиналось на 5-7 суток раньше, чем у отцовской формы, цветение женскими цветками на 10-12 суток раньше. Начало цветения мужскими цветками у отцовской формы отставало на 2-3 суток от массового цветения женскими цветками у материнской линии.

В комбинации у гибрида F₁ Грааль материнская линия А 41 ms, отцовская форма сорт Чарльстон Грэй. Родительские формы близки по прохождению фенологических фаз. Цветение мужских цветков у отцовской формы на 7-10 суток опережало массовое цветение женских цветков материнской линии. Это благоприятно для потенциального получения высокой гибридности семян, но требует своевременного и очень тщательного проведения сортовой прочистки фертильных растений материнской линии (Таблица 1).

У кабачка прохождение фенологических фаз родительскими формами проходило практически одновременно. У растений материнской линии ГР ms цветение женскими цветками на фертильных растениях начиналось на 2-4 суток раньше, чем мужское цветение и по времени почти полностью совпадало с началом цветения мужских цветков у сорта-опылителя – Сосновский.

Таблица 1 – Результаты фенологических и биометрических наблюдений за родительскими формами (среднее за 2009-2014 годы)

Наименование образца	Число суток от появления всходов до					Длина главной плети в фазе «начало цветения мужских цветков», м
	цветения				завязывание плодов	
	мужских цветков		женских цветков			
	начало	массовое	начало	массовое		
Линия ЖЛ 51 ms	28-30	30-32	25-28	26-29	30-33	0,14
Лада	27-31	29-35	30-36	32-39	34-41	0,26
Линия Ч 13 ms	27-30	29-32	25-28	28-31	32-35	0,35
Астраханский	32-38	35-40	35-38	37-42	42-50	0,56
Линия А 41 ms	33-37	36-40	36-41	38-43	44-51	0,49
Чарльстон Грэй	31-33	34-37	33-36	36-39	39-44	0,46
Линия ГР ms	23-27	25-28	21-23	23-25	29-34	0,23
Сосновский	21-23	23-25	23-25	26-29	32-35	0,31
Линия КР fms	28-32	30-34	30-33	31-35	45-52	0,78
Баба Марфа	29-32	30-34	32-35	33-36	40-44	0,68

У тыквы крупноплодной использовалась материнская линия КР fms с функциональной мужской стерильностью. В изучаемой комбинации отцовская

форма – линия Баба Марфа зацветала на 1-2 суток раньше, чем начинали открываться женские цветки на растениях материнской формы.

Результаты проведенных фенологических наблюдений должны учитываться при ведении гибридного семеноводства бахчевых культур и являются определяющим в сроках и других особенностях проведения сортовых прочисток.

Размножение материнских линий с различными типами мужской стерильности

Материнские линии с генной мужской стерильностью по используемой методике поддерживаются в гетерогенном состоянии. При этом посевы состоят из половинного соотношения стерильных гомозигот и фертильных гетерозигот. После свободного переопыления, если семена выделяют только со стерильных растений, они воспроизводят такую же линию с половинным соотношением фертильных и стерильных растений. Поэтому качественное выполнение оценки контролируемого признака при проведении сортовой прочистки является очень важным.

В посевах, по выбранной схеме размножения, необходимо удалять какое-то количество фертильных растений и оставлять от 10 до 40% фертильных для опыления стерильных растений.

Схемы должны обеспечивать удобное проведение сортовых прочисток, а в дальнейшем, по их завершению, и хорошее развитие растений, не влияющее существенно на семенную продуктивность посевов при густоте стояния растений близкой к оптимальной. Растения-опылители не должны препятствовать нормальному развитию семенных растений.

В изучаемых схемах посев семян бахчевых культур производился с разным шагом в ряду и различным числом семян в лунке, что существенно сказывалось на особенностях проведения сортовых прочисток.

При размножении материнской линии дыни ЖЛ 51 ms, в целом, по вариантам, сохранялось половинное соотношение стерильных и фертильных растений, хотя колебания были иногда очень значительными. В схемах при посеве по 1 семени в лунку даже через 30 см у дыни удобно проводить сортопрочистки, так как растения имеют компактный куст и при этом не смыкаются между собой. Однако даже при удалении небольшого числа фертильных растений густота стояния оказывалась невысокой, а густота стояния стерильных растений ниже рекомендуемой, поскольку схема не обеспечивала достаточного количества стерильных растений. В схемах со значительным числом семян в лунке – 3-4 шт., в посевах в отдельных случаях оказывалось до 3-4-х стерильных растений в одной лунке. Для последующего нормального развития растений прихо-

дилось удалять часть стерильных растений. К тому же сложно отделять растения друг от друга, а при удалении еще и повреждалась корневая система у оставшихся в лунке растений, что замедляло их развитие и уменьшало общую продуктивность.

Оптимальными для проведения сортовых прочисток оказались схемы 1,4x0,45 м и 1,4x0,6 м по 2 семени в лунку. Они обеспечивали достаточно удобное проведение контроля стерильности и маркерного признака. И при этом после выполнения сортовых прочисток, густота стояния стерильных растений была высокой, что обеспечивало в вариантах повышенную семенную продуктивность, но предпочтительнее по густоте стояния можно считать схему 1,4x0,45 м по 2 семени в лунку.

Для оценки посевов при размножении материнских линий с генной мужской стерильностью у арбуза были отобраны 3 схемы с одинаковыми нормами высева семян. При посеве по 3 семени в лунку также приходилось удалять при выполнении сортовых прочисток стерильные растения, если их оказывалось по 3 в одной лунке. В последствие это сказывалось на густоте стояния стерильных растений. Две другие схемы обеспечивали ожидаемую густоту стояния общую и стерильных растений. Но предпочтительней можно считать все же схему с посевом по 2 семени в лунку, так как при посеве по 1 семени была ниже полевая всхожесть, и было меньше возможности для выбора при удалении растений. В результате приходилось оставлять по несколько стерильных растений подряд или оставлять несколько растений-опылителей в соседних лунках.

При оценке схем посева материнской линии кабачка с генной мужской стерильностью были изучены 3 схемы с посевом по 1, 2 и 3 семени в лунку, с различным интервалом между лунками. Также, при посеве 3 семени, растения, расположенные по 3 в лунке затрудняли проведение контроля стерильности и мешали нормальному развитию друг друга. При посеве по 1 семени при проведении сортопрочисток приходилось оставлять значительное число стерильных растений до 5-7 шт. подряд, а после – несколько растений-опылителей. В результате после сортовых прочисток в опытах по первой схеме густота стояния была наибольшей, а стерильных растений, используемых для получения семян, оставалось на уровне 58%. По удобству выполнения сортовых прочисток оптимальной можно считать схему 1,4x0,70 м по 2 семени в лунку (Таблица 2).

При размножении материнской линии тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью воспроизведение при свободном опылении невозможно. И приходилось выполнять большое количество опылений вручную. До начала цветения и при выполнении опылений вручную в течение 15 дней, растения материнской линии успевают набрать значительную вегетативную массу.

Таблица 2 – Объемы сортовых прочисток в питомнике размножения материнских линий бахчевых культур по выделенным схемам посева (2011-2012 годы)

Культура, схема посева	Общее число растений					Удалено						Осталось		Густота стояния растений после сортовой прочистки, шт./га	
	всего, шт.	стерильных		фертильных		всего		стерильных		фертильных				всего	стерильных
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%		
Дыня ЖЛ 51 ms 1,4x0,45 по 2 семени	63	30	48,4	33	51,6	27	42,1	0	0	27	42,1	36	57,9	13724	11468
Арбуз Ч 13 ms 1,4x0,60 по 2 семени	52	25	48,5	27	51,4	21	39,8	0	0	21	39,8	31	60,1	11656	9400
Кабачок ГР ms 1,4x0,70 по 2 семени	48	25	51,6	23	48,4	14	28,4	0	0	14	28,4	34	71,6	12784	9212

В опытах использовали 2 схемы посева 1,4x1,0 м и 1,4x1,4 м. Посев производили по 1 семени в лунку. И, хотя густота стояния растений при посеве 1,4x1,4 м была почти в 1,5 раза ниже, количество завязавшихся плодов от искусственного опыления было большим и полученные плоды были крупнее.

Сортовые прочистки в посевах проводили по маркерному признаку в фазе 3-5 настоящих листьев и в течение вегетационного сезона проводили контроль проявления функциональной мужской стерильности.

Определяющим при выборе схемы посева при размножении материнской линии, несомненно, является семенная продуктивность семеноводческих посевов. Выделенная при оценке технологических особенностей проведения прочисток схема 1,4x0,45 м по 2 семени в лунку обеспечивала наибольшую урожайность получаемых семян дыни – 273 кг/га.

Наиболее оптимальной и по большинству показателей продуктивности при оценке на 2-х материнских линиях арбуза – Ч 13 ms и А 41 ms оказалась схема 1,4x0,60 м по 2 семени в лунку. Больше число плодов на растении и более высокая масса плода обеспечили урожайность 484 и 390 кг/га, соответственно.

Благоприятное расположение растений в посевах размножения материнской линии кабачка с генной мужской стерильностью после проведения сортовых прочисток обеспечивалось схемой посева 1,4x0,70 м по 2 семени в лунку, что сказалось на показателях продуктивности и урожайности семян, полученных с растений с мужской стерильностью – 176 кг/га.

Семенная продуктивность посевов размножения материнской линии тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью очень зависела от качества выполнения опылений вручную, погодных условий и времени выполнения операций. Завязываемость в опытах составила 46-52%. Выход семян из плодов, полученных от искусственного опыления при схеме посева 1,4x1,4 м по 1 семени в лунку, в пересчете на гектар составил 150 кг. Затраты труда на выполнение искусственных опылений 60 чел.-дн./га.

Особенности ведения гибридного семеноводства у бахчевых культур

Создание гибридов F₁, прежде всего, подразумевает организацию эффективного гибридного семеноводства. Получение семян с высоким уровнем гибридности, при минимальных трудовых и материальных затратах, возможно при использовании специализированных родительских линий, имеющих генетически обусловленные качества, способствующие переопылению. У изучаемых нами бахчевых культур, в связи с различным фенотипическим проявлением признака «мужская стерильность», имеются свои технологические особенности проведения сортовых прочисток в питомнике гибридного семеноводства.

Проведение сортовых прочисток, по выбранной схеме ведения гибридного семеноводства с использованием материнской линии в виде гетерогенной популяции, требует удаления до 50% растений, прежде всего, фертильных, гетерозиготных по гену *ms*. Качество проведения этой операции, в последствие, очень существенно сказывается на показателе гибридности получаемых семян.

При проведении сортовых прочисток по всем изучаемым культурам в фазе 3-5 настоящих листьев проводили контроль растений по маркерному признаку, а также удаление растений с поврежденной точкой роста.

Первую сортовую прочистку у дыни начинали с началом цветения мужских цветков, в этот период на растениях с мужской стерильностью бутоны мужских цветков не раскрывались и их легко отделяли от нормально цветущих фертильных растений. При проведении первой сортовой прочистки удалялось до 25-40% растений или до 50-70% всех растений, подлежащих выбраковке. Объем трудовых затрат составлял 7,3 человеко-дней на 1 гектар посевов материнской линии. При проведении второй сортопрочистки процент удаляемых растений – 10-20% от общего числа или 25-40% от начальной густоты стояния. Своевременное выполнение второй сортовой прочистки облегчало развитие оставшихся растений, и меньше повреждало их при ее выполнении. Трудовые затраты на проведение второй сортопрочистки – 3,7 чел.-дн./га. В третью сортовую прочистку удаляли от 2-х до 15-ти % растений, однако ее качественное выполнение очень существенно влияло на гибридность получаемых семян. При проведении третьей сортовой прочистки удаляли отстающие в развитии растения, не достигшие фазы цветения. Общее количество таких растений составляло от 0,5 до 6% от числа удаленных растений. Во время выполнения сортовых прочисток фертильных растений на остающихся стерильных растениях удаляли образовавшиеся завязи. При выполнении сортовых прочисток удаляли также до 1% стерильных растений. Общий объем трудовых затрат при проведении сортовых прочисток составил 12,1 чел.-дн./га посевов материнской линии.

В целом, при выполнении сортовых прочисток по разным вариантам размещения родительских форм в опыте, объемы по вариантам колебались, но суммарный показатель удаленных растений был достаточно стабилен и составлял 55-58% от общего количества растений.

У арбуза, при оценке особенностей проведения сортовой прочистки материнской линии в питомнике гибридного семеноводства, были изучены две гибридные комбинации. У гибрида F_1 арбуза ВНИИОБ-2 материнская линия скороспелая, дружно вступающая в фазу цветения, у гибрида F_1 арбуза Грааль материнская линия по фенологическим наблюдениям среднеспелая и период вступления в фазу «мужских цветков» более растянут.

У гибридной комбинации, с использованием материнской линии Ч 13 *ms*, при первой сортовой прочистке удаляли до 50-70% всех растений, подлежащих

выбраковке, а у среднеспелой материнской линии А 41 ms от 5 до 10% растений. При проведении второй сортовой прочистки у обеих материнских линий значительная часть растений уже находилась в фазе «массовое женское цветение». В гибридных комбинациях со скороспелой материнской линией при второй сортовой прочистке объем удаляемых растений был существенно ниже от 12 до 18%, что требовало затрат труда 1,8 чел.-дн./га посевов материнской линии. А у гибридной комбинации со среднеспелой комбинацией удаляли до 50-75% растений, подлежащих выбраковке. В этой связи, ее выполнение более трудозатратно – 7,2 чел.-дн./га. Третья контрольная сортопрочистка имела примерно равные объемы, но у среднеспелой материнской линии арбуза А41 ms приходилось удалять чуть больше растений, не достигших фазы «начало цветения». Во время выполнения сортовых прочисток на остающихся стерильных растениях обрывали завязи, что также увеличивало процент гибридности семян.

В обеих гибридных комбинациях число удаленных стерильных растений меньшее, чем у дыни, не более 0,5%, так как стерильные растения у арбуза было легче идентифицировать, и они реже повреждались при удалении фертильных растений. Общее число удаленных при сортопрочистке растений арбуза больше варьировало и составляло от 52 до 58% от начальной густоты стояния растений.

У кабачка стерильные растения можно определять на ранних этапах. В связи с этим, уже при первой сортовой прочистке удаляли от 60 до 75% растений, подлежащих выбраковке. Трудовые затраты составили 9 чел.-дн./га. При второй сортовой прочистке удаляли от 8 до 16% растений, подлежащих выбраковке, чаще всего, это растения, отстававшие в развитии, трудовые затраты были минимальными 0,9 чел.-дн./га. При третьей контрольной сортопрочистке удаляли в значительной степени растения, существенно отстающие в развитии. И лишь 2-3% фертильных растений, которые к этому моменту вступали в фазу цветения, и не были выбракованы при первых двух сортовых прочистках. При третьей сортовой прочистке объем трудовых затрат составил 0,2 чел.-дн./га. При сортовых прочистках обрывали образовавшуюся завязь на растениях материнской линии, соседних с удаляемыми фертильными растениями. По кабачку процент удаляемых растений меньше, чем у линий других культур с генной мужской стерильностью и находится в пределах 52-54%. Общие затраты труда на выполнение сортовых прочисток посевов материнской линии кабачка составили 10,1 чел.-дн./га.

В питомнике гибридного семеноводства тыквы крупноплодной при использовании материнской линии с функциональной мужской стерильностью не предусматривается выполнение удаления большого количества растений. Предварительно сортопрочистки проводили, удаляя поврежденные растения и

без маркерного признака. При этом объем удаляемых растений составлял 0,5-2%. Контроль проявления признака «функциональная мужская стерильность» проводили 2 раза в течение вегетации с интервалом в одну неделю. При проведении второй сортовой прочистки удаляли все неразвитые растения, они составляли 1-2% от общего числа растений материнской линии.

При изучении различных вариантов размещения родительских форм в питомнике гибридного семеноводства посев был произведен по схемам, отобранным в предыдущих опытах: 1,4x0,45 м по 2 семени в лунку у дыни; 1,4x0,60 м по 2 семени в лунку у арбуза; 1,4x0,70 м по 2 семени в лунку у кабачка; 1,4x1,0 м по 1 семени в лунку у тыквы крупноплодной.

У дыни после проведения сортовых прочисток густота стояния материнских растений на 1 га семеноводческих посевов различалась между I и IV вариантами более чем в 1,5 раза, за счет насыщения схемы рядами материнской линии. Однако насыщение посевов материнской линией сказывалось на общей продуктивности семеноводческих посевов. Растения I варианта, с простым чередованием рядов родительских форм, образовывали плодов на 80% больше, чем растения в схеме с отношением рядов отцовской и материнской линий, как 1:4. Общая урожайность семян при различных схемах посева была примерно одного уровня.

Определяющей для оценки качества гибридных семян является гибридность или содержание растений гибридов F_1 в общей массе посевного материала. Поскольку в товарных посевах имеется возможность провести выбраковку негибридных растений по маркерному признаку, для обеспечения оптимальной густоты стояния посевов при низкой гибридности, необходимо увеличивать норму высева семян. Мы провели расчет фактического урожая семян гибридов F_1 , для чего общую урожайность умножали на полученную гибридность семян.

В результате проведенных расчетов, картина продуктивности семеноводческих посевов резко изменилась. У дыни схема с чередованием рядов 2:1 – М:О:М обеспечивала урожай семян гибридов первого поколения в 2 раза больше. Такая же тенденция сохранялась при изучении схем размещения родительских форм у двух линий арбуза. В схемах, когда растения материнской линии имели рядом ряд растений опылителей, существенно увеличивалась завязываемость плодов и, как следствие, их общее количество на семенном участке от 0,8-0,9 до 1,3 плода на растении. При этом они формировали более крупные плоды из-за лучшего опыления женских цветков.

Однако выход семян у них был несколько меньше. В связи с этим, растения материнской линии в схемах с соотношением рядов материнской и отцовской формы 1:1 и 1:2 имели урожайность семян на 15-35% выше. При определении урожайности с учетом их гибридности, разница увеличивалась до 50-100% (Таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность гибридных семян бахчевых культур с учетом гибридности при схеме размещения родительских форм О:М:М (2011-2013 годы)

Культура	Урожайность семян семенных посевов, кг/га	Гибридность семян, %	Урожайность семян гибрида F ₁ , кг/га
Дыня ЖЛ 51 m	411	94	386
Арбуз линия Ч 13 ms	365	96	350
Арбуз линия А 41 ms	270	90	243
Кабачок линия ГР ms	113	94	106

При оценке продуктивности посевов гибридного семеноводства кабачка нужно отметить, что в условиях жаркого климата Астраханской области, общая продуктивность посевов редко бывает высокой. В Астрахани недостаточно насекомых опылителей для переноса тяжелой пыльцы от одного растения к другому. При общей невысокой продуктивности, разница между вариантами с высоким насыщением растений материнской линии уступала схемам с близким расположением рядов опылителей в 2-2,5 раза. При этом удаление от опылителя обеспечивало очень низкий процент переопыления и, соответственно, гибридность получаемых семян, что делало эти схемы не только низкоэффективными, но и неприемлемыми для использования.

При использовании в гибридном семеноводстве материнских линий с функциональной мужской стерильностью, при достаточной пространственной изоляции, обеспечивалась 100% гибридность получаемых семян. При удалении материнской линии от опылителя на три и более рядов резко уменьшалось количество завязавшихся плодов, а еще больше снижалось число семян в них. Урожайность семеноводческих посевов при этом резко снижалась. В схемах, где материнская линия соседствовала с рядами сорта-опылителя, урожайность семян составляла 90-100 кг/га. В схемах с насыщением рядами материнской линии 1:4 урожайность гибридных семян снижалась до 30 кг/га, что делало их использование неэффективным.

Влияние схемы размещения родительских форм на посевные качества семян материнских линий

Завершающим этапом любой семеноводческой работы является определение посевных качеств семян. В наших опытах семена, полученные при различных схемах размещения родительских форм, у изучаемых бахчевых культур, по этим показателям, несколько различались.

У дыни варианты с близким расположением рядов сорта-опылителя давали семена с лучшими посевными качествами. У них была большая масса 1000 штук семян и выше, прежде всего, энергия прорастания, так как в плодах, образовавшихся при существенном удалении опылителя, большое количество слабо выполненных семян. В целом, по всхожести все варианты были близки к I классу посевных качеств.

У арбуза влияние схем размещения было заметным только по массе 1000 штук семян, при этом происходило несущественное снижение веса у схем с насыщением рядами материнской линии. Визуально семена не различались, не было отмечено увеличения щуплых или недостаточно выполненных семян. Все семена по посевным качествам соответствовали I классу.

У материнской линии кабачка, при выращивании на различных схемах чередования родительских форм, семена на удаленных от опылителя рядах были более легковесными и, отчасти, это сказывалось на их посевных качествах. У них была пониженная энергия прорастания, и они не дотягивали по всхожести до I класса (Рисунок 5).

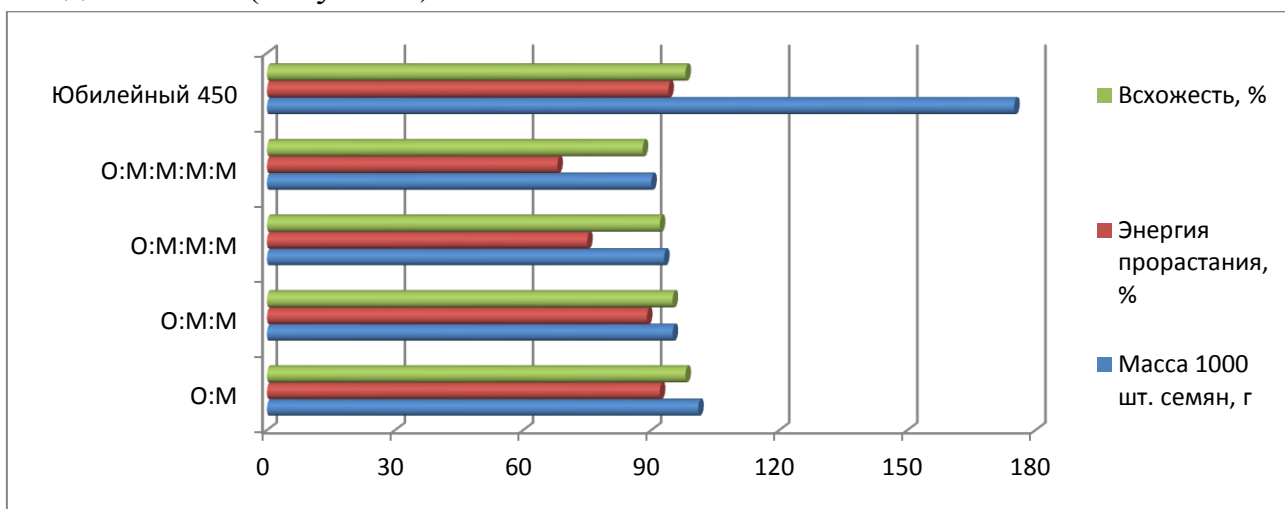


Рисунок 5 – Посевные качества семян гибридов F₁ кабачка материнской линии ГР ms в зависимости от схемы размещения родительских (2013-2014 годы)

У материнской линии тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью при удалении от опылителя на два или более рядов, также формируются менее выполненные семена, и снижаются их энергия прорастания и всхожесть (Рисунок 6).

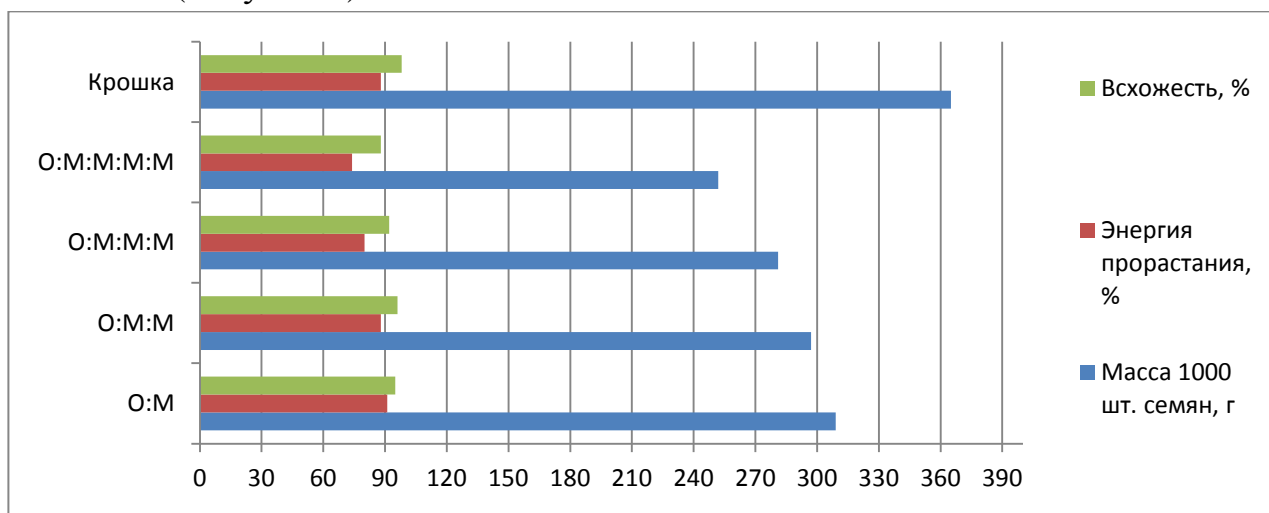


Рисунок 6 – Посевные качества семян гибридов F₁ тыквы крупноплодной материнской линии КР fms в зависимости от схемы размещения родительских форм (2013-2014 годы)

При переборке, возможно, отбраковывать более щуплые семена, но это может сказаться на снижении урожайности отдельной семенной партии.

Экономическая эффективность ведения гибридного семеноводства

При расчете экономической эффективности проводили сравнение производства семян арбуза у гибрида F₁ ВНИИОБ-2 по предлагаемой технологии, с получением сортовых семян высоких семенных репродукций.

При производстве семян гибрида F₁ необходимы дополнительные затраты на проведение сортовых прочисток с использованием квалифицированных специалистов и на получение оригинального семенного материала. При производстве семян с использованием материнских линий с генной мужской стерильностью, возможно получение не только гибридных семян с посевов материнской линии, но и использование на товарные семенные цели плодов сорта-опылителя, что должно повышать эффективность гибридных семеноводческих посевов. При производстве семян гибрида F₁ арбуза ВНИИОБ-2 суммарные затраты возрасли на 30% по сравнению с сортовым семеноводством, а выручка от реализации практически в 4 раза больше. Этим обусловлены высокие показатели экономической эффективности: прибыль на 800 тыс. руб./га выше, рентабельность 233% при 119% в сортовом семеноводстве (Таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность производства семян арбуза гибрида F₁ ВНИИОБ-2 и дыни гибрида F₁ Алиса со схемой размещения О:М:М, 1 га

Показатель		Гибрид F ₁ ВНИИОБ-2	Сорт Астра- ханский	Гибрид F ₁ Алиса	Сорт Лада
Число семян, кг	гибрид F ₁	350	255	386	405
	сортовая отцовская линия	86		130	
Всего затрат, тыс. руб./га		48,5	21,8	79,5	56,9
В том числе:					
Размножение оригинальных семян, тыс. руб.		3,7	1,8	4,5	1,4
Оплата труда, тыс. руб.		39,0	15,3	65,0	46,6
ГСМ, тыс. руб.		4,7	3,6	7,9	6,8
Прочие затраты, тыс. руб.		1,1	1,1	2,1	2,1
Себестоимость, руб./кг		1112,4	854,9	1540,7	1404,9
Цена реализа- ции, руб./кг	гибрид F ₁	3000,0	1100,0	5000,0	2450,0
	сортовая отцовская линия	900,0		2000,0	
Выручка от реализации, тыс. руб./га		1127,4	280,5	2190,0	992,3
Прибыль, тыс. руб.		1078,9	258,7	2110,5	935,4
Экономическая эффективность, руб. прибыли/руб. затрат		22,3	11,9	26,6	16,4
Рентабельность, %		223	119	266	164

Производство семян дыни существенно более затратно, чем производство семян арбуза, в связи с тем, что для повышения продуктивности семенных посевов выделение семян проводят вручную, в несколько сборов, по мере созревания семенных плодов.

Выручка от реализации семян гибридов F_1 , а также полученных параллельно семян отцовской формы более чем в 2 раза выше. Этим и определялись высокие показатели экономической эффективности. Рентабельность гибридного семеноводства дыни, по предлагаемой технологии составила 266%, что на 102% выше показателей сортового семеноводства. Также экономически эффективно и семеноводства дыни сорта Лада

Таким образом, семеноводство дыни экономически чуть более выгодно, чем семеноводство арбуза и других бахчевых культур.

ВЫВОДЫ

1. Изучены 2 типа фенотипического проявления стерильности мужских цветков у дыни: первый тип – без цветения; второй тип – без вскрытия пыльников. У арбуза отмечены 3 фенотипа проявления признака мужской стерильности: первый – без цветения; второй – без вскрытия пыльников; третий – со стерильной пыльцой. Различные типы стерильности мужских цветков могут проявляться на одном растении и сменять друг друга в онтогенезе. У кабачка отмечены особенности идентификации мужски стерильных растений в фазе «формирование мужских цветков», разрывая венчик бутонов. Функциональная мужская стерильность у тыквы крупноплодной проявляется в виде невскрывшихся пыльников. Цветение на стерильных растениях проходит в обычном режиме. Пыльники нормально развиты, светло-желтого цвета, но не растрескиваются.

2. При размножении материнских линий дыни, арбуза и кабачка необходимо удалять от 10 до 40% растений. Были испытаны схемы посева с различным числом семян в лунке, для определения оптимальной густоты стояния растений после сортовых прочисток. В схемах с посевом по 1 семени в лунку, при проведении сортопрочисток, приходилось оставлять по 5-7 стерильных растений, а в последующем несколько растений-опылителей подряд, что отрицательно сказывалось на густоте стояния растений и их семенной продуктивности в питомниках размножения. В схемах со значительным числом семян в лунке – 3-4 штуки, приходилось удалять до 10% стерильных растений, оказавшихся в одной лунке. К тому же при удалении повреждалась корневая система у оставшихся растений, что замедляло их развитие и уменьшало общую продуктивность семеноводческих посевов. В связи с этим оптимальные схемы посева материнских линий с учетом видовых особенностей: у дыни – 1,4x0,45 м по 2 семени в лунку; у арбуза – 1,4x0,60 м по 2 семени в лунку; у кабачка – 1,4x0,70 м по 2 семени в лунку.

3. У тыквы крупноплодной с ФМС при схеме посева 1,4x1,4 м по 1 семени в лунку густота стояния была почти в 1,5 раза ниже, но число завязавшихся плодов от искусственного опыления было большим и полученные плоды крупнее, что обеспечило максимальную урожайность – 150 кг/га. Затраты труда на размножение тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью при искусственных опылениях составляли 60 чел.-дн./га при проведении этой операции в течение 15 календарных дней.

4. Морфобиологические особенности и видовые различия материнских линий с мужской стерильностью и маркерным признаком определяли сроки и объемы проведения сортовых прочисток в посевах гибридного семеноводства: первая в фазу «начало цветения мужских цветков», вторая – через 2-3 суток после первой, а третья через 5-7 суток после второй. Объемы сортовых прочисток с учетом видовых особенностей составляют: у дыни – 25-40%, 10-20%, 2-15%; у арбуза скороспелой материнской линии – 25-35%, 12-18%, 3-15%; у арбуза среднеспелой материнской линии – 5-10%, 25-37%, 7-15%; у кабачка – 30-38%, 8-16%, 2-7%.

5. При схемах размещения родительских форм в посевах гибридного семеноводства с различным соотношением рядов материнской и отцовской линий и насыщением посевов материнской линией от 1 до 4 рядов, у всех изучаемых культур заметно снижалось число плодов на растениях и средняя масса плодов. Эту же тенденцию нельзя отметить по выходу семян из 1 плода, так как у дыни и арбуза из крупных плодов меньше выход семян, а у кабачка и тыквы крупноплодной – больше. У культур с генной мужской стерильностью с соотношением материнской и отцовской линий более чем 2:1 гибридность получаемых семян была ниже 80%, что являлось непригодным и заметно сказывалось на урожайности семян гибрида F_1 . Оптимальной при посеве трехрядной сеялкой считалась схема размещения М:О:М с соотношением рядов материнской и отцовской форм 2:1, обеспечивающая получение семян с гибридностью 90% и выше, а также максимальный выход семян гибридов F_1 у различных видов бахчевых культур: дыни – 386 кг/га; арбуза – 243-350 кг/га; кабачка – 106 кг/га; тыквы крупноплодной – 100 кг/га.

6. У материнских линий кабачка и тыквы крупноплодной при удалении от опылителя на два и более ряда, формировались легкоцветные, менее выполненные семена, что сказывалось на их посевных качествах, и они не соответствовали по этому показателю I классу.

7. С использованием наилучшей схемы размещения родительских форм М:О:М экономическая эффективность производства семян гибрида F_1 арбуза ВНИИОБ-2 по сравнению с сортовым семеноводством на 800 тыс. руб./га выше. Производство гибридных семян дыни более затратно, чем семян арбуза, так как для повышения продуктивности семенных посевов проводят выделение се-

мян вручную, в несколько сборов, но выручка от реализации более чем в 2 раза выше, что определило рентабельность в 266%.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Селекционерам для создания гетерозисных гибридов F_1 использовать материнские линии дыни, арбуза, кабачка с генной мужской стерильностью, позволяющие получать гибридность свыше 90%, и тыквы крупноплодной с функциональной мужской стерильностью, обеспечивающей 100% гибридность.

Семеноводам применять схемы размещения с соотношением рядов отцовской и материнской линий как 1:2. В условиях орошения использовать схемы посева материнских линий: у дыни – 1,4x0,45 м; у арбуза – 1,4x0,60 м; у кабачка – 1,4x0,70 м – по 2 семени в лунку; у тыквы крупноплодной – 1,4x1,0 м по 1 семени в лунку, учитывая разработанные сроки и особенности проведения сортовых прочисток для организации эффективного гибридного семеноводства.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации в научных журналах из перечня ВАК РФ:

1. Соколов, А.С. Оценка генотипической и экологической изменчивости гетерозисных гибридов *Cucurbita* и их родительских форм [Текст]/ А.М. Хуссейн, М.Ф. Козак, А.С. Соколов// Естественные науки.- 2009.- №2.- С.53-61.
2. Соколов, А.С. Особенности проявления мужской стерильности у различных видов тыквы [Текст]/ А.Н. Бочарников, А.М. Шантасов, А.С. Соколов, С.Д. Соколов// Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса.- 2012.- №4.- С.6-9.
3. Соколов, А.С. Получение семян гибридов F_1 дыни на основе линий с генной мужской стерильностью [Текст]/ А.С. Соколов, С.Д. Соколов, Е.В. Хуторная// Овощи России.- 2014.- № 1.- С.28-30.

Публикации в других изданиях:

4. Соколов, А.С. Использование линий дыни с генной мужской стерильностью для получения гетерозисных гибридов [Текст]/ Ю.А. Бугаева, А.С. Соколов, С.Д. Соколов, И.Ш. Шахмедов// Актуальные проблемы современных аграрных технологий: материалы III Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых 23-24 апреля 2008 г.- Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008.- С.53-54.
5. Соколов, А.С. Семеноводство гетерозисных гибридов кабачка с использованием генной мужской стерильности [Текст]/ Н.С. Костомбаева, С.Д. Соколов, А.С. Соколов// Материалы Международной научно-практической конференции в рамках V фестиваля «Российский арбуз» 23-26 августа 2006 г.- Астрахань, 2008.- С.81-84.

6. Соколов, А.С. Получение гибридов F_1 арбуза на основе линий с генной мужской стерильностью [Текст]/ А.Н. Бочарников, А.С. Соколов, С.Д. Соколов// Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы IV Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых 21-23 апреля 2009 г.- Астрахань: ООО КПЦ «ПолиграфКом», 2009.- С.104-106.
7. Соколов, А.С. Получение семян гибридов F_1 дыни [Текст]/ А.С. Соколов, А.Н. Бочарников, Е.В. Хуторная, С.Д. Соколов// Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы IV Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых 21-23 апреля 2009 г.- Астрахань: ООО КПЦ «ПолиграфКом», 2009.- С.175-176.
8. Соколов, А.С. Скороспелые сорта и гибриды F_1 арбуза Астраханской селекции [Текст]/ С.Д. Соколов, С.М. Богоявленская, А.С. Соколов, А.Н. Бочарников, М.Ю. Анишко// Аридное земледелие – способы и технологии интенсификации: материалы Международной научно-практической конференции, проведенной 4-6 августа 2009 г.- М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2009.- С.374-376.
9. Соколов, А.С. Преимущества гибридов F_1 арбуза, полученных с использованием специализированных материнских форм с мужской стерильностью [Текст]/ А.Н. Бочарников, А.С. Соколов, С.Д. Соколов// Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса. Будущее АПК.: материалы шестой Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием 22-24 апреля 2010г.- Астрахань: ООО «ТехноГрад», 2010.- С.61-62.
10. Соколов, А.С. Новые и перспективные сорта и гетерозисные гибриды дыни [Текст]/ Т.В. Соколенко, С.Д. Соколов, А.С. Соколов, А.Н. Бочарников// Проблемы селекции, технологии возделывания и маркетинга овощебахчевых культур: материалы Международных научно-практических конференций в рамках I–II фестивалей «Синьор-помидор» и VII-VIII «Российский арбуз» 2008-2009 гг.- Астрахань, 2010.- С.212-215.
11. Соколов, А.С. Гибридное семеноводство бахчевых культур [Текст]/ А.С. Соколов, С.Д. Соколов, А.Н. Бочарников, Н.В. Смолинова, Е.В. Хуторная// Проблемы селекции, технологии возделывания и маркетинга овощебахчевых культур: материалы Международных научно-практических конференций в рамках I–II фестивалей «Синьор-помидор» и VII-VIII «Российский арбуз» 2008-2009 гг.- Астрахань, 2010.- С.224-226.
12. Соколов, А.С. Особенности получения гибридных семян патиссона на основе использования линий с мужской стерильностью функционального типа [Текст]/ А.М. Шантасов, А.С. Соколов, С.Д. Соколов, Г.К. Изтелеуова// Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: материа-

лы Международной научно-практической конференции 31.01-02.02. 2012 г.- Т.2.- Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012.- С.122-124.

13. Соколов, А.С. Особенности использования генной мужской стерильности в гибридном семеноводстве арбуза [Текст]/ А.Н. Бочарников, А.М. Шантасов, А.С. Соколов, А.А. Шевченко// Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею профессора С.А. Беккузаровой.- Владикавказ: Издательство «Горский госагроуниверситет», 2012.- С.198-200.

14. Соколов, А.С. Использование материнских линий с мужской стерильностью для получения гибридов F_1 бахчевых культур [Текст]/ А.М. Шантасов, А.С. Соколов, С.Д. Соколов// Актуальные вопросы природопользования в аридной зоне Северо-Западного Прикаспия: материалы I-Международной научно-практической конференции молодых ученых.- М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2012.- С.179-180.

15. Соколов, А.С. Разработка инновационной технологии размножения оригинальных материнских линий с различными типами мужской стерильности у овощных и бахчевых культур [Текст]/ А.С. Соколов// Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности «АСТИНТЕХ-2012», «У.М.Н.И.К.»: материалы Международной научной конференции (10-12 мая 2012 г.).- Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2012.- С.107-109.

16. Соколов, А.С. Исходный материал и методы создания гетерозисных гибридов F_1 бахчевых культур [Текст]/ А.С. Соколов, Н.В. Смолинова, Е.В. Хуторная, А.Н. Бочарников// Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России: материалы Международной научно-практической конференции.- Астрахань: Издатель: Сорокин Р.В., 2012.- С.27-31.

17. Соколов, А.С. Гибридное семеноводство арбуза на основе мужской стерильности [Текст]/ С.Д. Соколов, А.С. Соколов// Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России: материалы Международной научно-практической конференции.- Астрахань: Издатель: Сорокин Р.В., 2012.- С.53-55.