

УДК 635.64:631.526.325]:638.19

**ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ШМЕЛЕЙ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБРИДНЫХ СЕМЯН С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ
РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ ЛИНИЙ ТОМАТА С
МАРКЕРНЫМИ ПРИЗНАКАМИ bs И bs-2**

Гиш Руслан Айдамирович
д.с.-х.н., профессор

Санина Ольга Гарьевна
к.с.-х.н., кафедра овощеводства

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет», Краснодар, Россия*

Беков Рустам Хизриевич
д.с.-х.н., зав. лабораторией пасленовых культур

Костенко Александр Николаевич
к.с.-х.н., с.н.с. лаборатории селекции пасленовых
культур для открытого грунта

*ГНУ «Всероссийский НИИ овощеводства»,
Москва, Россия*

В статье представлены результаты применения
шмелей для получения гибридных семян томата

Ключевые слова: МУТАНТНЫЕ ГЕТЕРОЗИСНЫЕ
ГИБРИДЫ ТОМАТА, ГЕНОТИП
«BROWNSEED», ОПЫЛЕНИЕ ТОМАТА
ШМЕЛЯМИ, УДЕШЕВЛЕНИЕ ГИБРИДНЫХ
СЕМЯН

UDC 635.64:631.526.325]:638.19

**FIRST EXPERIENCE OF BUMBLEBEES FOR
OBTAINING OF HYBRID SEEDS WITH THE USE
OF MARKER SIGNS bs AND bs-2 AS PARENT
FORMS OF TOMATO LINES**

Gish Ruslan Aidamirovich
Dr.Sci.Agr., professor

Sanina Olga Garievna
Ph.D. chair of vegetables

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Bekov Rustam Khizrievich
Dr.Sci.Agr., head of the laboratory of bottom rot
cultures

Kostenko Alexander Nikolaevich
Cand.Agr.Sci., senior researcher of the laboratory of
selection of bottom rot for open soil

*SRI "All-Russian SRI of vegetable growing", Moscow,
Russia*

There were presented the results of bumblebee
application for obtaining of hybrid seeds of tomatoes.

Keywords: MUTANT HETEROSIS HYBRIDS OF
TOMATOES, GENOTYPE "BROWNSEED",
POLLINATION OF TOMATOES BY
BUMBLEBEES, REDUCTION IN PRICE OF
HYBRID SEEDS

На кафедре овощеводства КубГАУ и в отделе селекции всероссийского ВНИИ овощеводства проводятся научно-методические исследования и селекционная работа по культуре томата с использованием маркерных признаков плодоножки и окраски семян с целью получения сортов и гибридов интенсивного типа. Исследования и селекционная работа в данном направлении в настоящее время являются весьма актуальными.

Гетерозисные гибриды томата превосходят обычные сорта по общему и раннему урожаю (на 20-30 %), по выровненности и качеству плодов, по устойчивости к болезням и пр. С другой стороны, производство гибридных семян – довольно дорогостоящий и трудоемкий процесс, т. к.

ручной труд составляет при этом более 70 % всех затрат. Поэтому в настоящее время усилия ученых направлены на поиск путей упрощения и удешевления процесса производства гибридных семян.

При селекции томата для открытого и защищенного грунта, а также при производстве гибридных семян F_1 в качестве родительских форм часто используют сортообразцы с маркерными признаками. К таким признакам относятся: штамбовый тип куста (ген **d**), картофельный тип листа (ген **c**), недостаток или отсутствие антоциана на стеблях и листьях (гены **a**, **aw**), желтые семядоли у сеянцев (гены **Xa**, **xan**) и др. Использование геноносителей указанных маркерных признаков значительно облегчает селекционный процесс, особенно при отборе и отделении гибридных растений от негибридных в стадии рассады или сеянцев. Однако недостатком такого метода использования генетических маркеров является необходимость выращивать растения только рассадным способом, что, в свою очередь сопряжено с большими материальными и трудовыми затратами. Кроме того, в расщепляющихся поколениях появляются нежизнеспособные или летальные формы. Поэтому, в настоящее время при селекции томата для открытого и защищенного грунта наибольший интерес (по сравнению с вышеупомянутыми маркерными признаками) представляют геноносители маркерных признаков коричневой окраски эндосперма семян (гены **bs**, **bs-2**) (Р. Х. Беков, А. Н. Костенко, 2003). Проведенными исследованиями установлено, что использование указанного генетического маркера позволяет более эффективно вести селекционный процесс.

Используемые в современном овощеводстве семена обычных форм томата имеют светлую окраску, а мутантные формы – коричневую. При скрещивании двух рецессивных мутантных форм не аллельных между собой по маркерному признаку семян (с генотипом **bs/bsи bs-2/bs-2**), определяющих коричневую окраску эндосперма (**brownseed** – гены **bs**, **bs-**

2), в F₁ получают семена светлой окраски с генотипом **+/bs, +/bs-2**. Это явление объясняется тем, что два рецессивных гена, расположенные в разных локусах, соединяются вместе в гетерозиготе, что приводит к возникновению нового признака дикого типа, не проявляющего никаких рецессивных свойств исходных родительских форм (А. Мюнтцинг, 1967).

Для использования указанной схемы с целью получения дешевых гибридных семян и для изучения применения шмелей в качестве опылителей цветков томата, был заложен специальный опыт в пленочной теплице. Рассада двух предварительно отобранных линий томата (№88 (**bs**) и №121 (**bs-2**)), неаллельных между собой по маркерному признаку «коричневой окраски семян» (гены **bs** и **bs-2**) была высажена в теплице в соотношении 1:1 (50 на 50%). При этом родительские формы были подобраны максимально близкими по фенотипическим признакам растений, а также по срокам прохождения фенофаз и особенно цветения растений. Были учтены анатомические особенности строения цветка томатного растения подобранных образцов, его «архитектура» и доступность рыльца цветка для опыления их шмелями. Кроме этого, учитывалось наличие у родительских форм нормального строения цветка, при котором рыльце находится на уровне или немного выше уровня тычиночной колонки (ex+ тип), так как такая «анатомия» цветка обеспечивает шмелям более свободный и относительно легкий доступ к рыльцу для осуществления опыления.

Рассада высаживаемых образцов (№88 (**bs**) А и №121(**bs-2**) Б) чередовалась в рядах (на грядке) по схеме: АБАБАБ и т.д. Например: если в ряду грядки 8 лунок, то 4 растения высаживались с чередованием образца А и 4 растения – образца Б, если же 10 лунок, то, соответственно, 5 растений образца А и 5 – образца Б.

После начала массового цветения 1-2 кисти растений в теплицу выставляли одну шмелесемью.

В настоящее время различные расы шмелей (*Bombus terrestris*, *Bombus hypnorum*, *Bombus agrorum*) известны как хорошие опылители цветков овощных, бахчевых и цветочных культур в условиях теплиц. По данным многих исследователей (Бричук Д. Н., 1997; Morandin L.A. et al., 2001; Батов В.Н., Трусевич А.В., 2000), использование шмелей для опыления цветков томата в теплицах способствует значительному увеличению урожайности, качества и размера плодов. По данным рекламных проспектов зарубежных (в основном Голландских, Израильских) и отечественных («Белая дача» и др.) фирм, занимающихся размножением и реализацией различных рас шмелей для опыления цветков томата в тепличных условиях, шмели имеют три основных преимущества перед другими насекомыми-опылителями, в т.ч. домашней (медоносной) пчелой:

1. Шмель способен сотрясать цветок с помощью присущего ему механизма «вибрации», а цветок томата в условиях теплиц или изолятора нуждается в подобной вибрации, и поэтому шмели способствуют его оптимальному опылению.

2. По сравнению с медоносной пчелой, шмели менее чувствительны к экстремальным изменениям погоды. Так, температура ниже 10 °С, дождь и повышение облачности заставляет медоносную пчелу оставаться в улье, в то время как совершенно не мешают нормальной деятельности шмелей.

3. Шмели не разлетаются в поисках нектара и пыльцы за пределы теплицы, когда теплицу открывают для проветривания. Шмель остается в теплице и не ищет "счастья на чужбине". Можно сказать, что по способности ориентации и выживания в закрытом помещении, независимо от типа теплицы, шмели намного превосходят медоносную пчелу.

Кроме того, следует добавить, что по данным многочисленных публикаций медоносную пчелу необходимо дрессировать для опылительной работы с культурой томата в теплице. Для этого

предварительно готовят сироп из перги и цветочной пыльцы томатного растения, тогда как шмели не нуждаются в такой дрессировке (рисунок 1).



Рисунок 1 – Опылительная работа шмеля на растении томата

Таким образом, шмели являются идеальным опылителем для томата в условиях теплиц с целью повышения его урожайности.

Опыление в теплице или в изоляторе обеспечивается с помощью стандартного улья шмелесемьи, в котором находится одна шмелиная матка и несколько десятков (40-50 шт.) рабочих шмелей, личинки и яйца. В теплицах, специализирующихся на выращивании томата, одного такого улья достаточно для опыления 0,2-0,3 га, в течение 7-12 недель. Через несколько часов после установки улья в теплице на рыльце цветка томатного растения можно заметить коричнево-ржавые следы хоботка шмеля, говорящие о его посещении цветка, точнее, о начале опылительной работы шмелей.

Как уже отмечалось ранее, некоторые отечественные и зарубежные исследователи указывают на возможность использования шмелей не только для повышения урожайности томата, но и для получения гибридных семян (Ю.К. Алексеенко, 1950; Д.Н. Бричук, 1997; V.Pinchinatet. al., 1979). Например, исследования, проведенные в Польше в условиях пленочных теплиц (V.Pinchinatet. al., 1979), показали, что некоторые виды шмелей (*Bombusterretris* и др.) являются активными опылителями цветков томата и могут быть использованы для получения гибридных семян. При этом авторы подчеркивают, что для получения гибридных семян с использованием шмелей обязательным условием является наличие у исходных родительских форм маркерных признаков растений. В то же время следует отметить, что, несмотря на перспективность исследований, связанных с использованием насекомых-опылителей с целью получения гибридных семян томата, научные публикации по данному вопросу весьма незначительны как в нашей стране, так и за рубежом.

В целом, говоря о положительной роли шмелей в опылении цветков томата в теплицах, необходимо отметить, что способность их «вибрировать» цветок оказывает существенное влияние на повышение урожайности. Однако, для получения гибридных семян этот фактор, к сожалению, иногда играет отрицательную роль, так как способствует увеличению числа самоопыленных цветков растений родительских форм, тогда как нас интересует перекрестное опыление цветков родительских форм, осуществляемое шмелями. В этом случае необходимо искать альтернативные пути получения гибридных семян.

Вернемся к описанию опыта.

На пяти учетных делянках, расположенных в начале и в конце теплицы, велось наблюдение за осуществлением перекрестного опыления цветков.

Из каждой учетной делянки (16 растений на делянке) собирали зрелые плоды, которые образовались на растениях со времени (даты) выставления шмелей в теплице.

Принимая во внимание своеобразие данного опыта, уборку плодов проводили по мере их созревания, затем осуществляли сортировку по гибридности, то есть плоды разрезали по наибольшему поперечному диаметру, обнажая семенные камеры. Плоды со светлыми (гибридными) семенами перерабатывались отдельно, а плоды с коричневыми семенами (самоопыленные, негибридные) – отдельно. Затем гибридные и негибридные семена сушили, и подсчитывали степень перекрестного опыления, осуществляемого с помощью шмелей.

Такой подход к уборке плодов для учета количества гибридных семян, получаемых за счет перекрестного опыления цветков, осуществляемого шмелями, связан с тем, что подобранные родительские компоненты, обладающие разными неаллельными генами коричневой окраски семян (гены **bs** и **bs-2**) при осуществлении перекрестного опыления шмелями одновременно выступали в качестве отцовской и материнской формы. Иначе говоря, при реципрокном (взаимном) перекрестном опылении растений родительских форм шмелями, получают гибридные семена со светлой (нормальной окраской) с генотипом **bs/+ +/ bs-2** или **+/bsbs-2/+**, а при самоопылении родительских форм – негибридные семена с коричневой окраской с генотипом **bs/bsи bs-2/bs-2**.

Проведенные в 2011-2012 гг. исследования по применению шмелей для получения гибридных семян F_1 в пленочных теплицах на основе использования линий томата с маркерными признаками семян **bs** и **bs-2**

неаллельных между собой, показали, что в указанных теплицах не удалось создать необходимых для шмелей условий и получить экономически целесообразного количества гибридных семян за счет опылительной работы насекомых. В среднем получен довольно низкий процент (4,3-12,2%) гибридных семян в зависимости от отдаленности учетных делянок от улья шмелей (таблица 1).

Таблица 1 - Степень перекрестного опыления цветков томата, осуществленного шмелями в пленочной теплице (КубГАУ, 2011-2012 гг.),

Исходная комбинация, генотип семян	Число анализируемых учетных делянок (повторностей), шт.	Число анализируемых плодов в делянках, шт.		Степень перекрестного опыления цветков, осуществленного шмелями, %
		Всего	в т.ч. гибридных	
♀№88 x 121♂ bs/bsxbs-2/bs-2	3	255-282	31-12	4,3-12,2

Очевидно, что при таком низком проценте перекрестного опыления получение гибридных семян с помощью шмелей в настоящее время экономически малоэффективно. Низкий процент получения гибридных семян, по нашему мнению, связан с несколькими причинами. Во-первых, высокая температура (более 45-47 °С) в теплице, которая препятствовала хорошей активности шмелей для опыления цветков. Шмели при высокой температуре все свое внимание сосредотачивали на создании микроклимата в своем улье. В такие экстремальные дни шмели практически не посещали цветки томата. Во-вторых, недостаточная проветриваемость пленочных теплиц. Эти причины отрицательно повлияли на результат проведенных исследований.

Тем не менее, полученные результаты указывают на возможность применения шмелей и других насекомых-опылителей (пчёл, рыжих-осмий пчёл) для получения гибридных семян F_1 в пленочных теплицах или в проветриваемых изоляторах из капроновых сеток. При этом установлено, что для получения дешевых гибридных семян F_1 с использованием

насекомых-опылителей особую ценность представляют мутантные линии томата неаллельные между собой по маркерному признаку семян (**bs** и **bs-2**), так как только они при взаимных перекрестных опылениях, осуществляемых шмелями или пчелами, позволяют определить гибридность или негибридность получаемых семян.

Кроме того, количество (в процентах) гибридных семян, получаемых в результате перекрёстного опыления цветков в теплицах с помощью шмелей или других насекомых-опылителей, в перспективе вполне возможно увеличить за счёт создания оптимальных (температурных и др.) условий для опылительной работы насекомых, а также за счёт применения аттрактантов, дрессировки насекомых-опылителей, надёжной изоляции их с помощью использования проветриваемых изоляторов из капроновых сеток на Юге нашей страны.

КубГАУ и ВНИИ овощеводства продолжают совместные исследования по поиску путей получения гибридных семян томата с использованием насекомых-опылителей с целью удешевления производства семян.

Список использованной литературы

1. Алексеенко Ю.К. Перекрестное опыление у томатов и получение гибридных семян без кастрации цветков //Селекция и семеноводство. -1950.-№3.-С. 15
2. Батов В.Н., Трусевич А.В. Использование шмелей для опыления растений томата в теплице// Гавриш. – 2000. - №6. – С.8-12.
3. Беков Р. Х., Костенко А. Н. Использование маркерных мутантов семян томата (гены *bs*, *bs-2*) для создания гетерозисных гибридов. Сборник «Материалы международной научно-практической конференции по пасленовым культурам». Астрахань, 2003 г.
4. Бричук Д.Н. Использование шмелей для опыления овощных культур в теплицах //Гавриш. - 1997. - №4. - С. 8-12.
5. А. Мюнтцинг. Генетика (общая и прикладная). Изд. «Мир», Москва, 1967. -С. 601.
6. Morandin L. A., Laverty T. M., Kevan P. G. Effect of bumble bee (*Hymenoptera: Apidae*) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. *III. econ. Entomol.* - 2001. - Vol.94. - №1. - P. 172-179.
7. Pinchinat B. et.al. Possibilities of applying bumble bees as pollen

vectors in tomato F1 hybrid seed production. //Intern. Symp. Pollinat. 4th Proc-1979.- P. 79-90.

Spisok ispol'zovannoj literatury

1. Alekseenko Ju.K. Perekrestnoe opylenie u tomatov i poluchenie gibridnyh semjan bez kastracii cvetkov //Selekcija i semenovodstvo. -1950.-№3.-S. 15
2. Batov V.N., Trusevich A.V. Ispol'zovanie shmelej dlja opylenija rastenij tomata v teplice// Gavrish. – 2000. - №6. – S.8-12.
3. Bekov R. H., Kostenko A. N. Ispol'zovanie markernyh mutantov semjan tomata (geny bs, bs-2) dlja sozdanija geterozisnyh gibridov. Sbornik «Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii po paslenovym kul'turam». Astrahan', 2003 g.
4. Brichuk D.N. Ispol'zovanie shmelej dlja opylenija ovoshhnyh kul'tur v teplicah //Gavrish. - 1997. - №4. - S. 8-12.
5. A. Mjuntcing. Genetika (obshhaja i prikladnaja). Izd. «Mir», Moskva, 1967. -S. 601.
6. Morandin L. A., Laverty T. M., Kevan P. G. Effect of bumble bee (Hymenoptera: Apidae) pollination intensity on the quality of greenhouse tomatoes. 111. econ. Entomol. - 2001. - Vol.94. - №1. - P. 172-179.
7. Pinchinat B. et.al. Possibilities of applying bumble bees as pollen vectors in tomato F1 hybrid seed production. //Intern. Symp. Pollinat. 4th Proc-1979.-P. 79-90.