

УДК 635.132:631.522.2

**БЕЗЗАРОДЫШЕВОСТЬ СЕМЯН МОРКОВИ СТОЛОВОЙ  
КАК РЕЗУЛЬТАТ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ОПЫЛЕНИЯ  
(ПЧЕЛЫ, ШМЕЛИ, МУХИ) И ПОВРЕЖДЕНИЙ ВРЕДИТЕЛЕМ  
(ЩИТНИК ПОЛОСАТЫЙ)**А.Ф. БУХАРОВ<sup>1</sup>, В.И. ЛЕУНОВ<sup>1</sup>, Д.Н. БАЛЕЕВ<sup>1</sup>,  
А.Н. ХОВРИН<sup>1</sup>, А.Г. ДЕВЯТОВ<sup>2</sup>, А.Р. БУХАРОВА<sup>3</sup><sup>1</sup> ФГБНУ Всероссийский НИИ овощеводства (ФАНО);<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова;<sup>3</sup> Российский государственный аграрный заочный университет)

*Вероятность наличия зародыша вызывается качеством работы насекомых, стерильностью пыльцы или ее отсутствием. У стерильной линии 1585 П наибольший процент беззародышевости отмечен при опылении пчелами  $t = 5,00\%$ , шмелями —  $6,67\%$ , мухами —  $4,00\%$ . У сорта Амстердамская беззародышевость была меньше соответственно по видам насекомых  $t = 0\%$ , —  $5,67\%$  и —  $2,67\%$ . В среднем за годы исследований количество *Graphosoma lineatum* L. в открытом грунте в Московской области на растениях моркови столовой составило  $3,25$  экз/раст. Показатель беззародышевости семян моркови столовой, выращиваемой в открытом грунте без изоляции, за годы исследований в среднем составил  $8,6\%$ , а при изоляции —  $0,71\%$ . Беззародышевость достигает своих максимальных значений в семенах, полученных на растениях, подвергшихся воздействию щитника, что подтверждено дисперсионным ( $F = 634,81$  ( $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )), корреляционным ( $r = 0,838$  ( $df = 268$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )) и регрессионным ( $1,430$  ( $z = 15,76$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )) анализом данных.*

**Ключевые слова:** *Daucus carota* L., *Graphosoma lineatum* L., вредитель, переносчики пыльцы, семена, беззародышевость.

Качество семян напрямую связано с их морфо-анатомическим, физиологическим и биохимическим состоянием. Снижение качества семян как культурных, так и диких видов овощных зонтичных культур может быть обусловлено отсутствием или значительной дегенерацией зародыша и эндосперма.

Одной из причин снижения качества семян овощных зонтичных культур является пустосемянность и беззародышевость. В. Крокер и Л. Бартон [7] приводят обширную информацию о распространении беззародышевых семян, особенно среди зонтичных культур. В результате обследования 200 образцов моркови, сельдерея, укропа, петрушки, пастернака, фенхеля, тмина, кориандра и аниса было выявлено, что среднее содержание беззародышевых семян изменяется в пределах от 8 до 34%.

Ссылаясь на исследования [17], авторы указывают, что причиной беззародышевости является повреждение семян клопами *Lygus oblineatus* (Say). Семенам зонтичных культур также вредят клопик зонтичный светлый (*Orthops campestris* (L.)) и клопик зонтичный темноватый (*Orthops basalis* (Costa)), представители отряда полужесткокрылые, которые высасывают сок из эндосперма, что приводит к образованию щуплых семян с пониженной всхожестью, а химические меры защиты от данных вредителей не разработаны [1].

Процесс опыления играет важную роль в формировании семян. Его эффективность обеспечивает репродуктивный успех растения. Для этого необходимо обеспечить обязательное посещение цветка опылителем [20]. Характер работы различных переносчиков пыльцы на семенниках моркови неодинаков [5, 8]. В течение процесса создания гетерозисных гибридов F<sub>1</sub> моркови столовой селекционеры создают инбредные (гомогенные, однородные) линии моркови путем самоопыления, используя для этого изоляторы на одно растение, в которых в качестве переносчиков работают синие мясные мухи (*Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy), как наиболее удобный объект для размножения в течение вегетационного периода. Впоследствии, когда инбредные линии созданы, их размножают уже в групповых изоляторах, где используют в качестве переносчиков пыльцы шмелей (*Bombus pascuorum* L.). При дальнейшей работе, когда требуется еще больше селекционного материала, растения высаживают или в открытый грунт (изоучасток), или в теплицу. В первом случае переносчики пыльцы могут быть разнообразными, во втором случае это пчелы (*Apis mellifica* L.). Главное в этой работе — не допустить переопыления с другими образцами, сортами, линиями и т.п. моркови столовой. В каждом случае (виде изолятора) должна быть соблюдена строжайшая изоляция растений во время цветения, созревания и уборки.

Современные технологии выращивания, которые применяются для получения качественного урожая в овощеводстве, требуют использования посевного материала высокого качества. Поэтому выявление причин, приводящих к беззародышевости, усовершенствование методов контроля и повышение качества семян в настоящее время являются одной из важнейших и актуальных задач.

Цель исследований — изучить влияние работы насекомых-опылителей (пчел, шмелей, мух) и вредителя, полосатого щитника (*Graphosoma lineatum* L.), на проявление беззародышевости семян моркови столовой.

### Методика исследований

Исследования проводились в ФГБНУ ВНИИО в 2010–2013 гг. Объектом исследований были семенные растения, семена моркови столовой (*Daucus carota* L.): сорт — Амстердамская (опылитель), стерильная линия (петалоид) 1585 П = F<sub>1</sub> Иркут, сорт — Рогнеда; а также насекомые-опылители: синие мясные мухи (*Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy), пчелы (*Apis mellifica* L.), шмели (*Bombus pascuorum* L.) и вредитель — щитник полосатый (*Graphosoma lineatum* L.).

В исследованиях проводились два опыта.

*Опыт 1.* Влияние насекомых-опылителей на проявление беззародышевости семян моркови столовой (2010–2012 гг.). Схема опыта: 1. Мухи. 2. Шмели. 3. Пчелы. Площадь изолятора составляла 10 м<sup>2</sup>. В теплице и изоляторах (изоляторы размещались в теплице) использовался капельный полив. Из условий внешней среды отмечались температура и влажность воздуха, также отмечалась посещаемость насекомых. Так, температура составляла в 2010 г. в теплице с пчелами от 30,5 до 32,5°C,

средний показатель — 31,2°C, со шмелями — от 26,5 до 31,0°C, средняя температура — 28,2°C, с мухами — от 26,3 до 28,5°C, среднее составило 27,0°C; в 2011 г. — соответственно от 24,0 до 34,0–30,8°C; со шмелями — от 23,0 до 30,0–27,8°C; с мухами — от 22,0 до 30,0 — 27,2°C; в 2012 г. соответственно — от 24,0 до 33,0 — 30,1°C; с шмелями от 23,0 до 29,0–27,5°C; с мухами от 22,0 до 29,0 — 27,1°C. Влажность воздуха в изоляторах и теплице измерялась гигрометром психрометрическим. Влажность составляла в 2010 г. в теплице с пчелами от 92,0 до 93,0–92,6%, со шмелями — от 92,0 до 93,0–92,2%, с мухами от 91,0 до 92,0–91,8%; в 2011 г. — соответственно от 90,0 до 93,0–92,0%; от 91,0 до 92,2–91,8%; с мухами — от 91,0 до 92,0–91,8%; в 2012 г. — соответственно от 87,0 до 89,0–88,0%; от 86,5 до 89–87,9%; с мухами — от 86,5 до 89,0–87,9%.

Наблюдения велись на 30 учетных растениях (схема посадки маточников — 0,70 × 0,25 м).

Посещаемость насекомых-опылителей учитывали на 10 модельных растениях (сорт Амстердамская × стерильная линия 1585 П). В течение 15 минут учитывалось число насекомых, посетивших модельное растение за это время. Затем подсчитывалось количество насекомых, посетивших растения за один час. В одном часе — 60 минут, 60 минут умножали на число посетивших насекомых и делили на выделенное время, т.е. 15 минут. Получали результат: сколько насекомых посетили модельные растения за один час. Наблюдения проводились поочередно по каждому варианту.

*Опыт 2.* Влияние *Graphosoma lineatum* L. на проявление беззародышевости семян моркови столовой (2011–2013 гг.). Исследования проводились в открытом грунте на растениях моркови столовой сорт Рогнеда. Схема опыта включала в себя два варианта: 1. Растения без изоляции (контроль). 2. Растения с изоляцией (индивидуальная изоляция). Размер делянки составлял 3 м<sup>2</sup>. Наблюдения велись на 30 учетных растениях (схема посадки маточников — 0,70 × 0,25 м).

Из условий внешней среды отмечались температура и влажность воздуха, также отмечалось количество *Graphosoma lineatum* L. в расчете на одно растение. Так, температура в 2011 г., в июле и августе, изменялась от 21,0 до 23,0°C, средний показатель составлял 22,3°C и от 15,8 до 21,4°C, при этом в среднем 17,9°C соответственно. Влажность в 2011 г. в среднем в июле-августе составляла 75,7–83,7%. В 2012 г. средняя температура в июле-августе составляла 19,8–14,7°C, а влажность — 72,3–76,7%. В 2013 г. средняя температура в июле — августе составляла 17,1–18,8°C, а влажность — 79,3–78,7%.

Фенологию и численность вредителя изучали по общепринятым методикам [6, 11]. Детальные учеты количества вредителя проводили систематически в течение вегетации растений не менее чем через каждые 10 суток.

Изучение и анализ семян на беззародышевость проводились с использованием светового микроскопа на продольных срезах семян. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности исследовалось не менее 100 шт. семян. Расчет статистических показателей и математическое моделирование проведены с использованием R (v. 3.2.2).

## Результаты и их обсуждение

Посещаемость насекомыми-опылителями семенников моркови в 2010–2012 гг. была различной. Активность в процессе опыления неодинакова. Частые посещения отмечались в варианте «Опыление пчелами» 150–200 экз/час (177 экз. в среднем).

У мух активность посещения составляла 42–105 экз/час (76 экз. в среднем). Наименьшая активность установлена в варианте «Опыление шмелями» 5–15 экз/час (9 экз. в среднем). Столь низкая посещаемость, возможно, связана с тем, что качественный состав семей различался по годам исследований. Условия внешней среды в теплице (температура воздуха, влажность) также оказывали влияние на работоспособность насекомых. Отклонение от оптимальной температуры и влажности может вести к снижению активности насекомых и, следовательно, опыления, что влияет на развитие семян и их качество. Для пчел и шмелей оптимальная температура воздуха не должна превышать 30°C, а для мух не должна превышать более 27°C [4].

Средние арифметические значения выборок по показателю беззародышевости семян на растениях моркови отличались в зависимости от насекомых опылителей. Так, при использовании в качестве опылителей пчел у линии Л 1585П беззародышевость в среднем составляла  $m = 5,00$ ; шмелей —  $m = 6,67$  и мух —  $m = 4,00\%$ , а у сорта Амстердамская при использовании пчел —  $m = 0,00$ ; шмелей —  $m = 5,67$  и мух —  $m = 2,67\%$ . Коэффициенты вариации во всех вариантах исследований имели высокие значения, что говорит о сильной изменчивости показателя в зависимости от различных факторов (табл. 1).

Линия 1585П является стерильной линией, и наибольший процент беззародышевости, возможно, свидетельствует о том, что эта линия менее привлекательна для

Таблица 1

**Анализ беззародышевости семян моркови столовой  
в зависимости от опылителей (2010–2012 гг.)**

Значения	Беззародышевость, %		
	пчелы	шмели	мухи
<i>Л 1585 П</i>			
Медиана	5,00	4,00	4,00
Среднее	5,00	6,67	4,00
Ст. откл.	4,39	7,25	3,54
Ст. ош. ср.	1,46	2,42	1,18
Дисперсия	19,25	52,50	12,50
Коэф. вар.	87,75	109,00	88,39
<i>Амстердамская</i>			
Медиана	0,00	5,00	2,00
Среднее	0,00	5,67	2,67
Ст. откл.	0,00	2,74	2,74
Ст. ош. ср.	0,00	0,91	0,91
Дисперсия	0,00	4,00	7,50
Коэф. вар.	0,00	35,30	102,70

опылителей по сравнению с сортом Амстердамская, который выделяет больше ароматного нектара.

Наши исследования показали, что пчелы наиболее приспособлены к жарким условиям, они лучше и качественнее опыляют растения. Высокие температуры в теплице — это сильнейший стресс для насекомых. Высокая температура негативно влияет не только на опылители, но и на растения. Уже при температуре 32°C и выше наблюдается снижение жизнеспособности пыльцы и уменьшение количества пыльцевых зерен, производимых цветком. Высокие температуры вызывают стерильность пыльцы и абортирование семяпочки. Но качественное, или, наоборот, неэффективное опыление в селекционно-семеноводческом процессе моркови столовой — не единственная причина, которая приводит к тому, что доля беззародышевых семян может быть высокой или низкой.

Существенный вред семенным растениям овощных культур семейства зонтичные наносит итальянский линейчатый или полосатый щитник (*Graphosoma lineatum* L.). Повреждение цветonoсных побегов на семенниках приводит к опадению цветков или шуплости семян [14, 18].

Часть зарубежных исследователей выделяет два вида щитника: *Graphosoma lineatum* и *G. italicum* — и указывают, что *G. italicum* распространен в центре и на севере Европы, а *G. lineatum* обитает в Средиземноморье и на Ближнем Востоке [16]. Другие авторы рассматривают эти названия как синонимы либо как обозначение двух подвидов одного вида *G. Lineatum lineatum* (Linnaeus, 1758) и подвида *G. Lineatum italicum* (Müller, 1766).

В русскоязычной литературе номенклатура вида менялась с течением времени. Н.Н. Богданов-Катьков [3] указывает *Graphosoma italicum* Müll. как фитофага, повреждающего культуры семейства луковых и маревых, но не сельдерейных и пасленовых, и называет этот вид полосатым щитником. Н.Н. Троицкий и В.Н. Щеголев [13] называют *G. italicum* в числе вредителей цветков и плодов у фенхеля, аниса и кориандра и называют его итальянским клопом. Такого же видового названия придерживаются С.П. Тарбинский и Н.Н. Плавильщиков [10, 12]. Г.Е. Осмоловский [9] на основе приоритета употребляет для вредителя название *Graphosoma lineatum* L. В современной литературе этот вид, обитающий в Европейской части России и повреждающий растения семейства сельдерейные, чаще всего и называют полосатым, итальянским или линейчатым щитником и рассматривают как *Graphosoma lineatum* L. [14, 18, 19].

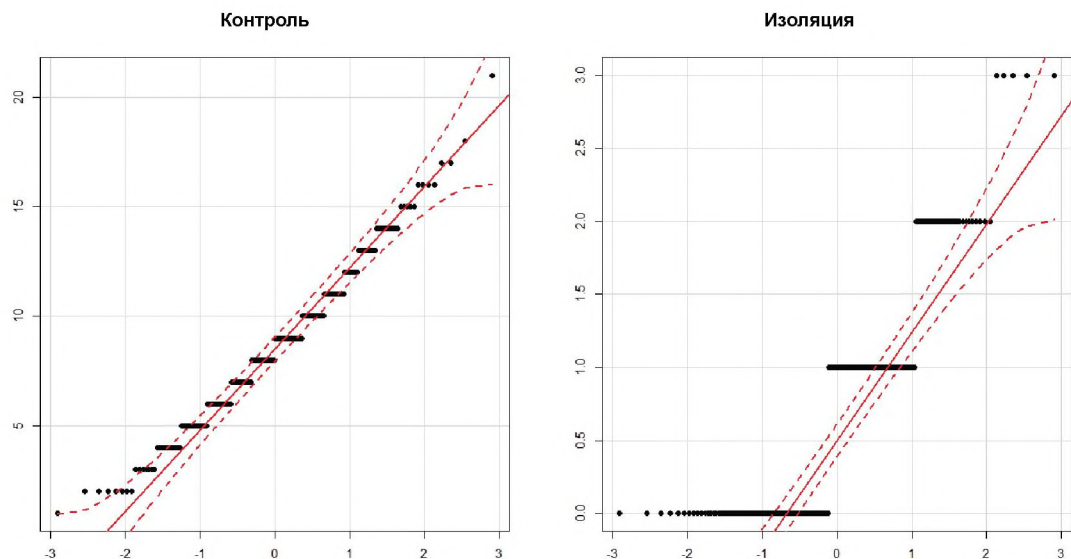
В условиях Раменского района МО в 2011–2013 гг. отмечалось распространение полосатого, итальянского или линейчатого щитника (*Graphosoma lineatum* L.), наносящего существенный вред семенным растениям овощных культур семейства зонтичные [2, 15].

Наблюдения, проведенные в течение 2011–2013 гг., показали, что первое появление щитника отмечено в первой-третьей декадах мая на зонтиках растений из семейства зонтичные — как правило, на сныти (*Aegopodium* L.). По мере отрастания культурных видов овощных зонтичных происходила миграция щитника на них. Разновременное зацветание и формирование семян у зонтичных культур способствуют постепенному перемещению щитника от одного вида к другому [2].

Морковь имеет более поздний и растянутый период цветения. В связи с этим первое появление единичных клопов на растениях отмечалось в первой декаде июня. Массовое питание щитника на семенных растениях моркови отмечалось в третьей декаде июня — второй декаде августа. Питание щитника продолжалось до уборки

семенных растений, которая проходила в третьей декаде августа — первой декаде сентября в зависимости от года исследования. Максимальная численность насекомых на растениях моркови варьировала от 8 до 11 экз/раст. и приходилась на вторую декаду июля — вторую декаду августа.

Анализ данных показал, что характер распределения беззародышевости в популяции семян моркови столовой сорта Рогнеда под действием повреждения *Grafosoma lineatum* L. отличен от нормального закона (рис.).



**Рис.** График квантиль-квантильного нормального распределения беззародышевости семян моркови столовой (сорт Рогнеда) в зависимости от влияния *Grafosoma lineatum* L. с использованием критериев согласия в различных вариантах опыта: контроль — Шапиро-Уилк ( $W = 0,98$ ,  $p = 0,0002$ ), Лильефорс ( $D = 0,27$ ,  $p = 0,0007$ ), Крамер-Мизес ( $\omega = 0,09$ ,  $p = 6,39 \times 10^{-6}$ ); вариант с изоляцией растений —  $W = 0,79$ ,  $p = 1,94 \times 10^{-18}$ ;  $D = 0,28$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ ;  $\omega = 3,96$ ,  $p = 3,96 \times 10^{-10}$

Основные описательные статистики по полученным выборкам беззародышевости семян моркови столовой в зависимости от действия *Grafosoma lineatum* L. представлены в таблице 2.

Средние арифметические значения выборок по показателю беззародышевости семян на растениях моркови в контрольном варианте отличались в разные годы исследования. Так, в 2011 г.  $m = 10,98$ , в 2012 г. —  $m = 5,90$ , а в 2013 г. —  $m = 8,91\%$ . При этом наблюдалось небольшое отклонение среднего значения от медианы на 0,02–0,10%. В варианте с изоляцией растений моркови значение медианы составляло 1% и не изменялось по годам. При этом средняя величина беззародышевости семян в этом варианте исследований варьировала от 0,65 до 0,77%.

Для выявления функции распределения величины беззародышевости в популяции семян моркови столовой в анализе использовали подгонку распределения методом максимального правдоподобия. Поскольку аппроксимация нормальным распределением оказалась неудовлетворительной, были рассмотрены варианты использования других базовых распределений, широко используемых в биологических исследованиях — гамма и распределение Пуассона. Выполнен-

**Анализ беззародышевости семян моркови столовой (сорт Рогнеда)  
в зависимости от влияния *Grafosoma lineatum* L. (2011–2013 гг.)**

Значения	Беззародышевость, %			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2011–2013 гг.
<i>Без изоляции — контроль</i>				
Медиана	11,00	6,00	9,00	8,50
Среднее	10,98	5,90	8,91	8,60
Ст. откл.	3,24	2,43	2,20	3,38
Ст. ош. ср.	0,34	0,26	0,23	0,21
Дисперсия	10,52	5,91	4,85	11,40
Коэф. вар.	30,00	41,00	25,00	39,00
<i>Изоляция</i>				
Медиана	1,00	1,00	1,00	1,00
Среднее	0,77	0,73	0,65	0,71
Ст. откл.	0,83	0,73	0,72	0,76
Ст. ош. ср.	0,09	0,08	0,08	0,05
Дисперсия	0,68	0,54	0,52	0,58
Коэф. вар.	107,00	20,00	112,00	106,00

ные нами расчеты показали, что распределение беззародышевости семян растений моркови столовой под влиянием *Grafosoma lineatum* L. с высоким уровнем значимости ( $D = 0,036$ ;  $p = 0,920$ ) подчиняется Пуассоновскому закону распределения.

Проведенный дисперсионный анализ влияния фактора числа щитника на беззародышевость семян в контрольном варианте и в варианте с изолированными растениями показал, что беззародышевость достигает своих максимальных значений на растениях без изоляции ( $F = 634,81$ ;  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ ) и существенно уменьшается на изолированных растениях ( $F = 1,16$ ;  $p = 0,28$ ).

Проведенный корреляционный анализ выявил достоверную прямую связь между численностью вредителя и беззародышевостью семян моркови столовой, при этом коэффициент корреляции Пирсона составил  $r = 0,838$  ( $t = 25,188$ ,  $df = 268$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ ).

Для предсказания величины беззародышевости семян моркови столовой в зависимости от влияния *Grafosoma lineatum* L. воспользуемся регрессионным анализом на основе пуассоновской регрессии. В рассчитанной модели регрессии зависимая переменная моделируется как логарифм условного среднего  $\log_e(\lambda)$ . Чтобы

интерпретировать регрессионные коэффициенты, потенцируем вычисленные коэффициенты. Так, коэффициент численности *Graphosoma lineatum* L., который составляет 0,360, после потенцирования имеет значение 1,430. Это означает, что с увеличением числа *Graphosoma lineatum* L. на 1 экз. на одном растении моркови столовой величина беззародышевости семян увеличивается в 1,430 раза ( $z = 15,76$ ;  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ ).

Для проверки модели пуассоновской регрессии используем признак избыточной дисперсии ( $\phi$ ), который должен быть меньше единицы. Наши расчеты показали, что  $\phi = 0,49$  ( $\phi < 1$ ), следовательно, правомочно использовать рассчитанную нами модель пуассоновской регрессии для прогнозирования беззародышевости семян моркови столовой в зависимости от числа *Graphosoma lineatum* L.

## Заключение

Беззародышевость семян как явление определяется действием разнонаправленных факторов. В результате наших исследований была проведена оценка влияния двух факторов: эффективности опыления переносчиков пыльцы и повреждения вредителем.

Вероятность наличия зародыша вызывается качеством работы насекомых, стерильностью пыльцы или ее отсутствием. У стерильной линии 1585 П наибольший процент беззародышевости отмечен при опылении пчелами  $m = 5,00\%$ , шмелями —  $6,67\%$ , мухами —  $4,00\%$ . У сорта Амстердамская беззародышевость была меньше, соответственно, по видам насекомых  $m = 0\%$ , —  $5,67\%$  и —  $2,67\%$ .

Показатель беззародышевости семян моркови столовой зависит от влияния *Graphosoma lineatum* L. Так, беззародышевость семян моркови, выращиваемой в открытом грунте без изоляции, за годы исследований в среднем составила  $8,6\%$ , а при изоляции —  $0,71\%$ . Беззародышевость достигает своих максимальных значений в семенах, полученных на растениях, подвергшихся действию щитника, и значительно снижается на изолированных растениях, что подтверждено дисперсионным ( $F = 634,81$  ( $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )), корреляционным ( $r = 0,838$  ( $df = 268$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )) и регрессионным ( $1,430$  ( $z = 15,76$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )) анализом данных.

Естественно, что показатель численности *Graphosoma lineatum* L. на растениях моркови столовой позволяет оценить лишь самые общие тенденции при изучении беззародышевости семян. Однако, с учетом полученных результатов значительного снижения качества семян моркови столовой требуется более подробное изучение данного вредителя, разработка методов борьбы с ним и диагностики повреждений семян на более широком наборе овощных культур из семейства зонтичных.

Принимая во внимание, что в селекционно-семеноводческом процессе моркови столовой насекомые опылители и вредители одновременно присутствуют на растениях, при борьбе с *Graphosoma lineatum* L. необходимо учитывать негативное влияние пестицидов на переносчиков пыльцы.

## Библиографический список

1. Ахатов А.К. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. М.: КМК, 2013. 463 с.
2. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Полосатый щитник — причина дегенерации семян овощных зонтичных культур // Защита и карантин растений. 2015. № 8. С. 26–30.



3. *Богданов-Катков Н.Н.* Энтомологические экскурсии на огороды и бахчи (полевой и лабораторный практикум). М.-Л., 1931. 479 с.
4. *Виноградова Е.Б.* Мясная муха *Calliphora vicina* — модельный объект физиологических и экологических исследований. Л., 1984. 272 с.
5. *Девятков А.Г., Леунов В.И., Клыгина Т.Э., Ховрин А.Н., Юрковская М.Е., Багров Р.А.* Структура плода моркови столовой (*Daucus carota*, Ариасеае) в зависимости от условий выращивания и вида переносчиков пыльцы // Карпология и репродуктивная биология высших растений: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти профессора А.П. Меликяна, 18–19 октября 2011 г., Москва. М.: ООО «Астра-Полиграфия». 2011. С. 279–280.
6. *Дунаев Е.А.* Методы эколого-энтомологических исследований. М.: МосгорСЮН, 1997. 44 с.
7. *Крокер В., Бартон Л.* Физиология семян. М.: ИЛ, 1955. 56 с.
8. *Леунов В.И., Клыгина Т.Э., Ховрин А.Н., Юрковская М.Е., Багров Р.А.* Влияние условий среды и переносчиков пыльцы на семенную продуктивность моркови столовой (*Daucus carota*, Ариасеае) // Карпология и репродуктивная биология высших растений: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти профессора А.П. Меликяна, 18–19 октября 2011 г., Москва. М.: ООО «Астра-Полиграфия». С. 295–299.
9. *Осмоловский Г.Е.* Вредители капусты. Л.: Колос, 1972. 79 с.
10. *Плавильщиков Н.Н.* Определитель насекомых. М.: Топакал, 1994. 544 с.
11. *Танский В.И.* Вредоносность насекомых и методы ее изучения. М.: ВНИИТЭИСХ, 1975. 68 с.
12. *Тарбинский С.П., Плавильщиков Н.Н.* Определитель насекомых европейской части СССР. М.-Л.: ОГИЗ «Сельхозгиз», 1948. 1127 с.
13. *Троицкий Н.Н., Щеголев В.Н.* Определитель повреждений культурных растений. Л., 1934. 528 с.
14. *Abad R., Azhari S., Djozan D., Hejazi M.* Compounds in abdominal and metathoracic scent glands of nymphs and adults of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Het., scutelleridae) under laboratory conditions // Mun. Ent. Zool. 2012. Vol. 7. № 2. P. 870–880.
15. *Baleev D.N., Bukharov A.F., Bukharova A.R., Khovrin A.N., Devyatov A.G., Leunov V.I., Yurkovskaya M.E.* The reasons behind the low quality of carrot seeds // Картофель и овощи. 2015. № 11. P. 33–35.
16. *Dusoulier F., Lupoli R.* Synopsis des Pentatomoidea Leach, 1815 de France metropolitaine (Hemiptera: Heteroptera) // Nouvelle Revue d'Entomologiste (ns). 2006. 23(1). P. 11–44.
17. *Flemion F., Poole H., Olson J.* Relation of Lygus bugs to embryoless seeds in dill // Contrib. Boyce Thompson Inst.. 1949. V. 15. P. 299 — 310.
18. *Johansen A., Tullberg B.S., Gambralle-Stille G.* Motion level in *Graphosoma lineatum* coincides with ontogenetic change in defensive colouration // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2011. V. 141. P. 163–167.
19. *Özyurt N., Candan S., Suludere Z.* Morphology and Histology of the Male Reproductive System in *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae) Based on Optical and Scanning Electron Microscopy // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2013. № 1 (4). P. 40–46.
20. *Willmer P.* Pollination and Floral Ecology. Princeton University Press. 2011. 778 p.

# CARROT SEEDS WITHOUT EMBRYOS AS A RESULT OF POLLINATION EFFICIENCY (BEES, BUMBLEBEES AND FLIES) AND PESTS DAMAGE (*GRAPHOSOMA LINEATUM* L.)

A.F. BUKHAROV<sup>1</sup>, V.I. LEUNOV<sup>1</sup>, D.N. BALEEV<sup>1</sup>,  
A.N. KHOVRIN<sup>1</sup>, A.G. DEVYATOV<sup>2</sup>, A.R. BUKHAROVA<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> All-Russia Research Institute of Vegetable Crops;

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University;

<sup>3</sup> Russian State Agrarian University for Extramural Education)

*The presence of seeds without embryos as a phenomenon is determined by different economic factors. Our research resulted in the estimation of influence of two factors: the effectiveness of pollen vectors and pests. The probability of the embryo presence is determined by the quality of insects, pollen sterility or a lack thereof. The sterile line 1585 P was recorded to produce the highest percentage of seeds without embryos after pollination by bees  $m = 5.00\%$ , bumblebees —  $6.67\%$ , flies —  $4.00\%$ . The Amsterdam cultivar was characterized by less percentage of seeds without embryos depending on the type of insects:  $m = 0\%$ ;  $5.67\%$ ;  $2.67\%$  correspondingly. The massive attacks of plants by the stink bug occurs in the period from the third decade of June — the second decade of August, which coincides with the critical period of plants development (including the seed formation stage), the peak number of stink bug per a carrot plant reaches 11 ind. On average over the years of the study the number of *Graphosoma lineatum* L. on carrot plants grown in open ground in the Moscow region was 3.25 ind./plant. The rate of seeds without embryos of carrot grown in the open ground without insulation for the study years, on average, was  $8.6\%$ , and for isolated plants it amounted to  $0.71\%$ . The number of seeds without embryos reached the maximum values in plants damaged by the stink bug, which is confirmed by the variance ( $F = 634,81$  ( $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )), correlation ( $r = 0,838$  ( $df = 268$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )) and regression ( $1,430$  ( $z = 15,76$ ,  $p = 2,2 \times 10^{-16}$ )) data analyses.*

**Key words:** carrot, seeds without embryos, *Daucus carota* L., *Graphosoma lineatum* L., pest, pollen carriers.

## References

1. Ahatov A.K. Bolezni i vrediteli ovoshhnyh kul'tur i kartofelja [Diseases and pests of vegetable crops and potatoes]. Moscow. KMK Publ. 2013. 463 p.
2. Baleev D.N., Buharov A.F. Polosatyj shhitnik — prichina degeneracii semjan ovoshhnyh zontichnyh kul'tur [*Graphosoma lineatum* — the cause of the degeneration of vegetable crops seeds]. Zashhita i karantin rastenij. Plants protection and quarantine. 2015. № 8. P. 26–30.
3. Bogdanov-Kat'kov N.N. Jentomologicheskije jekskursii na ogorody i bahchi (polevoj i laboratornyj praktikum). [Entomological guides through the gardens and melon fields (field and laboratory practice)]. Moscow.-Leningrad. 1931. 479 p.
4. Vinogradova E.B. Mjasnaja muha *Calliphora vicina* — model'nyj objekt fiziologicheskij i jekologicheskij issledovanij [Blowfly *Calliphora vicina* as a model object for physiological and ecological studies]. Leningrad. 1984. 272 p.
5. Devyatov A.G., Leunov V.I., Klygina T.Je., Hovrin A.N., Jurkovskaja M.E., Bagrov R.A. Struktura ploda morkovi stolovoj (*Daucus carota*, *Apiaceae*) v zavisimosti ot uslovij vyrashhivanija

i vida perenoschikov pyl'cy [The structure of the carrot–root (*Daucus carota*, *Apiaceae*) depending on the growing conditions and the type of pollen vectors]. Karpologija i reproduktivnaja biologija vysshih rastenij: materialy vsrossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhjonnoj pamjati professora A.P. Melikjana 2011 g., Moskva) [Proc. Int. Conf. «Carpology and reproductive biology of higher plants» (18–19, October, 2011)]. Moscow. OOO «Astra–Poligrafija». 2011. P. 279–280.

6. *Dunaev E.A.* Metody jekologo-jentomologicheskikh issledovanij. [Methods of ecological and entomological research]. Moscow. MosgorSJuN Publ. 1997. 44 p.

7. *Kroker V., Barton L.* Fiziologija semjan [Physiology of seeds]. Moscow. IL Publ. 1955. 56 p.

8. *Leunov V.I., Klygina T.Je., Hovrin A.N., Jurkovskaja M.E., Bagrov R.A.* Vlijanie uslovij sredy i perenoschikov pyl'cy na semennuju produktivnost' morkovi stolovoj (*Daucus carota*, *Apiaceae*) [The influence of environmental conditions and pollen vectors on seed productivity of carrot (*Daucus carota*, *Apiaceae*)]. Karpologija i reproduktivnaja biologija vysshih rastenij: materialy vsrossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhjonnoj pamjati professora A.P. Melikjana 2011 g., Moskva) [Proc. Int. Conf. «Carpology and reproductive biology of higher plants» (18–19, October, 2011)]. Moscow. OOO «Astra–Poligrafija». 2011. P. 295–299.

9. *Osmolovskij G.E.* Vrediteli kapusty. [Cabbage pests]. Leningrad. Kolos Publ. 1972. 79 p.

10. *Plavil'shhikov N.N.* Opredelitel' nasekomyh. [Insects guide]. Moscow. Topikal Publ. 1994. 544 p.

11. *Tanskij V.I.* Vredonosnost' nasekomyh i metody ejo izuchenija. [Insects harmfulness and methods of its study.]. Moscow. 1975. 68 p.

12. *Tarbinskij S.P., Plavil'shhikov N.N.* Opredelitel' nasekomyh evropejskoj chasti SSSR. [Insects guide of the European part of the USSR]. Moscow. Leningrad. 1948. 1127 p.

13. *Troickij N.N., Shhegolev V.N.* Opredelitel' povrezhdenij kul'turnyh rastenij. [Classifier of crop damage]. Leningrad. 1934. 528 p.

14. *Abad R., Azhari S., Djozan D., Hejazi M.* Compounds in abdominal and metathoracic scent glands of nymphs and adults of *Graphosoma lineatum* (Linnaeus, 1758) (Het., scutelleridae) under laboratory conditions. *Mun. Ent. Zool.* 2012. Vol. 7. № 2. P. 870–880.

15. *Baleev D. N., Bukharov A.F., Bukharova A.R., Khovrin A.N., Devyatov A.G., Leunov V.I., Yurkovskaya M.E.* The reasons behind the low quality of carrot seeds. Potatoes and vegetables. 2015. № 11. P. 33–35.

16. *Dusoulier F., Lupoli R.* Synopsis des Pentatomoidea Leach, 1815 de France metropolitaine (Hemiptera: Heteroptera). *Nouvelle Revue d'Entomologiste (ns)*. 2006. № 23(1). P. 11–44.

17. *Flemion F., Poole H., Olson J.* Relation of *Lygus* bugs to embryoless seeds in dill. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 1949. Vol. 15. P. 299–310.

18. *Johansen A., Tullberg B.S., Gambralle-Stille G.* Motion level in *Graphosoma lineatum* coincides with ontogenetic change in defensive colouration. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2011. Vol. 141. P. 163–167.

19. *Özyurt N., Candan S., Suludere Z.* Morphology and Histology of the Male Reproductive System in *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae) Based on Optical and Scanning Electron Microscopy. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2013. № 1(4). P. 40–46.

20. *Willmer P.* Pollination and Floral Ecology. Princeton University Press. 2011. 778 p.

**Бухаров Александр Федорович** — д. с.-х. н., вед. науч. сотр. группы семеноведения центра селекции и семеноводства ФГБНУ Всероссийский НИИ овощеводства (ФАНО) (140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500; тел.: (49646) 2-43-64; e-mail: afb56@mail.ru).

**Леунов Владимир Иванович** — д. с.-х. н., проф., гл. науч. сотр. центра селекции и семеноводства ФГБНУ Всероссийский НИИ овощеводства (ФАНО) (140153, Московская область, Раменский район, д. Веряя, стр. 500; тел.: (49646) 2-43-64; e-mail: vileunov@mail.ru).

**Балеев Дмитрий Николаевич** — к. с.-х. н., ст. науч. сотр. группы семеноведения центра селекции и семеноводства ФГБНУ Всероссийский НИИ овощеводства (ФАНО) (140153, Московская область, Раменский район, д. Веряя, стр. 500; тел.: (49646) 2-43-64; e-mail: dbaleev@gmail.com).

**Ховрин Александр Николаевич** — к. с.-х. н., доц., вед. науч. сотр. группы селекции столовых корнеплодов и лука ФГБНУ Всероссийский НИИ овощеводства (ФАНО) (140153, Московская область, Раменский район, д. Веряя, стр. 500; тел.: (49646) 2-43-64; e-mail: han62@poiskseeds.ru).

**Девятков Андрей Григорьевич** — к. б. н., доц. кафедры высших растений биологического факультета МГУ (119991, Москва, Ленинские горы, д. 1–12; тел.: (495) 939-27-76; e-mail: adeviatov@yandex.ru).

**Бухарова Альмира Рахметовна** — д. с.-х. н., проф., зам. декана агрономического факультета ФГОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет» (143900, Московская область, Балашиха, Шоссе Энтузиастов, д. 50; e-mail: mail@rgazu.ru).

**Bukharov Aleksandr Fedorovich** — Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher of the Seed Science group, Center of Selection and Seed Breeding, All-Russia Research Institute of Vegetable Crops (140153, Moscow region, Ramenskiy district, Vereya, 500, tel.: +7 (49646) 2-43-64, e-mail: afb56@mail.ru).

**Leunov Vladimir Ivanovich** — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, principal researcher of the Center of Selection and Seed Breeding, All-Russia Research Institute of Vegetable Crops (140153, Moscow region, Ramenskiy district, Vereya, 500, tel.: +7 (49646) 2-43-64, e-mail: vileunov@mail.ru).

**Baleev Dmitriy Nikolaevich** — PhD in Agriculture, senior researcher of the Seed Science group, Center of Selection and Seed Breeding, All-Russia Research Institute of Vegetable Crops (140153, Moscow region, Ramenskiy district, Vereya, 500, tel.: +7 (49646) 2-43-64, e-mail: dbaleev@gmail.com).

**Khovrin Aleksandr Nikolaevich** — PhD in Agriculture, Associate Professor, leading researcher of the group for Edible Root Crops and Onion, All-Russia Research Institute of Vegetable Crops (140153, Moscow region, Ramenskiy district, Vereya, 500, tel.: +7 (49646) 2-43-64, e-mail: han62@poiskseeds.ru).

**Devyatov Andrey Grigor'evich** — PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Higher Plants, Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University (119991, Moscow, Leninskie Gory, 1-12; tel.: +7 (495) 939-27-76; e-mail: adeviatov@yandex.ru).

**Bukharova Al'mira Rakhmetovna** — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Dean of the Faculty of Agronomy, Russian State Agrarian University for Extramural Education (143900, Moscow region, Balashikha, Shosse Entusiastov str., 50; e-mail: mail@rgazu.ru).