

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ САДКОВ НА ПЛОДОВИТОСТЬ САМОК ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАТОГЛАЗКИ *CHRYSOPERLA CARNEA* STEPH. (*NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE*)

Ю.В. Белоусов, М.Н. Сапожникова

Инженерно-технологический институт «Биотехника» УААН

Изучено влияние плотности содержания и конструкции оборудования на величину яйцепродукции самок обыкновенной златоглазки. Основным фактором, определяющим величину плодовитости, являлась высота садка. В низких садках, независимо от их размеров в плоскости получали в 2 раза больше яиц златоглазки по сравнению с высокими. Объем садка, и его площадь не оказывали статистически достоверного влияния на яйцепродукцию насекомых. Увеличение плотности даже в 5 раз, по сравнению с рекомендуемой, не оказывало существенного влияния на величину плодовитости златоглазки. В высоких емкостях самки откладывали большое количество яиц на стенки. Продолжительность предяйцевого периода зависела от объема и высоты садков. Показатель смертности самок был ниже, чем у самцов, и определялся, главным образом, высотой садка. В низких садках к концу опыта живыми оставалось 80,34%, а в высоких - 32,98% самок. Количество оплодотворенных яиц оставалось высоким на протяжении всего опыта, однако зависело от плотности содержания насекомых.

Введение. Личинки обыкновенной златоглазки *Chrysoperla carnea* Steph. (*Neuroptera: Chrysopidae*) хищники - генералисты, их широко применяют во всем мире в программах биометода как живой инсектицид [1,2,3]. Само собой разумеется, что в таком случае, для успешной защиты растений необходимо значительное количество биоматериала. Поставленная задача решается путем создания оптимальных условий в инсектарии для имаго, которые и продуцируют этот биоматериал в виде яиц.

Имаго обыкновенной златоглазки в природе питаются пыльцой цветущих растений, сладким экссудатом плодов и листьев, а также медвяной росой. Впервые яйца насекомого в искусственных условиях получил Ж.Л. Финни [4], при кормлении взрослых особей медом и медвяными выделениями мучнистого червеца *Pseudococcus citri*. В дальнейшем были найдены более технологичные кормовые среды [5,6], однако проблемы разведения энто-мофага заключаются не только в улучшении качества пищи. При разработке методов массового разведения златоглазки приходится также одновременно решать задачу получения возможно большего количества продукции с единицы производственной площади при минимальных трудовых затратах. Последнее может быть достигнуто как увеличением плотности содержания насекомых, так и за счет усовершенствования конструкции оборудования [7].

Целью настоящей работы являлась оптимизация условий содержания имаго при массовом разведении. Изучено влияние плотности самок и конструкции оборудования на плодовитость златоглазки.

Материалы и методы. В исследованиях использовали насекомых взятых из массовой культуры, которую на протяжении 3-х лет разводили на отходах производства ситотроги. Отходами производства были непригодные для заражения трихограммой яйца и живая бабочка, после завершения репродуктивного периода. Для закладки опыта получили однородную партию

коконов. Взрослых насекомых содержали в садках, в форме параллелепипеда, изготовленных из органического стекла с сетчатым дном. Верхнее отверстие емкости закрывали стеклянной крышкой оклеенной изнутри черной хлопчатобумажной тканью. В каждый такой садок помещали однодневных имаго златоглазки в определенном количестве согласно вариантам опыта (рис. 1). Соотношение полов 1:1. Показатель плотности содержания рассчитан по количеству самок. Минимальной плотности в опыте соответствовало оптимальное значение фактора, рекомендованное в литературе для массового разведения [8]. Плодовитость самок определяли в течение первых 33-х дней жизни. Кормление водой и автолизатом дрожжей, а также учет плодовитости производили ежедневно. Выживание эмбрионов определяли на четвертый день после начала откладки яиц. Для этого яйца оставляли на три дня на крышках, а затем подсчитывали количество стерильных и неполноценных экземпляров.

На плодовитость и выживаемость самок, кроме плотности, изучено влияние высоты и объема садка. Размеры садков приведены на рис. 1. Площадь садков не являлась независимым фактором, так как определялась заданными высотой и объемом. Для реализации эксперимента использовали усеченный план Бокса 3 [9]. В дальнейшем, после проведения пробных опытов он был дополнен репликой 4 (рис. 1). Опыты проводили в трехкратной повторности при температуре 22-25°C, влажности - 70-85% и фотопериоде -16 часов. Математическая обработка результатов произведена по методике дисперсионного (MANOVA) и регрессионного анализов с помощью пакета статистических программ STATISTICA 6.0.

Результаты и их обсуждение. В зависимости от конструкции садка плодовитость колебалась от 278,10 до 474,26 яиц/самку. Основным фактором, определяющим значение этого показателя, являлась высота садка. В емкостях высотой 9 см за учетный период получали минимальное число яиц. По мере уменьшения высоты, плодовитость возрастала и достигала максимальной величины в 3-х см садках (рис. 2).

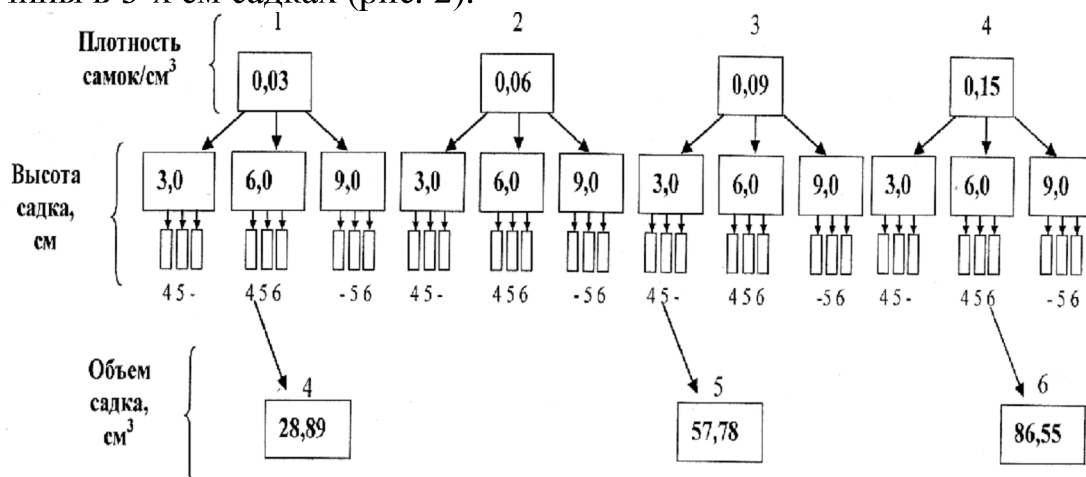


Рис. 1. Схема опыта по изучению плодовитости обыкновенной златоглазки

Следует отметить, что объем садка, и его площадь не оказывали статистически достоверного влияния на величину яйцепродукции насекомых. Тем не менее, с увеличением площади емкости с 37 до 150 см² плодовитость самок

выросла с 329,84 до 467,01 яиц/самку ($F(4,23)=1.410$; $p=0,262$). Наоборот, увеличение объема с 225 до 680 см³ вызывало некоторое снижение изучаемого показателя с 405,67 до 284,44 яиц/самку ($F(2,25)=2,088$; $p=0,128$).

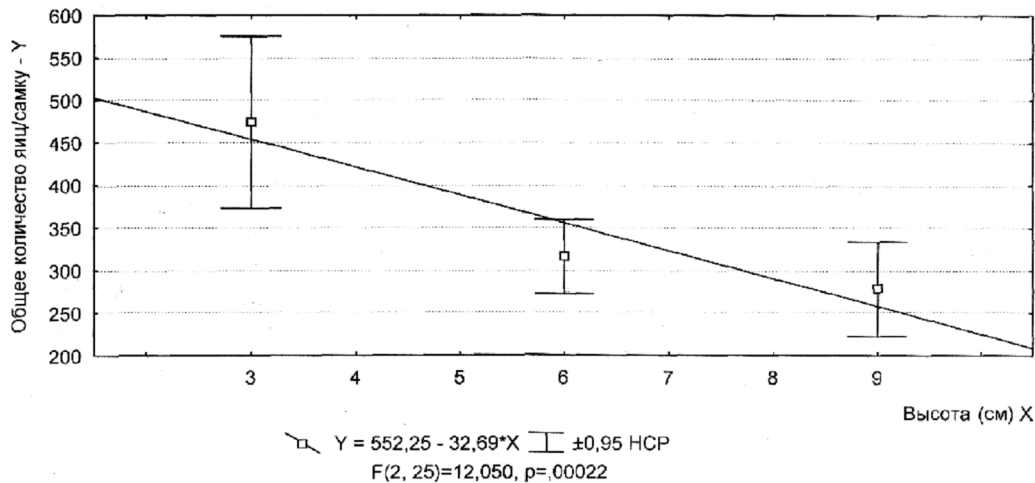


Рис. 2. Влияние высоты садков на общую плодовитость самок обыкновенной златоглазки

При изучении условий содержания взрослых насекомых исходили из рекомендованных для массового разведения плотностей. Согласно литературным данным оптимальной является плотность 0,03 самок/см³, однако даже в этом случае исследователи наблюдали значительное снижение продуктивности [8]. Указанное количество самок было взято как минимальное значение фактора. Однако исследования показали, что и 3-х кратное увеличение плотности посадки взрослых насекомых не оказывает существенного влияния на величину плодовитости. Самки откладывали 287,73 - 340,01 яиц/самку. Дальнейшее, увеличение плотности в 5 раз по сравнению с минимальной, даже привело к увеличению изучаемой характеристики до 432,02 яиц/самку. Рост значения показателя был значительным, однако его достоверность статистически не была доказана ($F(3,24)=0.886$; $p=0,462$).

Достаточно заметный (хотя и не достоверный) рост плодовитости с увеличением плотности содержания указывает, что насекомым, вероятно, свойственен эффект группы. Этот эффект заключается в улучшении биологических показателей, таких как выживаемость, плодовитость и др. с достижением определенных параметров скученности [10]. Возможно, наблюдаемое явление обусловлено и другими причинами. Увеличение плотности имаго или уменьшение объема садка, ограничивает подвижность насекомых, в результате чего атрофируется мускулатура крыльев, а это, как известно, вызывает повышение плодовитости. Высказанное предположение подтверждает также и наблюдаемое возрастание яйцепродукции при уменьшении размеров садка. В любом случае, на наш взгляд, посадку насекомых можно еще более уплотнить.

Известно, что обыкновенная златоглазка предпочитает откладывать яйца на крышку садка, грубая хлопчатобумажная ткань стимулирует яйцекладку [11]. Следовательно, можно было ожидать, что плотность взрослых особей на единицу поверхности также влияет на количество получаемых яиц.

В нашем опыте плодовитость самок не зависела от этого фактора и составляла 316,13 - 391,59 яиц/самку ($F(4,23)=0.413$; $p=0,798$). Для откладки яиц самки действительно предпочитали матерчатую крышку садка. Однако при отсутствии на ней места насекомые могли прикреплять свои яйца на боковые стенки и сетчатое дно. Значительное количество яиц особенно в высоких емкостях (высотой 6 и 9 см), закреплялось недостаточно прочно и падало.

При массовом разведении хищника его яйца периодически собирают для воспроизводства культуры или выпусков в природу. Яйца, отложенные на крышку или упавшие на поддоны, через сетчатое дно садка могут быть легко собраны. Сбор яиц со стенок практически невозможен без сохранения их жизнеспособности. Поэтому количество яиц, отложенных на крышку или упавших на дно, мы назвали «технологической» плодовитостью. Эта величина определяет продуктивность оборудования и должна быть рассмотрена отдельно.

Значение указанного показателя также определялось, главным образом, высотой емкости, однако различия между высокими и низкими садками были более выражены (рис 3).

В высоких емкостях самки откладывали большее количество яиц на стенки. Число яиц на стенках значительно увеличивалось со старением самок и через 15-20 дней достигало 50-75% от общей величины продуктивности. Взрослые особи сидели на дне садков и не могли по гладкой поверхности стенок достичь крышки. Наблюдаемое явление подтверждает высказанное выше предположение о деградации летательной мускулатуры. В низких садках самки любого возраста легко достигали верха и откладывали яйца, которые потом можно было собрать без особых затруднений. В высоких садках из яиц, отложенных на стенках и которые не могли быть изъяты, вылуплялись личинки. Эти особи могут поедать свежесотложенные яйца, а, повзрослев, нападать и на имаго, чем создавать дополнительные проблемы при массовом разведении.

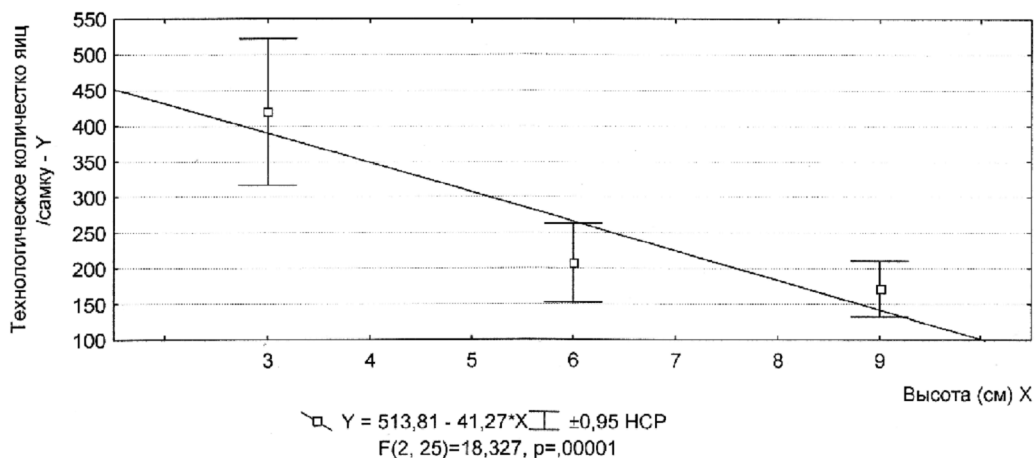


Рис. 3. Влияние высоты садка на «технологическую» плодовитость самок обыкновенной златоглазки

Отмечено незначительное увеличение «технологической» плодовитости в зависимости от площади поверхности крышки садка. Значение этой характе-

ристики увеличивалась от 248,31 до 412,00 яиц/самку при увеличении поверхности крышки от 37 до 150 см² ($F(4,23)=2,271$; $p=0,093$). Вероятно, отсутствие достоверного влияния изучаемого фактора можно объяснить тем, что плотность самок в изучаемых пределах не являлась критической. Самки не испытывали недостатка в месте для откладки яиц. Напротив, статистически доказано, что с увеличением объема емкости «технологическая» яйцепродукция существенно снижалась (рис. 4).

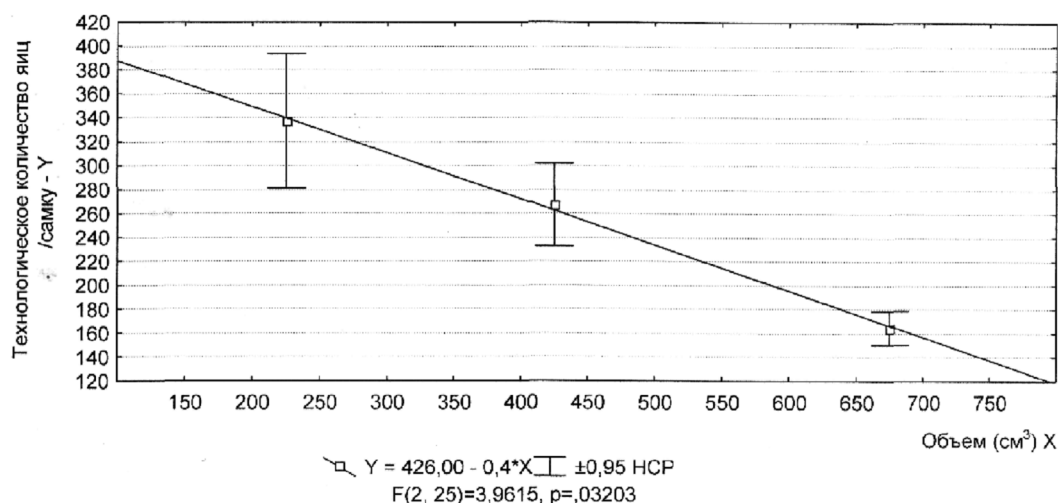


Рис. 4. Влияние объема садка на «технологическую» плодовитость самок обыкновенной златоглазки

Полученный результат, вероятно, обусловлен методическими особенностями проведения опыта и взаимодействием факторов. К методическим особенностям можно отнести то, что критическая плотность нами не была достигнута, хотя мы в 5 раз превысили известное из литературных данных значение показателя. И второе - это использование усеченного плана факторного эксперимента, что ограничивало анализ парных взаимодействий. Все же, очевидно, что увеличение объема за счет высоты садков отрицательно влияло на «технологические» параметры продуктивности (рис. 5). Однако если увеличение происходило за счет роста площади, это не имело отрицательных последствий.

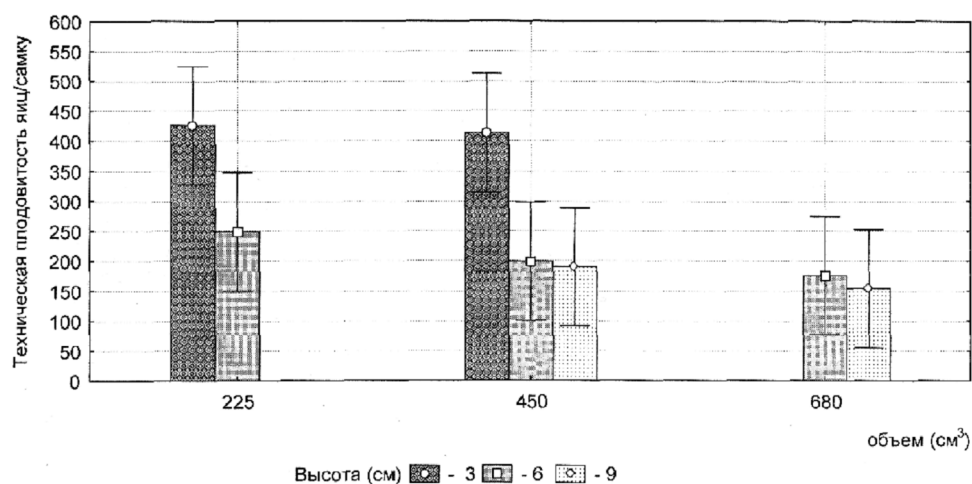


Рис. 5. Влияние объема и высоты садка на «технологическую» плодовитость самок обыкновенной златоглазки

Как и в случае с общей плодовитостью, увеличение количества насекомых на единицу оборудования в изученных пределах не оказывало отрицательного влияния на «технологическую» плодовитость. При изменении плотности от 0,03 до 0,15 особи/см³ было получено 249,53-318,80 яиц/самку ($F(3,24)=0,686$; $p=0,462$).

Продолжительность предяйцекладного периода зависела от объема и высоты садков, но разница не превышала 1 суток. В среднем самки приступали к откладке яиц на 4 - 5 день после выхода из коконов. Наименьшее значение этого показателя наблюдали в высоких садках -4,13 суток.

Смертность взрослых насекомых определяли как число выживших особей на конец учетного периода, т.е. через 33 дня после выхода из кокона. Показатель смертности самок был ниже, чем у самцов, и зависел, главным образом, от высоты садка (рис. 6). В низких садках к концу опыта живыми оставалось 80,34%, а в высоких - 32,98% самок.

Выживаемость самцов также определялась высотой садка. При высоте стенки 3 см выжило 88,96% самцов, а в емкостях высотой 9 см - только 22,39% ($F(2,25)=22,455$; $p=0,000$).

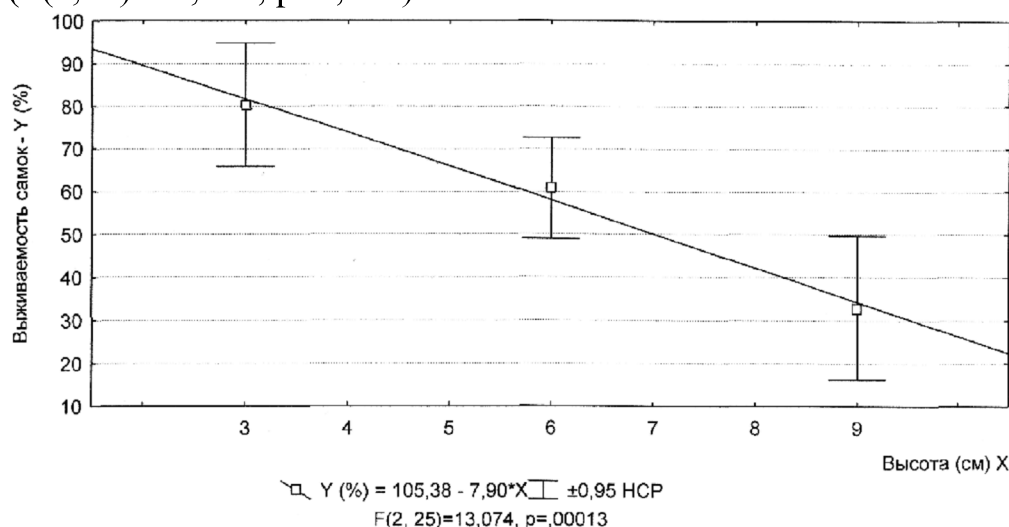


Рис. 6. Влияние высоты садка на количество живых самок обыкновенной златогазки через 33 дня после выхода из кокона

Количество оплодотворенных яиц оставалось высоким на протяжении всего опыта, однако зависело от плотности содержания насекомых. С увеличением плотности самок выживаемость эмбриона достоверно снижалась.

Максимальное количество оплодотворенных яиц составляло 95,53%, а минимальное 82,57% ($F(3,24)=5,111$; $p=0,0007$). Уменьшение числа оплодотворенных яиц вероятно связано с нарушениями при спаривании насекомых при высокой плотности содержания. Однако следует отметить, что снижение выживаемости эмбриона в рассмотренном случае, с избытком компенсировалось увеличением плодовитости (см. выше). Более того, содержание насекомых при высокой плотности позволяет уменьшить время на обслуживание садков.

Известно, что простое увеличение уровня численности взрослых особей, к сожалению, является рациональным лишь до определенного предела, так как

скученность оказывает отрицательное влияние на плодовитость и выживаемость. Снижение плодовитости под влиянием нарастающей плотности у некоторых видов, например *Tribolium confusum* является следствием отравления среды продуктами метаболизма [12]. Однако для других членистоногих основную причину негативного эффекта перенаселенности многие исследователи видят в отрицательном влиянии так называемых «помех», «столкновений», «интерференции» [13]. Существует минимальный объем жизненного пространства, который является популяционной характеристикой каждого конкретного вида. Установлено, что при разведении златоглазки в искусственных условиях чрезмерная скученность (500-600 имаго на цилиндрический садок диаметром 30 см и высотой 10 см) приводит к снижению плодовитости самок. С точки зрения рациональной организации массового разведения нежелательно также и чрезмерное снижение уровня численности (менее 200 насекомых на садок), так как это приводит к неоправданному увеличению потребности в производственных площадях. Неизбежен и сопутствующий рост трудовых затрат. Таким образом, с позиций оптимальной организации массового разведения обыкновенной златоглазки рекомендуют содержать 200 пар имаго на стандартный садок [8]. В наших опытах доказана тесная связь между плотностью и конструкцией оборудования, как искусственного ценоза. Создание оптимальных условий содержания позволяет более чем в 5 раз увеличить численность имаго златоглазки в садках.

Известно, что у многих видов насекомых плодовитость зависит не только от уровня численности взрослых особей в садках, но и от соотношения полов [14]. С одной стороны, самки могут нуждаться в многократном спаривании, а с другой, самцы могут оказывать помехи при яйцекладке. Экспериментально установлено, что для обыкновенной златоглазки количество самцов не оказывает достоверного влияния на плодовитость самок [8]. Эта особенность биологии энтомофага в значительной степени облегчает процесс массового разведения, поскольку определение пола насекомых при заполнении садков в высшей степени трудоемко. В связи с этим, коконы в садки можно помещать без сортировки, руководствуясь лишь необходимостью создания нужной плотности (для больших популяций златоглазки соотношение полов будет близким 1:1). В опыте насекомые спаривались в начале имагинального периода. Сексуальная активность у самцов оставалась высокой фактически до конца проведения опыта. Такое поведение по нашим наблюдениям мешало нормальному протеканию процесса откладки яиц.

Устройства для обеспечения размножения и сбора яиц как основного вида продукции являются одними из главных элементов оборудования, так как обеспечивают не только жизненный цикл вида, но и производительность массового разведения. Вначале имаго златоглазки содержали в картонных цилиндрических садках объемом 3,78 л по 100 особей. Садок сверху накрывали сеткой, а внутреннее пространство выстилали черной бумагой. Производительность одного садка в месяц составляла 17-29 тыс. яиц. Для съема яиц и подачи корма имаго трижды в неделю пересаживали, анестезируя углекислым газом. Яйца снимали путем погружения материала, на который они

отложены, в водный раствор гипохлорита натрия с последующей промывкой и воздушным высушиванием. Несмотря на трудоемкость, данная методика явилась основной для всех последующих разработок [4].

Методики, появившиеся позже, отличались более высокой производительностью. Взрослых особей по 200 пар содержали в цилиндрических садках - большего объема (9000 см^3). Яйца получали на коричневую бумагу, которой закрывали садки и/или выстилали стенки. Выход продукции был 2-2,5 тыс. яиц/садок или 60-75 тыс. в месяц. Сначала имаго также пересаживали через каждые сутки в новые садки. В дальнейшем во избежание ежедневной пересадки насекомых садок видоизменили, теперь он состоял из двух частей - внешней (цилиндра) и внутренней (алюминиевой сетки для откладки яиц и приспособления для питания). Внутреннюю часть извлекали ежедневно при помощи вакуума (во избежание разлета имаго). Данная конструкция позволила сократить количество садков вдвое и получать по 300-350 тыс. яиц с одной производственной линии в месяц [15, 16].

В 80-х годах прошлого столетия В.Д. Карелин, Т.Н. Яковчук и др. предложили конструкцию садка для содержания имаго златоглазки объемом в 24000 см^3 . Авторы пришли к выводу, что применение емкостей цилиндрической формы нерационально, поскольку для откладки яиц самками используется лишь 70,65% производственной площади¹. Было предложено перейти от традиционной круглой формы к прямоугольной, поскольку в таких садках коэффициент использования площадей повышается фактически до 95-100%. Максимальная концентрация яиц на верхней поверхности достигалась посредством использования благоприятных материалов для яйцекладки, которыми являются брезент или хлопчатобумажная ткань в комбинации с «отпугивающими» материалами для боковых стенок. При сочетании брезента с такими материалами как оргстекло, полистирол, капроновая сетка яйцекладка на крышке была максимальной и составляла 97-99% от общего числа яиц. Исходя из величин плодовитости и жизнеспособности имаго, плотность в 1000 особей на садок прямоугольной формы объемом 24000 см^3 была принята оптимальной и обеспечивала получение 3-4 тыс. яиц/садок в сутки, или 90-120 тыс. в месяц. В таком случае экономия производственных участков возрастает до 76% [11].

Отметим, что все виды известных емкостей для имаго значительно отличались размерами, однако их высота всегда превышала 10 см. Проведение многофакторного эксперимента позволило вычленить высоту, как один из ключевых факторов и доказать, что его значение должно быть близким к 3 см. В низких садках, независимо от их размеров в плоскости, возможно, получить более чем в 2 раза больше яиц златоглазки по сравнению с высокими.

Выводы

1. Основным фактором, определяющим величину плодовитости, являлась высота садка. В низких садках, независимо от их размеров в плоскости, возможно, получить в 2 раза больше яиц златоглазки по сравнению с высокими.

2. Объем садка, и его площадь не оказывали статистически достоверного влияния на яйцепродукцию насекомых. Тем не менее, с увеличением пло-

¹- под производственной площадью подразумевается место, необходимое для размещения садков

щадности плодовитость самок незначительно возрастала и, наоборот, увеличение объема вызывало снижение данного показателя.

3. Увеличение плотности посадки взрослых насекомых даже в 5 раз, по сравнению с рекомендуемой, не оказывало существенного влияния на величину плодовитости.

4. В высоких емкостях самки откладывали большое количество яиц на стенки. Число яиц на стенках увеличивалось по мере старения златоглазок.

5. Продолжительность предяйцевого периода зависела от объема и высоты садков. В среднем самки приступали к откладке яиц на 4 - 5 день после выхода из коконов.

6. Показатель смертности самок был ниже, чем у самцов, и зависел, главным образом, от высоты садка. В низких садках к концу опыта живыми оставалось 80,34%, а в высоких — 32,98% самок.

7. Количество оплодотворенных яиц оставалось высоким во всех вариантах опыта, однако зависело от плотности. С увеличением количества самок в садке, выживаемость эмбриона достоверно снижалась.

Литература

1. *Daane, K.M., Yokota, G.Y.*, Release strategies affect survival and distribution of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentation programs // *Environ. Entomol.* - 1997. - V. 26, № 2. - P. 455-464
2. *McEwen P., New T.R., Whittington A.E.* Lacewings in the Crop Environment. Cambridge. Cambridge University Press, 2001, - 546 pp.
3. *Tauber M. J., et al.* Recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) // *Am. Entomol.* - 2000. - V. 46, - P. 26-38.
4. *Finney G.L.* Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution // *J. Econ. Entomol.* - 1948. - V. 41, № 5. - P. 719-721.
5. *Монастырский А.Л., Горбатовский В.В.* Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений. - Москва: Агропромиздат, 1991. - 240 с.
6. *Тамарина Н.А.* Основы технической энтомологии. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1990. - 204 с.
7. *Беспалов И.Н., Белоусов Ю.В.* К вопросу об унификации технологий массового разведения энтомофагов закрытого грунта // Вюник аграрно'ї науки ГПвденного регіону. Міжвщомчий тематичний науковш збірник. - Одеса: СМІЛ, 2005. - № 7. - С. 28-39.
8. *Бегляров Г.А., Кузнецова Ю.И.* Разработка методики содержания имаго при массовом разведении златоглазки обыкновенной *Chrysopa carnea* Steph // Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями растений в закрытом грунте. - М.: Колос, 1978. - С. 72-87.
9. *Менчер Э.М.б Земшман А.Я.* Основы планирования эксперимента с элементами математической статистики. Кишинев: Штиинца, -1986. - 239 с.
10. *Риклефс Р.* Основы общей экологии. - Москва: Мир, 1979. - 424 с.
11. *Карелин В.Д., Яковчук Т.Н. Дану В.П.* К основам промышленного производства златоглазки обыкновенной // Биологическая регуляция численности вредных организмов. - М.: Агропромиздат, 1986. - С. 236-257.
12. *Sonleitner F.J.* Factors affecting egg cannibalism and fecundity in population of abult *Tribolium castaneum* Herbst // *Physiol. Zool.* - 1961. - №. 34. -P. 233-255.
13. *Wellington W.G.* Qualitative changes in natural populations during changes in abundance // *Canad. J. Zool.* -1960. - V. 38, № 2. - P. 289-314.

14. *Atallah J.H.* Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculate* De Geer (Coleoptera: Cjccinellidae). The effect of different population densities and sex ratios on oviposition // *J. Econ. Entomol.* - 1966. - V. 59, № 5. - P. 1179-1180.
15. *Morrison R.K.* Mass Production of an insect Host, *Sitotroga cerealella*, an egg Parasite, *Trichogramma pretiosum* and a Predator, *Chrysopa carnea* // *Special Report.* - 1973. - № 6.
16. *Ridgway R.L., Morrison R.K., Bangle M.* Mass rearing a green lacewing // *J. Econ. Ent.* - 1970. - V. 63, № 3. - P. 834-836.

Вивчено вплив щільності утримання і конструкції встаткування на величину яйцепродукції самок звичайної золотоочки. Основним фактором, який визначав величину плодовитості самок являлась висота садка. У низьких садках, незалежно від їхніх розмірів у площині, одержували в 2 рази більше яєць золотоочки в порівнянні з високими. Не виявлено статистично достовірного впливу об'єму та площі садків на яйцепродукцію комах. Збільшення щільності дорослих комах навіть в 5 разів в порівнянні з рекомендованим, не спричиняло істотного впливу на величину плодовитості. У високих ємностях самки відкладали велику кількість яєць на стінки. Тривалість періоду до початку відкладання яєць залежала від об'єму та висоти садків. Показник смертності самок був нижче, ніж у самців, та визначався, головним чином, висотою садків. У низьких садках до кінця дослідю доживало 80,34%, а у високих - 32,98% самок. Кількість запліднених яєць залишалася високою протягом усього дослідю, однак залежала від щільності утримання комах.

Influence of females density and designs of the equipment on size of fecundity of insects were investigated. The major factor which determining size of fecundity was the height of cages. In low cages irrespective of their sizes in a plane received in 2 times of more eggs of lacewings, than in high cages. The volume of a cage, and its area did not render statistically authentic influence on fecundity of females. The increase in density of adult insects even in 5 times, in comparison with recommended, did not render essential influence on size of fecundity. In high cages females laid many eggs on the walls. Time of the beginning eggs laying depend of volume and height cages. Death rate of females was below, than males, and was defined, mainly, by height of the cage. In low boxes alive there were 80.34 %, and in high - 32.98 % of females by the end of experience. The amount of eggs fertility remains high during all experience however depend on density of insects.