

О.А. ФРОЛОВ, воспитанник группы дополнительного образования «Увлекательная энтомология» Центра экологического образования МГДД(Ю)Т (научный руководитель — **А.В. Колосков**, кандидат педагогических наук, магистр экологии и природопользования, учитель биологии и экологии лицея № 1525 «Воробьевы горы», заведующий кабинетом Центра экологического образования МГДД(Ю)Т

ОРБИТАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

«КОСМИЧЕСКАЯ БАБОЧКА»



ВВЕДЕНИЕ

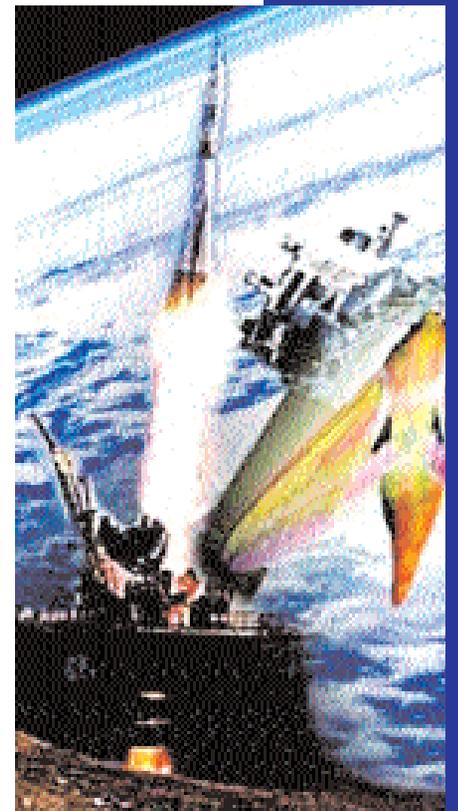
Нас всегда привлекает перспектива космических полетов, все мы знаем и верим, что в будущем человечество сможет колонизировать космическое пространство. Однако для этого необходимо многое. Требуются новые открытия, идеи по освоению космоса. Частично эти исследования проходят уже сейчас. Этот проект один из них. Меня всегда привлекала возможность поучаствовать в этих исследованиях, предложить что-то свое. Открыть что-то новое, неизведанное, внести какой-то свой вклад, пусть и не большой, в общее будущее.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В перспективе человечество планирует населить другие планеты. Для этого придется создать там искусственные экосистемы, что по-

требует доставки туда различных видов живых организмов. Но как эти организмы перенесут такую транспортировку? Как перегрузки и длительная невесомость повлияет на свойства живых организмов. Ответ на этот вопрос получить непросто. Требуются разнообразные исследования. Поэтому ученые высоко оценивают актуальность изучения различных аспектов влияния экологических факторов космического перелета на живые объекты и процессы их жизнедеятельности.

Конечно, уже достаточно хорошо изучены особенности пребывания различных видов животных на борту космического корабля, их физиологические процессы, поведенческие акты в столь необычных условиях. Много работ посвящено изучению вопроса регенерации тканей животных. Тем не менее в куколках бабочек происходят намного более сложные процессы. Там осуществляется гистолит личиночных тканей и образование новых органов имаго из недифференцированных эмбриональных клеток. И изучение особенностей влияния экологических факторов космического





полета на метаморфоз гусеницы во взрослое насекомое имеет большую научную ценность. Это подтвердил в своей рецензии на данную работу докт. биол. наук Г.И. Горгиладзе, профессор Института медико-биологических проблем РАН, отметив оригинальность и научную значимость цели эксперимента.

Методы, использованные при проведении работы: изучение литературы, эксперимент, наблюдение, сравнение, фотографирование, анализ результатов, подведение итогов.

ГИПОТЕЗА

Космический полет, как комплекс стрессовых факторов, может осложнить развитие насекомых и снизить их выживаемость. Но вылупление бабочки из побывавшей в космосе куколки возможно.

ЦЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследовать воздействие микрогравитации, стартовых и посадочных перегрузок и других условий космического полета на процесс развития бабочки в стадии куколки, на жизнеспособность сформировавшегося имаго.

ЗАДАЧИ ЭКСПЕРИМЕНТА:

- подобрать для эксперимента подходящие виды бабочек, потенциально способных перенести космический полет;
- собрать и подготовить куколки этих видов к отправке на биоспутник перед стартом ракеты;
- подготовить инсектарий для куколок из контрольной (земной) и экспериментальной (космической) групп;
- проводить ежедневное наблюдение за куколками земной и космической групп (и вылупившимися из них взрослыми бабочками);

- провести сбор, сравнение, обобщение и анализ полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Одним из первых космобиологических экспериментов стал известный всему миру полет Белки и Стрелки, чей старт состоялся 19 августа 1960 г., полет продолжался более 25 часов, за время которого корабль совершил 17 полных витков вокруг Земли.

В дальнейшем проводились самые разные космобиологические эксперименты. На МКС были проведены такие проекты, как «Спрут» (распределение жидких сред организма человека), «Кардио-ОДНТ» (сердечная деятельность и параметры кровообращения в покое и при ОДНТ), «Парадонт» (исследование периодонтальной ткани), «Прогноз» (прогноз дозовых нагрузок на экипаж), «Брадоз» (биорадиационная дозиметрия), «Полиген» (генотипические признаки устойчивости к факторам космического полета плодовой мушки *Drosophila melanogaster*), «Фарма» (фармакодинамика в условиях продолжительного космического полета), «Массоперенос» (свойства массообмена капиллярно-пористых тел), «Диурез» (гормональная регуляция водно-солевого обмена), «Пульс» (вегетативная регуляция кардиореспираторной системы), «Биориск» (влияние факторов полета на систему «микробактериоциноз-субстрат»), «Гематология» (морфологические и функциональные свойства клеток крови человека и эритропоэз), «Пилот» (психофизиологическое регулирование и работоспособность), «Статокония» (рост статоконий в органе равновесия брюхоногих моллюсков), «Регенерация» (электрофизиологические и морфологические показатели регенерации у биологических объектов), «Спрут» (состояние жидких сред организма человека), «Фарма» (фармакодинамика в условиях продолжительного космического полета), «Профилактика» (механизмы и эффективность мер профилактики изменений со стороны двигательной системы), МБИ-12 «Сонокард» (исследование физиологических функций организма бесконтактным методом во время сна в ходе длительного космического полета), МБИ-15М «Пилот-М2» (исследование индивидуальных особенностей регулирования психофизиологического состояния и надежности профессиональной деятельности космонавтов в длительном космическом полете), МБИ-18 «Дыхание» (исследование регуляции и биомеханики дыхания в условиях ко-

смического полета), **МБИ-21 «Пневмокард»** (изучение влияния факторов космического полета на вегетативную регуляцию кровообращения, дыхания и сократительную функцию сердца в длительном космическом полете), **БИО-1 «Полиген»** (выявление генетических особенностей, определяющих индивидуальные различия в устойчивости биологических объектов к факторам длительного космического полета), **БИО-2 «Биориск»** (исследование влияния факторов космического пространства на состояние систем «микроорганизмы-субстраты» применительно к проблеме экологической безопасности космической техники и планетарного карантина), **БИО-5 «Растения»** (исследование роста и развития высших растений в ряду поколений в условиях космического полета), **РБО-3 «Матрешка-Р»** (исследование динамики радиационной обстановки на трассе полета и в отсеках международной космической станции и накопления дозы в антропоморфном фантоме, размещенном внутри и снаружи станции) и др.

Одними из недавно проведенных экспериментов, в которых принимали участие или были инициаторами проведения школьники, воспитанники Центра экологического образования МГДД(Ю)Т, были:

- **Международный образовательный космический эксперимент «МикроЛада».** В теоретическом обосновании этого эксперимента обращается внимание на перспективу экспедиции на Марс. Одна из проблем, требующих решения при организации такой экспедиции — обеспечение космонавтов на все время полета пищей и кислородом, необходимое количество которых дать им с собой не представляется возможным. Один из перспективных путей комплексного решения этой проблемы — культурные растения. Встающий перед этим вариантом вопрос влияния условий космического полета на жизнедеятельность растений предполагалось исследовать в ходе эксперимента «МикроЛада».

- **Проект «Небесный цветок».** В космос предполагается отправить семена некоторых растений — для того чтобы выяснить, какие из них могут благополучно пережить условия космического полета и стать подходящим посадочным материалом для космических оранжерей на Международной космической станции и на корабле, в котором отправится первая экспедиция на Марс.

- **Проект «Панспермия»**, предусматривающий изучение влияния открытого космоса на холодоустойчивые бактерии арктических и антарктических почв, что позволит проверить одно из обя-

зательных условий гипотезы панспермии (она предполагает, что жизнь на Земле возникла в результате самопроизвольного переноса на нее стойких внеземных микроорганизмов через космическое пространство).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

В рамках предполетной подготовки эксперимента мы провели следующие работы: поиск подходящих для эксперимента объектов, а также партнеров, способных их предоставить, отбор предложенных партнерами вариантов. Отбор проводился по следующим критериям: куколки с минимальными размерами, подходящими сроками окукливания и вылупления; устойчивые к транспортировке; виды, не занесенные в Красную книгу. Всего отобрано 3 вида.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В эксперименте использовались куколки трех видов чешуекрылых:

1. **Крапивница (*Aglais urticae*)**, личинки которых были собраны в Подмосковье и окуклились в кабинете биологии. Всего 44 куколки (22 с темными крыльями, 22 с более светлыми).



2. **Североамериканская павлиноглазка (*Automeris io*)**, куколки которой любезно предоставил белорусский энтомолог-любитель Роман Ненашев. Всего 12 куколок (6 самцов и 6 самок). Эти бабочки обладают ярко выраженным половым диморфизмом (самцы и самки внешне сильно отличаются), что очень удобно для выяс-



♀



♂



нения возможных различий в устойчивости насекомых одного вида, но разных полов.

3. Средний винный бражник (*Deilephila elpenor*) из Нижегородской области, куколки которого любезно предоставил Московский дом бабочек Butterfly. Всего 2 куколки.



Примечание: в эксперименте были использованы три вида бабочек, так как, во-первых, было неизвестно, какие виды могли оказаться достаточно устойчивыми к экстремальным условиям космического полета, а какие нет (поэтому не один вид, а несколько), а во-вторых, объем экспериментального контейнера ограничен (поэтому не более чем три вида).

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

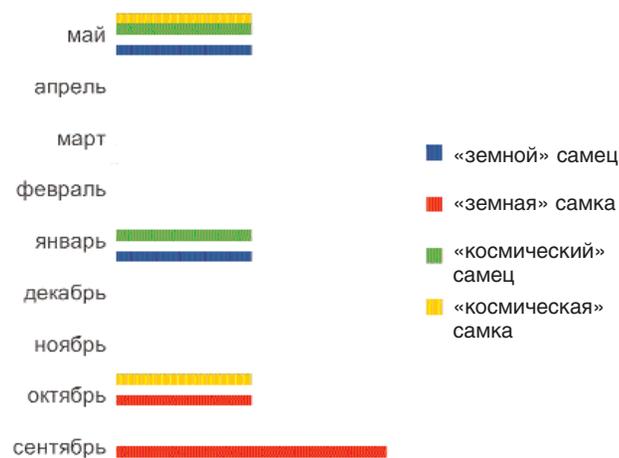
Куколки трех видов бабочек были разделены на две равные группы: «земную» и «космическую». «Космическая» группа куколок была доставлена в Институт медико-биологических проблем, где их поместили в специальный контейнер. Контейнер был взвешен, включен в мягкую укладку № 1 и передан космонавту Сергею Николаевичу Рязанскому, куратору экспериментов школьников на биоспутнике. Укладка с контейнером затем была доставлена на космодром Байконур (Казахстан), где ее поместили в биоспутник. Ракета «Союз», стартовавшая с космодрома, доставила биоспутник на орбиту. Все это время «земная» группа оставалась на Земле

в специальном контейнере, имитирующем космический. После возвращения контейнера на Землю куколки были помещены в специально подготовленный для этого эксперимента инсектарий, разделенный перегородкой на два отсека: «земные» — в левый, «космические» — в правый. Проводились ежедневные наблюдения за вылуплением, дальнейшим поведением и развитием куколок бабочек обеих групп (см. табл.).

Из 6 летавших в космос куколок североамериканской павлиноглазки вылупились 4 бабочки, которых уже от «рождения» можно назвать космонавтами! (В контрольной группе — 5 из 6.) При этом экологические условия космического полета вызвали у бабочек данного вида стрессовое состояние, выразившееся в задержке их развития и удвоении смертности.

Другим неожиданным результатом эксперимента оказалось то, что вместо трех видов, посланных в космос насекомых, на Землю вернулось четыре! Одна из 11 космических куколок крапивниц оказалась зараженной паразитической

Временная таблица сроков вылупления бабочек из куколок



Результаты эксперимента

Виды	Группы			
	Космос (экспериментальная группа)		Земля (контрольная группа)	
	Всего	Вылупилось	Всего	Вылупилось
Североамериканская павлиноглазка (<i>Automeris io</i>)	6	4	6	5
Крапивница (<i>Aglais urticae</i>)	22	0	22	0
Средний винный бражник (<i>Deilephila elpenor</i>)	1	0	1	0
Паразитическая муха (<i>Tachina sp.</i>)	—	1	—	1

кой мухой тахиной, которая вылупилась прямо на орбите! (У одной из 11 земных куколок крапивниц также вывелась тахина, но сравнить их оказалось невозможно, так как «космическая» муха запуталась в защитной укладке, не смогла расправить крылья и выглядела помятой.) Обе куколки среднего винного бражника (одна «космическая», другая «земная»), предоставленные Московским домом бабочек, оказались нежизнеспособными, возможно, из-за неустойчивости к транспортировке (их доставляли из Нижегородской области). Также обе группы куколок крапивниц оказались нежизнеспособными, вероятно, из-за того, что их окукливание было вынужденно простимулировано, чтобы куколки были «готовы» к моменту начала эксперимента и они не успели набрать необходимую массу тела для нормального развития.

Небольшое количество экспериментального материала (всего в космос было отправлено 18 куколок, столько же было в контрольной группе) обусловлено спецификой космических исследований – они чрезвычайно затратны. Поэтому нам нельзя было превышать предоставленный нам так называемый двусторонний космический трафик (45 г). Но, несмотря на это, результаты работы вызвали большой интерес.

ВЫВОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

- Подтверждение способности переносить условия космического полета куколок бабочек и насекомого-паразита.
- Условия космического полета вызывают у бабочек стрессовое состояние, выражающееся в задержке их развития.
- Смертность летавших в космос насекомых может увеличиться в 2 раза.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

В настоящее время ведется работа над проектом «Космическая бабочка-2», цель которого – изучить процесс вылупления и полет бабочек североамериканской павлиноглазки (оказавшейся в нашем исследовании наиболее жизнестойкой для условий космического полета) в условиях невесомости на Международной космической станции. Проект этого эксперимента в настоящее время находится на рассмотрении у специалистов из Института медико-биологических проблем и Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С. П. Королева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Башинский В.В.* Советы ветеринара: Разведение бабочек. М.: АСТ, 2006. 62 с.
- Беркович Ю.А. и др.* Космические оранжереи: настоящее и будущее. М.: Слово, 2005.
- Биологический энциклопедический словарь / Под ред. М.С. Гилярова. М.: Сов. энциклопедия, 1989. 864 с.
- Гришин Ю.И.* Искусственные космические экосистемы // Космонавтика. Астрономия. 1989. № 7.
- Жизнь животных: В 6 т. Т. 3 / Под ред. Л.А. Зенкевича. М.: Просвещение, 1969. 575 с.
- Райхгоф-Рим Х.* Бабочки. М.: ООО «Изд-во АСТ»: ООО «Изд-во Астрель», 2002. 288 с.
- Ткачев О.А.* Бабочки. Опыт успешного содержания и разведения в домашних условиях. М.: Аквариум-Принт, 2006. 48 с.
- Ткачев О.А., Ткачева Е.Ю.* Бабочки в домашнем инсектарии. М.: Аквариум ЛТД, 2001. 48 с.
- Чайнери М.* Мини-энциклопедия. Бабочки. М.: Астрель-АСТ, 2002. 256 с.

