

Академик А. А. ИМШЕНЕЦКИЙ, С. В. ЛЫСЕНКО, Г. А. КАЗАКОВ

О МИКРООРГАНИЗМАХ СТРАТОСФЕРЫ

В литературе имеются сведения о нижних границах биосферы, так как в грунте, взятом в различных впадинах океанов на глубине 10–11 км, обнаружена жизнь. Значительно труднее установить верхние границы биосферы, в связи с методическими трудностями.

На высоте 20 км в пробе, взятой заборным цилиндрическим устройством, поднятым в 1936 г. стратостатом «Эксплорер II» и спускавшимся на парашюте, были найдены плесневые грибы и спороносные бактерии (¹),

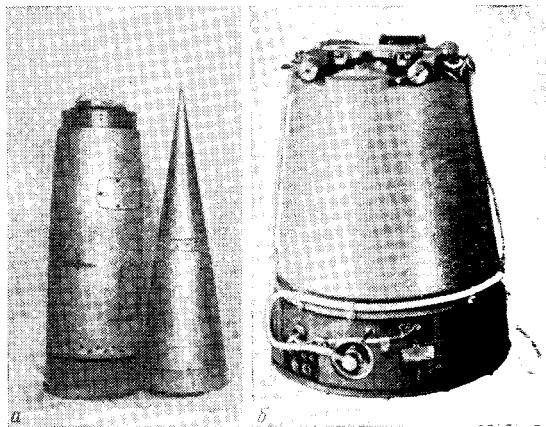


Рис. 1. Верхняя часть ракеты и сбрасываемый конус (а) и анализатор для взятия проб (б). Видна парашютирующая липкая лента, на которую оседают частицы при подъеме ракеты

хотя и заборное устройство, и парашют были предварительно простерилизованы. С помощью заборных устройств, поднятых в 1962–1964 гг. на стратостате, наполненном гелием, обнаружены различные микроорганизмы. Однако эти последние данные не могут иметь научного значения, так как оболочка стратостата не была стерильной; при наполнении гелием она находилась на почве овсяного поля, и во время полета заборные устройства втянули внутрь большое количество разнообразных почвенных микроорганизмов, падавших с оболочки стратостата (²). Этим исчерпываются сведения о присутствии микроорганизмов на больших высотах.

Установление верхней границы биосферы представляет большой интерес, так как полученные данные позволяют судить о высоте подъема микроорганизмов в стратосферу, об устойчивости их к экстремальным физическим факторам, о количественном и качественном составе микрофлоры тропосферы и стратосферы и т. д.

В методическом отношении анализ стратосферы довольно сложный, так как при заборе проб должна быть полностью исключена возможность попадания посторонней микрофлоры в заборное устройство анализатора. По составленному микробиологами техническому заданию был спроектирован и изготовлен анализатор, помещаемый в метеорологическую ракету. Аппаратура будет подробно описана специалистами, работающими в области приборостроения.

В наших исследованиях была применена следующая методика микроскопического анализа стратосферы.

Таблица 1

Номер ракеты	Высота во время взятия проб, км	Общее число выросших колоний
1	48—58	20
2	61—70	3
3	61—75	— *
4	57—77	8
	77—85	0

* Роста колоний не было.

Взятие проб осуществлялось только в стратосфере при подъеме ракет, что полностью исключало возможность попадания посторонних микроорганизмов. Верхняя часть ракеты и сбрасываемый конус представлены на рис. 1а.

2. После отстрела конуса вершиной поднимающейся ракеты становилась крышка анализатора, которая затем также вскрывалась двумя пиропатронами. В анализаторе находилось устройство для питательной среды. Вскрытие заборного устройства позволяло осаждение на питательную среду всех аэрозольных частиц, в том числе и микроорганизмов. После отбора проб приборный отсек ракеты приземлился на парашюте. Анализатор представлен на рис. 1б.

3. До помещения в анализатор устройство без питательной среды стерилизовали в автоклаве при 0,5 атм. в течение 30 мин. и затем с соблюдением правил стерильности заполняли питательной средой. Анализатор с питательной средой последовательно вкладывался в 2 полиэтиленовых мешка, которые герметизировались и затем устанавливались в технологические контейнеры с последующей обработкой γ -лучами (доза 3,2—3,5 Мрад, мощность дозы 98,8 рад/сек, время радиационной обработки равнялось 9 час.). Такая стерилизация не отражалась ни на функциональных свойствах анализатора, ни на качестве питательной среды. Герметичность устройства с питательной средой проверяли после стерилизации различными методами. При установлении режима стерилизации γ -лучами применялись радиорезистентные споры, помещающиеся в 14 местах внутри анализатора. Гибель всех тест-спор подтверждала эффективность стерилизации анализаторов радиацией.

4. Устройства с питательной средой, находившиеся в стратосфере вместе с анализаторами, вкладывали в стерильные технологические кассеты и выдерживали в термостате при 30° в течение 7—14 дней, а затем просматривали их под микроскопом при малом увеличении. При этом регистрировалось время появления и характер выросших колоний. Подсчитывали только колонии, выросшие из клеток, попавших при взятии проб во время подъема анализатора на ракету вверх. Затем устройство с питательной средой вскрывалось, и из выросших колоний производился отсев микроорганизмов на соответствующие питательные среды в пробирки. В дальнейшем выделенные микроорганизмы изучались.

Результаты. Всего было запущено 6 ракет, имевших анализаторы. У 2 ракет, несмотря на сброс конусов, анализаторы не сработали. В одном случае после отбора проб на поверхность питательной среды не попало ни одного микроба и соответственно не было обнаружено никаких колоний. Это обстоятельство подтверждает надежность стерилизации аппаратуры. В 3 остальных случаях микроорганизмы попали на питательную среду и был зарегистрирован рост колоний.

Результаты микробиологических анализов в стратосфере приведены в табл. 1.

Изучение показало, что среди колоний микроорганизмов были микроскопические грибы *Circinella muscae* (рис. 2а), *Penicillium*, *Aspergillus niger* и *Mycelia sterilia*. Кроме этого обнаружены культура микобактерии

1. Для взятия проб воздуха производился запуск метеорологических ракет на высоту до 100 км. Во время прохождения ракеты через плотные слои атмосферы передняя часть ее нагревалась до температур, гарантирующих гибель всех микроорганизмов. Конус ракеты, закрывавший приборный отсек, сбрасывался на заданных высотах при помощи пиропатронов.

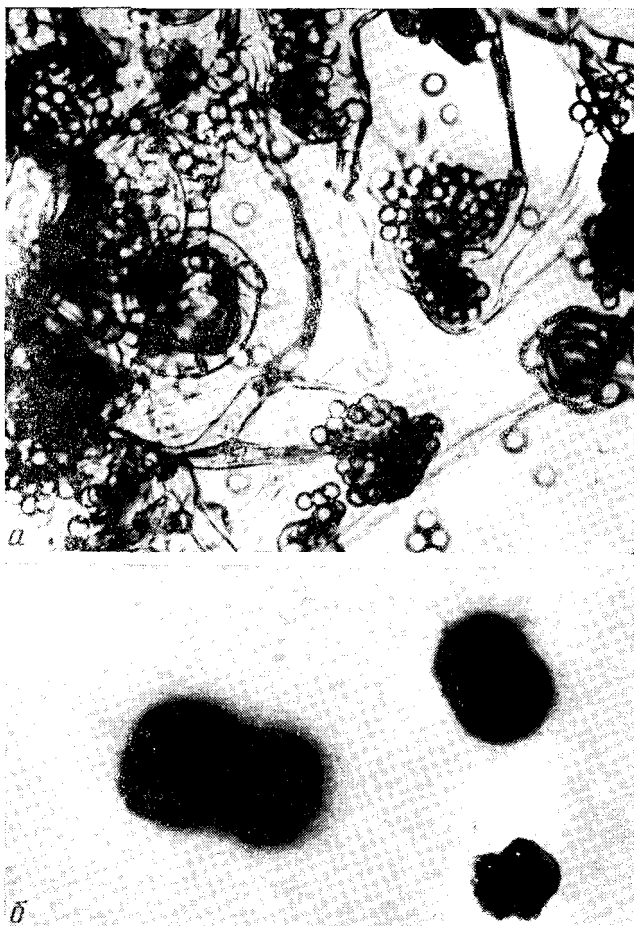


Рис. 2. Споры мицелий *Circinella muscae* (а) и делящиеся клетки микрококка (б), выделенные из стратосферы. а — 500 $\times$, б — 12 625 $\times$

и микрококка (рис. 2б), образующие на плотных питательных средах колонии желто-оранжевого и белого цвета соответственно. Изолированные микроорганизмы подвергались более подробному изучению. Существенно, что на питательной среде анализатора колонии всегда развивались в средней части, а не у края, как это было бы в случае микробного загрязнения. Как известно, мелкие минеральные частицы поднимаются с Земли и могут попадать на большие высоты. В связи с этим несомненный интерес будет представлять сопоставление веса минеральных частиц с весом высушенных спор и конидий грибов или клеток бактерий, выделенных из стратосферы. Нельзя отвергать возможность подъема кусочков грибного мицелия, способного к более быстрому прорастанию, чем конидии или споры грибов. Это, в частности, подтверждается обнаружением в стратосфере стерильного мицелия, давшего затем рост.

Изложенные выше данные следует рассматривать как предварительное сообщение, и, естественно, необходимо провести новые запуски ракет с аналитической аппаратурой в ионосферу, начав при этом взятие проб в средних слоях стратосферы.

Институт микробиологии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
16 I 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ L. A. Rogers, F. C. Meier, The National Geographic Soc. U.S. Army Air Corps Stratosphere Flight of 1935 in the Balloon «Explorer II», 1936, p. 276. ² V. W. Green, P. D. Pederson et al., Proc. of the Atmospheric Biol. Conf., 1964, p. 199.