

Объемы внутренних органов и пределы миниатюризации насекомых
Полилов Алексей Алексеевич
Аспирант
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
apolilov@mail.ru

Известно, что изменение объема пропорционально кубу линейных размеров, поэтому изменение относительного объема органов при миниатюризации представляет особый интерес для понимания факторов лимитирующих размеры тела насекомых.

Исследовано внутреннее строение мельчайших свободно живущих насекомых – представителей семейства Ptiliidae (Coleoptera). Были проведены трехмерные компьютерные реконструкции и проанализированы относительные объемы органов для перокрылок разного размера.

При изменении размеров тела объемы органов изменяются по-разному. Выделительная и пищеварительная системы изменяются изометрически, остальные аллометрически. Относительный объем мышечной массы сильно сокращается при уменьшении размеров тела. Снижение относительного объема, видимо, компенсируется увеличением относительной силы мышц. Кровеносная система редуцируется, так как при таких размерах для транспорта веществ достаточно простой диффузии. Наиболее интересные изменения наблюдаются в скелете, половой и нервной системе, относительный объем которых растет при уменьшении размеров тела. Относительный объем скелета возрастает, не смотря на то, что, при уменьшении размеров тела, относительная прочность скелета увеличивается. Это можно объяснить тем, что наружный скелет выполняет не только опорную функцию, но и защитную, а, при уменьшении размеров тела, площадь относительной поверхности увеличивается. Существенное увеличение относительного объема половой системы, видимо, объясняется необходимостью обеспечить развитие очень большого яйца (у Ptiliidae одновременно развивается только одно яйцо, и оно занимает до 1/3 длины тела самки). Относительный объем нервной системы увеличивается, не смотря на то, что число нейронов у перокрылок на порядок меньше, чем у других насекомых и размеры нейронов также значительно меньше. В связи с крайне малым диаметром трахей объем дыхательной системы вычислить не удалось, но, учитывая сильную редукцию трахейной системы, можно предположить, что ее относительный объем уменьшается при уменьшении размеров тела.

Полученные количественные и качественные данные свидетельствуют о том, что наиболее сильной трансформации вследствие уменьшения размеров тела подвержены метаболические системы (пищеварительная, кровеносная и трахейная). Преобразования в метаболических системах можно объяснить повышением эффективности диффузии и возрастающей ролью капиллярных сил при столь мелких размерах. Наименьшее количество изменений наблюдаются в нервной и половой системах, эти же системы демонстрируют повышение относительного объема. Это говорит о невозможности их принципиальных перестроек, что лимитирует дальнейшее уменьшение размеров тела. Относительный объем скелета, а соответственно и его масса, также могут лимитировать дальнейшее уменьшение размеров, но, учитывая сложную зависимость массы скелета от размеров тела (при увеличении размеров относительная масса тоже возрастает), этот вопрос требует дальнейшего детального изучения.

Таким образом, данные, полученные при изучении относительных объемов органов, подтверждают и дополняют гипотезы выдвинутые нами ранее. Основными факторами, лимитирующими уменьшение размеров тела у насекомых, является размер нервной системы, ограниченный количеством и размером нейронов, и размер яйца, а, соответственно, и половой системы, а так же, возможно, масса скелета.