
Мақалада генетикалық коллекция линияларының және жаздық бидай сорттарының (ӨББИ) экологиялық сынақ нәтижелері көрсетілген. Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысы күздік бидайды өңдеудің негізгі аймағы екені белгілі, сондықтан осы дақылдың негізгі өңдеу аймақтары үшін линияларды және олардың негізінде шығарылған жаздық бидайларға сұрыптау жүргізу қажет болды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі Мемлекеттік сынаққа жаздық бидайдың 2 сорты жіберілді, олардың екеуі Солтүстік Қазақстан және Павлодар облыстарында өңдеу үшін ұсынылды.

The results of ecological trials of lines from the genetic collection and cultivars of spring common wheat of the Institute of Plant Biology and Biotechnology are presented in this article. It is known that South and South-East of Kazakhstan are the main areas of winter wheat cultivation. In this connection it was necessary to carry out screening the lines and the spring common wheat cultivars created on their base for the main wheat cultivation regions. The result of the carried out researches are 2 cultivars of spring common wheat: 2 of them are predetermined for cultivation in the North Kazakhstan and Pavlodar areas.

УДК 576.12:591.4

С.Т. НУРТАЗИН, Р. САЛМУРЗАУЛЫ

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ К УСЛОВИЯМ ЖАРКИХ ПУСТЫНЬ

На основании светооптического и электронномикроскопического изучения легких 16 видов Tetrapoda (рептилии, птицы, млекопитающие), обитающих в пустынных биотопах Казахстана и Туркменистана, выявлены клеточно-тканевые и органые морфофункциональные адаптации дыхательной системы животных к жаркому климату.

Исследование морфологических основ адаптации животных к различным условиям внешней среды является одной из актуальных областей современной экологической морфологии /1, 2/.

Экологическая морфология, в силу своего синтетического характера, является, пожалуй, наиболее плодотворной областью эволюционной морфологии /3/. Экологический аспект исследований в эволюционной морфологии способствует целостному изучению организмов и эволюционного процесса, выявлению механизмов адаптационных перестроек полифункциональных систем органов.

Проводимые нами на протяжении многих лет, исследования морфофункциональных основ адаптации органов дыхания наземных позвоночных к различным экологическим условиям существования, в том числе, к условиям высокогорья, обитанию в аридных биоценозах (жаркие пустыни), к низким температурам, а также адаптации у норных и ныряющих животных, позволили выявить наследственно закрепленные видовые адаптации у представителей различных таксонов. В представленной статье отражены результаты исследования, морфологических адаптаций органов дыхания наземных позвоночных - обитателей жарких пустынь.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования служили легкие представителей следующих видов: степная агама - *Agama sanguinolenta*, ушастая круглоголовка - *Phrynocephalus mustaceus*, песчаный удавчик - *Eryx miliaris* Pall., среднеазиатская гюрза - *Vipera lebetina turanica*), чернобрюхий

рябок - *Pterocles orientalis* L., саксаульный воробей - *Passer amodendri gold.*, домовый сыч - *Athene noctua Scop.*, обыкновенная сизоворонка - *Coracias garrulus*, сизый голубь - *Columba livia* Gь, суслик желтый - *Citellus fulvus*, большая песчанка - *Rhombomys opimus* L., мохноногий тушканчик - *Dipus sagitta* Pall., корсак - *Vulpes corsac*, заяц - толай - *Lepus tolai* Pall, курдючная овца - *Ovis aries* L., верблюд бактриан - *Camellus bacterianus* L. Материал взят в летнее время в пустынях Юго-Восточного Казахстана и, частично, Туркмении.

Фиксация материала осуществлялась в растворах: 10% формалина, растворе Буэна, фиксаторе Карнуа, фиксаторе Оршоша. Окраска депарафинированных срезов толщиной 5-7 мкм производилась гематоксилином и эозином, резорции-фуксином, по Массону, альциановым синим и реактивом Шиффа.

Для электронномикроскопического исследования кусочки трахеи, бронхов и легочной паренхимы фиксировали в 2,5 % растворе глутар-альдегида на фосфатном буфере Миллонга с рН 7,2 - 7,4. Постфиксация производилась в забуференном 1% растворе четырехокси осмия. Заливка материала производилась в смесь эпона и аралдита. Контрастирование ультратонких срезов выполнялась 2,5 % раствором уранилацетата и цитратом свинца по Райнольдсу.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что жизнь животных в жарких пустынях сопряжена с адаптациями к суточным и сезонным перепадам температуры, чрезвычайно высокой летом в дневное время, повышенной инсоляции, дефициту влаги, своеобразному рациону питания и т.п. В условиях пустынь биотические и абиотические средовые воздействия обуславливают чрезвычайно сложный характер адаптационных реакции организма, которые вступают между собой в реципрокные морфофункциональные коррелятивные отношения.

Например, в условиях высокой температуры воздуха теплоотдача возможна лишь путем испарения воды через покровы и легкие. Однако, в условиях дефицита влаги данный механизм терморегуляции не может быть использован в полной мере, что привело бы к обезвоживанию, или адаптации к суточным колебаниям температуры, типичным для зоны пустынь в наших широтах, когда температура почвы и приземного слоя воздуха в течение суток может изменяться от 15 °С до 70 °С. Но в почве, уже на глубине 50 см, температура песка относительно постоянная и редко превышает 30 °С /4/. Именно поэтому, так широко распространена такая приспособительная реакция мелких животных в пустыне, как уход от дневной жары в норы и сумеречно-ночная активность.

Весь комплекс приспособительных реакций животных в пустыне включает следующие основные направления: адаптацию органов и тканей к значительным колебаниям температурного (особенно у пойкилотермных животных) и водно-солевого гомеостаза, адаптации некоторых физиологических систем (почек, кожи, легких и пищеварительного тракта) к поддержанию водного обмена на низком уровне, общее снижение энергетических затрат /5/.

Эффективными способами избежать воздействие экстремальных условий пустыни являются летняя и зимняя гибернация, а также миграции (особенно протяженные у птиц). Сложные адаптационные реакции животных к условиям пустыни, помимо морфофункциональных перестроек организма, включают разнообразные этологические механизмы.

Адаптации рептилий

Несмотря на то, что все ящерицы, змеи и черепахи являются пойкилотермными животными, их двигательная активность проявляется в довольно узком (2-3°С) диапазоне температуры тела /6/. Поддержание оптимальной температуры тела достигается у этих животных, прежде всего, реакциями поведения. Так, например, когда в дневное время почва

сильно нагревается, рептилии укрываются в норах или на ветках растений /7/, изменяя микроклиматические условия. Что касается морфофизиологических адаптаций, то здесь, прежде всего, следует отметить низкий уровень стандартного метаболизма и, следовательно, процесса теплообразования в организме. У рептилий, благодаря хорошо развитому роговому слою и отсутствию кожных желез, сведена к минимуму влагопотеря через покровы.

Для многих рептилий важным механизмом теплоотдачи является испарение воды через дыхательную систему, особенно при полипноэ. Поддержание эпителия ротовой и носовой полости во влажном состоянии осуществляется трансудацией жидкости из богато васкуляризованных слизистых оболочек и эпителиальной выстилки данных полостей /4/.



Рисунок 1. Цитофосфолипосомы (ЦФ) с выраженной пластинчатой структурой в пневмоците 2-го типа легких степной агамы. Увеличение x14400

Одновременно, для предотвращения чрезмерной влагопотери через тонкую респираторную выстилку легочной паренхимы у всех исследованных видов рептилий развивается мощный сурфактантный фосфолипидный комплекс. Наличие аналогичного сурфактанта на поверхности альвеолярной выстилки у млекопитающих принято объяснять тем, что он обеспечивает стабильность альвеол благодаря высокому коэффициенту поверхностного натяжения. В легких рептилий нет мельчайших альвеол с тонкими стенками и наличие фосфолипидной пленки, во много раз превышающей по толщине мембраны пневмоцитов, обусловлено, по-видимому, функцией снижения уровня трансудации влаги через апикальные поверхности аэрогематической мембраны. В респираторном эпителии легких исследованных рептилий отмечается увеличение доли гипертрофированных пневмоцитов 2-го типа с цитофосфолипосомами, преимущественно в апикальном отделе цитоплазмы (рисунок 1).

Адаптации легких пустынных птиц

Адаптации к условиям жарких пустынь у птиц более сложные, чем у рептилий /8/, прежде всего потому, что это гомойотермные животные с высоким уровнем метаболизма и

повышенной теплопродукцией. Птицы – непотеющие животные, обладающие перьевым покровом с высокими теплоизоляционными свойствами, поэтому охлаждение тела в жаркую погоду происходит у них в основном благодаря испарению воды в органах дыхания. При температуре воздуха около 40⁰С большинство видов птиц отдают 30-50% образующегося в теле тепла посредством полипноэ /6/. У многих птиц полипноэ дополняется т.н. «горловой дрожью» (“gular fluttering”), которая при малых затратах энергии обеспечивает значительную отдачу тепла при минимуме потерь воды, что особенно важно в аридных условиях.

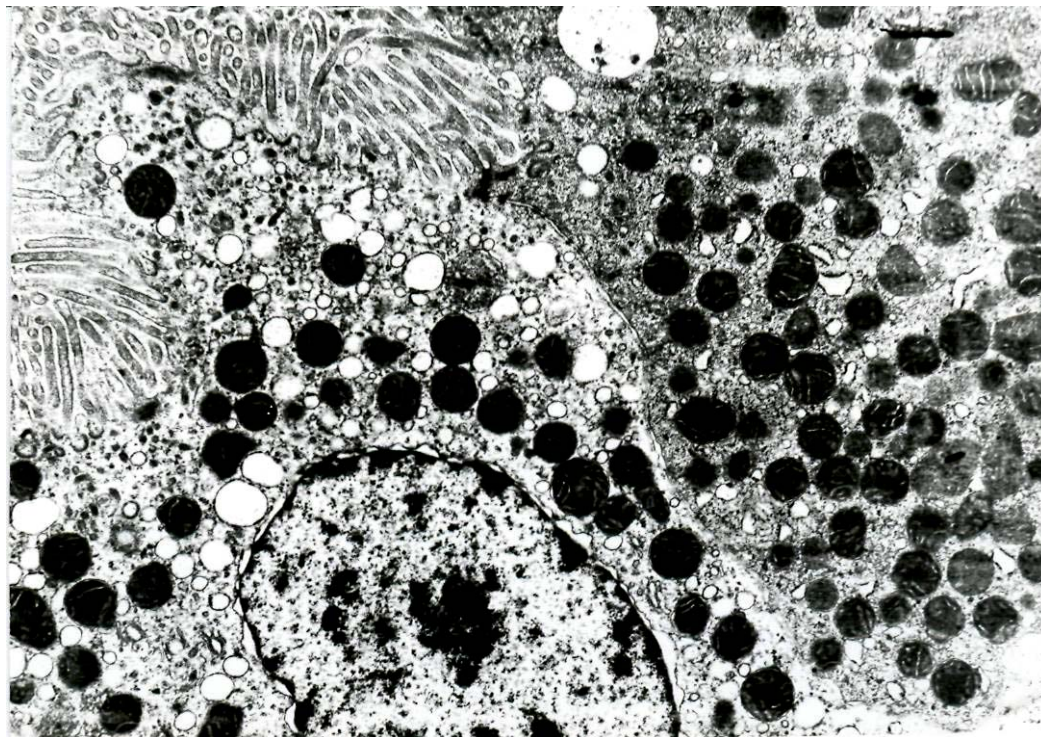


Рисунок 2. Мелкие многочисленные цитофосфолипосомы в цитоплазме пневмоцитов 2-го типа в легких сизого голубя. Увеличение x9000

У птиц существует специальный механизм снижения влаготерь при полипноэ, вызванном высокой температурой воздуха. Он заключается в сужении парабронхов, вследствие чего поток воздуха идет преимущественно по мезобронхам через воздушные мешки. При этом доля вентиляции собственно легких к общей вентиляции дыхательной системы снижается с 1,0 до 0,35 /9/.

Проведенное нами исследование органов дыхания птиц пустынных биотопов выявило усиленное развитие экзокринных железистых элементов, включая диффузно рассеянные одноклеточные мукоциты и мощные слизисто-серозные железы в трахеобронхиальном отделе, что свидетельствует о высоком уровне испарения влаги в проводящем отделе легких, особенно в проксимальной их части.

Вместе с тем, для респираторного отдела легких характерно развитие морфофункциональных адаптационных механизмов снижающих влаготерю. Главным здесь, как и у родственных птицам рептилий, является гипертрофия пневмоцитов 2-го типа (рисунок 2) вырабатывающих мощный сурфактантный аэрогематический комплекс.

Адаптации органов дыхания млекопитающих

Существуют большие различия в стратегии адаптации к жизни в жарких пустынях у мелких (насекомоядные, грызуны, небольшие хищники) и крупных по размерам животных, прежде всего, копытных.

Для мелких животных основными направлениями адаптации к жаркому, безводному климату являются следующие: снижение уровня метаболизма, низкий уровень теплопродукции, неустойчивая температура тела /10/, норный образ жизни в сочетании с сумеречной активностью. Некоторые авторы /11/ считают, что при дегидратации у крыс и песчанок многие участки легких и отдельных альвеолы спадаются и практически исключаются из дыхания, вследствие чего снижается поверхность испарения. На наш взгляд, такой механизм адаптации, исходя из структуры межальвеолярных перегородок и строения ацинусов, выглядит маловероятным.

Согласно данным А.Д. Соболевой и др. (1970) в легких всех грызунов отсутствуют бронхиальные железы и чрезвычайно мало бокаловидных клеток, что уменьшает выделение влаги со слизью /12/. Однако, проведенный нами эксперимент по трехнедельному воздействию на организм белых крыс повышенной температуры воздуха (38-43 °С) показал, что в этих условиях, напротив, количество мукоцитов на 25-30 % возрастает и увеличивается их функциональная активность.

Что касается размеров альвеол и их способности к спадению, то нам не удалось выявить достоверной разницы в размерах легочных альвеол у белых крыс и пустынных грызунов аналогичного размера. По-видимому, снижение уровня газообмена происходит путем уменьшения вентиляции легких (минутного дыхательного объема). Что касается снижения насыщения выдыхаемого воздуха водяными парами у пустынных животных, то оно, по нашему мнению, происходит благодаря гипертрофии сурфактантного альвеолярного комплекса на поверхности респираторной выстилки. Выключение части альвеол из газообмена не может снизить показатель насыщения выдыхаемого воздуха, может лишь уменьшить его объем.

Крупные млекопитающие, в отличие от мелких, в дневное время подвергаются прямому воздействию высокой температуры и солнечных лучей. В связи с этим, у них развивается целый комплекс сложных морфофизиологических адаптаций, обеспечивающих эффективную терморегуляцию, высокий уровень метаболизма при одновременной экономии воды.

Наиболее известным и изученным из пустынных животных является верблюд. Особенно большой вклад в изучение адаптационных механизмов у этого животного внес К. Шмидт-Ниельсен /8,13/. Им выявлены значительные суточные колебания температуры тела у верблюдов в Сахаре (от 30 °С до 40 °С). Вспомните, о неустойчивой температуре тела у пустынных грызунов! (см. выше). При высокой температуре воздуха у животных начинается интенсивное потоотделение, увеличивающее теплоотдачу. Огромную роль играет шерсть, препятствующая перегреву от солнечных лучей и чрезмерному испарению воды. Экспериментально показано, что остриженный верблюд начинает терять больше влаги /8/. Следует заметить, однако, что как в центральноазиатских, так и в североафриканских пустынях, в самое жаркое время верблюды теряют шерстный покров.

Считается, что более крупные виды млекопитающих отдают избыточное тепло преимущественно потоотделением, а более мелкие – посредством полипноэ /5,14/. У мелкой африканской антилопы дик-дик (*Madogua kirki*) массой тела всего от 2 до 6 кг полипноэ может достигать 360 дыхательных движений в минуту. Некоторые крупные антилопы значительную долю тепла могут отдавать с дыханием: антилопа канна - до 20 %, коровья антилопа - до 60 % /15/.

Установлено, что важное значение в уменьшении влагопотерь имеет снижение влажности выдыхаемого воздуха (с 81-94% до 62-64% у овец и с 89% до 49% у верблюда) /6/.

Снижение влажности выдыхаемого воздуха обусловлено, по нашему мнению, в первую очередь гипертрофией сурфактантного альвеолярного комплекса.

Таким образом, стратегия морфофункциональной адаптации органов дыхания Tetrapoda к условиям жарких пустынь состоит в формировании мощного транспирационного аппарата в верхних дыхательных путях и снижении влагопотерь в огромном по площади респираторном отделе легких. Теплоотдача в верхних дыхательных путях не сопровождается чрезмерными потерями влаги и, благодаря неглубокому дыханию (полипноэ), не вызывает гипокании и алкалоза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмальзаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса // М.: Наука, 1983. -348 с.
2. Северцов А.С. Направленность эволюции.//М. изд-во МГУ,1990. -272 с.
3. Познанин Л.П. Принципы экологической морфологии, экологический аспект исследования и эволюция // В сб. Морфология и эволюция животных. М.: Наука, 1986. -С.50-63.
4. Alberch P. Size and pattern in development and evolution – In: Abstr.of.intern.symp. “Evol. and morphogenesis” Plzen, CSSR, 1984, -p.5.
5. Целлариус Е.Ю., Целлариус А.Ю. Температурные условия активности серого варана // Зоол. ж-л., 1997. Т.76. №2. - С. 206-211.
6. Слоним А.Д. Эволюция терморегуляции // Л., Наука, 1986. -75 с.
7. Green D., King D. The biology of varanid lizards. Igoana, South Walles University Press, 1993. - P.1-102.
8. Морев Б.Ю. Предпочитаемые температуры среды и поведение ящериц в пустыне // В сб. Температурная компенсация и поведенческий гомеостазис. -Л.: Наука, 1980. -С.101-106.
9. Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособления и среда.-М.: Мир, 1982. – 414 с.
10. Bucher K., Baetting P., Some special respiratory effects of CO₂ in pigeons // Agents Act., 1985. Vol.5. № 4. - P.378-382.
11. Mullen.R.K. Respiratory metabolism and body water turnover of Perognathus formosus in natural environment // Comp.Biochem.Physiol., 1980. Vol.32. №3., -P. 259-265.
12. Соболева А.Д. Морфология легких у больших песчанок и лабораторных крыс при длительной дегидратации // Адаптация к аридной зоне // Матер. симпозиума, Новосибирск, 1970. -С.73-77.
13. Соболева А.Д. Воздухоносные пути и сосуды легкого // Легкие в норме. – Новосибирск: Наука, 1975. – С.14-29.
14. Шмидт-Ниельсен К. Размеры животных: почему они так важны?. - М.: Мир, 1987. – 259 с.
15. Taylor C.R. Strategies of temperature regulation: effects on evaporation in

Бұл мақалада Қазақстан және Түркіменстан мемлекеттерінің шөлді биотоптарында тіршілік ететін Tetrapoda классына кіретін 16 түрдің (бауырмен жорғалаушылар, құстар, сүтқоректілер) тыныс алу жүйелерін жарық және электронды микроскоп көмегімен зерттеу нәтижелері көрсетілген. Зерттеу барысында тынысалу жүйелердің шөлді климаттық жағдайға клетка ұлпалық және орган деңгейінде морфофункционалды бейімделуі байқалды.

On the ground of lightoptical and electromicroscopical research of the lungs of 16 Tetrapoda species (amphibians, reptiles, birds, mammals), which inhabit the desert biotopes of Kazakhstan and Turkmenistan, there was revealed cell-tissular and organ morphofunctional adaptations of respiratory system for hot climate.