

УДК 581.1

*Асланян К.А.*

*Студентка 2 курса факультета агрономии и экологии*

*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени*

*И.Т. Трубилина*

*Россия, Краснодар*

## **ФЛОРАЛЬНЫЕ ТЕРМАЛЬНЫЕ ЦВЕТКИ: ФИЗИОЛОГИЯ ПЕРЕГРЕВА У РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ARACEAE**

*Аннотация: Обзор рассматривает механизмы термогенеза у растений семейства Araceae, связывая повышение температуры соцветий с митохондриальным дыханием и альтернативной оксидазой. Анализируются методы измерения температуры, дыхательной активности и летучих веществ, а также экологическое значение тепла для привлечения насекомых-опылителей. Внимание уделяется Amorphophallus и Spathiphyllum и динамике процесса.*

*Ключевые слова: Araceae, термогенез, митохондрии, альтернативная оксидаза, Amorphophallus, Spathiphyllum, опыление.*

***K.A. Aslanyan***

*Second-year student, Faculty of Agronomy and Ecology*

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin*

*Russia, Krasnodar*

## **FLORAL THERMAL FLOWERS: PHYSIOLOGY OF OVERHEATING IN PLANTS OF THE FAMILY ARACEAE**

*Abstract: The review examines the mechanisms of thermogenesis in plants of the family Araceae, linking increased inflorescence temperature with mitochondrial respiration and alternative oxidase. Methods for measuring temperature, respiratory activity, and volatile compounds are analyzed, as well as the ecological significance of heat for attracting pollinating insects. Attention is given to Amorphophallus and Spathiphyllum and process dynamics.*

*Keywords: Araceae, thermogenesis, mitochondria, alternative oxidase, Amorphophallus, Spathiphyllum, pollination.*

Соцветия некоторых растений способны нагреваться заметно выше температуры окружающего воздуха. Для большинства растений тепло связано с потерями энергии, но у ряда представителей семейства Araceae ситуация обратная: ткани соцветия сами становятся источником тепла. Такое явление называют термогенезом. В период цветения скорость дыхания отдельных тканей резко возрастает, усиливается потребление кислорода и увеличивается поток электронов в митохондриях. Часть энергии вместо синтеза АТФ рассеивается в виде тепла. Термогенез связан с размножением. У многих ароонников запах, тепло и выделение летучих веществ возникают почти одновременно. Такой комплекс сигналов помогает привлекать насекомых-опылителей. Наиболее важную роль в производстве тепла играют митохондрии. В растительных клетках существует альтернативная оксидаза АОХ, которая позволяет электронам обходить часть цепи переноса и снижает эффективность образования АТФ. Освободившаяся энергия выделяется как тепло. Работа АОХ тесно связана с доступностью субстратов дыхания и состоянием митохондриального метаболизма. Цель научной работы – рассмотреть физиологические и биохимические механизмы эндогенного нагревания соцветий Araceae.

Материалом послужили опубликованные данные по термогенезу растений семейства Araceae, включая работы с Amorphophallus и

*Spathiphyllum*. Сопоставлялись измерения температуры соцветий, скорости дыхания, концентрации кислорода, активности альтернативной оксидазы и состава летучих органических соединений. Температуру измеряют термопарами, инфракрасными камерами или термометрами с датчиками, расположенными непосредственно в зоне нагревания. Параллельно фиксируется температура воздуха. Дыхательную активность оценивают по скорости поглощения кислорода и выделения углекислого газа. Если в период нагревания резко возрастает потребление  $O_2$ , это указывает на усиление митохондриального дыхания. Митохондриальный путь связан с двумя вариантами переноса электронов. При работе обычного дыхательного пути электроны проходят через комплексы I–IV, формируется протонный градиент, а энергия используется для синтеза АТФ. Альтернативная оксидаза принимает электроны после убихинона и передаёт их кислороду, минуя комплексы III и IV. Протонный градиент формируется слабее, поэтому большая доля энергии теряется в форме тепла.

Сопоставление опубликованных данных показывает, что нагревание у *Agaveae* приурочено к определённой стадии цветения. Температура возрастает не у всего растения. Максимум приходится на специализированные участки соцветия, где сосредоточены метаболически активные ткани. У *Amorphophallus* температурный подъём может быть значительным даже при относительно прохладном воздухе. Соцветие способно поддерживать повышенную температуру в течение нескольких часов. При этом скорость дыхания возрастает одновременно с температурой. Связь между двумя показателями указывает на метаболическую природу нагревания. В период термогенеза возрастает потребление кислорода. Митохондрии работают с высокой интенсивностью, но не вся энергия направляется на синтез АТФ. Значительная её часть рассеивается как тепло. Такой режим связан с

активностью альтернативной оксидазы. Термогенез часто совпадает с выделением запаха. У аморфофаллуса изменение температуры сопровождается интенсивной эмиссией летучих веществ, часть которых связана с привлечением насекомых. Тёплая поверхность и сильный запах формируют единый сигнал. Существенную роль играет временная организация процесса. Термогенез запускается не непрерывно. Температурный пик приходится на определённую фазу цветения и может повторяться в соответствии с суточным ритмом. Такой режим снижает энергетические затраты и совпадает с периодом активности опылителей. У *Spathiphyllum* нагревание выражено слабее, чем у наиболее известных термогенных аронников, но принцип остаётся сходным. Повышение температуры связано с активизацией дыхательного обмена. Интенсивность процесса зависит от стадии развития соцветия и состояния растения.

Термогенез *Araceae* связан с интенсивным митохондриальным дыханием и работой альтернативной оксидазы. Электроны направляются по пути, при котором часть энергии не используется для синтеза АТФ и переходит в тепло. Температура соцветия поэтому может превышать температуру окружающей среды. Аморфофаллус демонстрирует наиболее заметный вариант такой физиологии. Участки соцветия нагреваются в период цветения, одновременно усиливается дыхание и выделение летучих веществ. Тепло становится частью системы привлечения опылителей. У *Spathiphyllum* тот же принцип выражен слабее. В обоих случаях процесс имеет ограниченную продолжительность и не поддерживается постоянно. Эндогенное тепло создаёт дополнительные экологические возможности. Оно влияет на микроклимат внутри соцветия и ускоряет распространение запаха. Для растения это энергетически затратный процесс, но его связь с размножением объясняет сохранение такой особенности в эволюции. Физиология термогенных *Araceae* показывает, что митохондрии могут выполнять не только энергетическую функцию.

### **Использованные источники:**

1. Андреева И. И., Родман Л. С. Ботаника : учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Колос-с, 2020. — 597 с. — ISBN 978-5-00129-110-7.
2. Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). — Москва : КМК, 2002.
3. Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений : учебник. — Москва : Высшая школа, 2005. — 735 с. — ISBN 5-06-004786-5.
4. Лотова Л. И. Ботаника: морфология и анатомия высших растений : учебник. — Москва : ЛИБРОКОМ.