

Полученные результаты подтвердили данные об увеличении максимальной активности альтернативного пути (АП) при действии СК. В наших экспериментах эта величина составляла 132 % по сравнению с активностью АП в контроле. Так же наблюдалось увеличение скорости дыхания цитохромного пути – оно составило 32 %. Увеличение же уровня цианидрезистентного дыхания (ЦРД), вычисляемое как отношение цианидрезистентного к общей скорости дыхания, составило 38 %. Не согласующееся, казалось бы, изменение ЦРД с данными об изменении скорости каждого пути в отдельности, является следствием неодинакового изменения скорости каждого пути в сравнении с контролем, а так же значительного вклада в этот показатель «остаточного» дыхания ткани. При изучении влияния БАП на дыхание наблюдалось уменьшение ЦРД на 31 %, из чего можно было предположить подавление альтернативного пути. Однако более детальное изучение показало, что уменьшение ЦРД достигается путем увеличения вклада цитохромного пути на 66 % по сравнению с контролем.

Таким образом, показано влияние ЦК и СК на дыхание изолированных семядолей. Эти гормоны по-разному регулируют этот процесс, и, по-видимому, осуществляют такую регуляцию различными путями.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 10-04-00665.

#### Библиографический список

1. Kusnetsov V.V., Oelmüller R., Sarwat M.I., Porfirova S.A., Cherepneva G.N., Herrmann R.G., Kulaeva O.N. Cytokinins, abscisic acid and light affect accumulation of chloroplast proteins in *Lupinus luteus* cotyledons without notable effect on steady-state mRNA levels // *Planta*. 1994. V. 194. № 3. pp. 318-327.
2. Miller.C. Cytokinin inhibition of respiration by cells and mitochondria of soybean, *Glicine max* (L.) // *Planta*. 1979. V. 146. № 4. pp. 503-511.
3. Norman A, Howell K.A., Millar A.H., Whelan J.M., and Day D.A. Salicylic acid is an uncoupler and inhibitor of mitochondrial electron transport // *Plant Physiology*. 2004. V. 134. № 1. pp. 492-501.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕЗОСТРУКТУРЫ ЛИСТА *ELODEA DENSА* ПЛАНШ. ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

**М.Н. Кислицина, Н.В. Чукина, Г.Г. Борисова**

*Уральский государственный университет, Екатеринбург. E-mail: nady\_dicusar@mail.ru*

К настоящему времени антропогенное загрязнение гидросферы приобрело глобальный характер, что привело к повышению содержания органических и неорганических поллютантов в водных объектах. К числу наиболее распространенных и опасных загрязнителей большинства современных водных экосистем относятся тяжелые металлы (ТМ) и фенольные соединения.

Живые организмы способны вырабатывать различные защитно-приспособительные механизмы к неблагоприятным условиям на всех уровнях организации. Однако изменения анатомо-морфологических параметров клеток изучены недостаточно. Поэтому исследования, направленные на выявление механизмов адаптации водных растений к поллютантам различной химической природы на уровне мезоструктуры, становятся все более актуальными.

Целью данной работы являлось выявление изменений параметров мезоструктуры листа водных растений при выращивании в среде с повышенным содержанием поллютантов различной химической природы. Побеги элодеи выращивали в течение 60 дней на 5 %-й среде Хогланда-Арнона (контроль). В опытные сосуды были добавлены органические (гидрохинон в концентрациях: 0,1; 1; 10 мг/л) и неорганические (ТМ и их смеси в различных концентрациях) поллютанты. Сравнительное изучение параметров мезоструктуры показало, что завершившие рост и дифференцировку листья вегетативных побегов *Elodea densa*, инкубированных в присутствии органических и неорганических загрязнителей, отличались анатомо-морфологическими параметрами. Характер изменений данных параметров зависел как от природы загрязнителя, так и его концентрации в среде инкубирования. Например, обнаружено, что гидрохинон в концентрации 10 мг/л приводил к увеличению объемов клеток в листьях элодеи в 2,5 раза. Данная тенденция отмечена и в изменении размеров хлоропластов.

Характер изменений параметров мезоструктуры листа элодеи в опытах с ТМ зависел от природы металлов, их сочетаний и содержания в среде. Показано, что никель в концентрациях 0,05 и 0,1 мг/л вызывал уменьшение толщины листовой пластинки, объемов клеток и хлоропластов. Сходные тенденции вызывали ионы железа. Анализ размеров клеток и хлоропластов в листьях элодеи, выращенной в среде со смесью кадмия и никеля (0,05 мг/л; 0,1 мг/л), позволил также сделать предположение, что кадмий и никель в дозах 0,05 мг/л вели себя как антагонисты, при этом никель нейтрализовал токсичное действие кадмия. В удвоенных же концентрациях токсичность этих металлов резко возрастала, и их совместное действие можно расценивать как проявление синергизма.

Выращивание растений в среде с добавлением смеси солей металлов в концентрациях, близких к их значениям в загрязненных водных объектах, не привело к существенному изменению параметров мезоструктуры. Очевидно, ионы металлов, дополняя друг друга, токсического действия не оказывали, что подтверждается наибольшей величиной прироста и хорошим состоянием листьев.

Таким образом, использование мезоструктурного подхода позволяет оценить пределы толерантности растений к загрязнению среды обитания,

уточнить степень токсичности поллютантов и особенности проявления фотосинтетической регуляции на анатомо-морфологическом уровне.

Очевидно, изменение параметров мезоструктуры листа в условиях стресса является одной из приспособительных реакций, которая отличается достаточно медленными темпами по сравнению с другими адаптациями.

Исследования проведены при поддержке гранта Президента МК-881.2010.4 и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» № П2364.

## **ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ПРОРОСТКАХ ЗЛАКОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГЕРБИЦИДА ГРАНСТАР\***

**М.М. Русяева, А.С. Безбородова, А.С. Лукаткин**

*Мордовский государственный университет, Саранск. E-mail: maria\_rusuaeva@mail.ru*

В настоящее время известно, что в растениях постоянно происходит образование активированных форм кислорода (АФК). Образование супероксидного анион-радикала ( $O_2^-$ ) и, как следствие, других форм АФК, происходит в различных структурах растительной клетки и связано как с ферментативными, так и с неферментативными (например, окислительно-восстановительные реакции фенолов, хинонов, флавинов, автоокисление гем- и SH-содержащих соединений) процессами. В обычных условиях концентрация АФК очень незначительна, так как находится под контролем антиоксидантной системы (Кулинский, 1999). Но под воздействием внешних стрессовых факторов (неблагоприятных температур, засухи, тяжелых металлов и др.) возникает серьезный дисбаланс между образованием АФК, возможностью их ликвидации и скоростью репарационных процессов (Лукаткин, 2002). В результате развивается окислительный стресс, который может быть вызван как сверхпродукцией АФК, так и падением эффективности антиоксидантной защиты (Полесская, 2007). В результате окислительного стресса в клетках происходят многочисленные окислительные повреждения макромолекул (белков, нуклеиновых кислот), и главным образом – перекисное окисление липидов (ПОЛ). Одним из основных продуктов ПОЛ является малоновый диальдегид (МДА). В конечном итоге окислительные процессы приводят к изменению устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам или к гибели организма.

Цель работы состояла в изучении влияния ксенобиотика (на примере гербицида Гранстар) на интенсивность ПОЛ в проростках культурных и сорного злаков, как показатель устойчивого состояния растительного организма. В работе использовали 7-дневные растения кукурузы (*Zea mays* L.) гибрида Коллективный 172 МВ, озимой пшеницы (*Triticum vulgare* L.) сорта Мироновская 808, озимой ржи (*Secale cereale* L.) сорта Эстафета Татарстана и овсяга (*Avena sterilis* L.), обработанные различными концентрациями гербицида. Интенсивность ПОЛ оценивали в динамике последействия