

В целом, предположение о хелатирующих свойствах меланинов подтвердилось: все кривые титрования меланинов более сглаженные и точка эквивалентности достигается при большем объеме приливаемой соли металла, чем это наблюдается при контрольных титрованиях, вследствие связывания части ионов металлов меланином. Все данные были обработаны статистическими методами и было установлено, что отличия между контролем и титрованием меланина чая ацетатом меди, а также меланина гречки солью свинца и кобальта и меланина винограда солью кобальта недостоверны. Это может быть объяснено следующим образом: металлы медь и кобальт обладают низкой способностью к комплексообразованию. Критерий Стьюдента определяет насколько достоверны расхождения кривых. Контрольный раствор и раствор меланина на начальном этапе титрования и конечном, после достижения точки эквивалентности, практически совпадают, а на участке, прилегающем к точке эквивалентности, отличия выражены. Строго говоря, анализ достоверности отличий следовало проводить именно в этом участке. В таком случае все отличия достоверны.

### Литература

1. Багиров Р.М. и др. Структурные особенности меланинов // Координационная химия.– 1985.– Т.11, №9.– С.1234–1239.
2. Барабой В.А., Биологическое действие растительных фенольных соединений. Наукова думка, Киев (1976).
3. Бондарев Л.Г. Микроэлементы – благо и зло // Знание. – М. 1984. – с.142
4. Борщевская М.Н., Васильева С.М. Развитие представлений о биохимии и фармакологии меланиновых пигментов // Вопросы мед. химии.– 1999.– Т.45, №1.– С.13–23.
5. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986. – С.436
6. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценок состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. – М.: Медицина, 1979. – 167 с.
7. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2002. – 384 с., ил. – С.202–207.

## ЛАБИЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ КЛЕТОК *NITELLOPSIS* ПРИ МОДИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СВОЙСТВ КСЕНОБИОТИКАМИ

**Н.А. Мусаев**

*Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан*  
*nagi.musayev@hotmail.com*

Модификация транспортных свойств биологических мембран в большинстве случаев осуществляется физиологически активными веществами, которые одновременно являются ксенобиотиками. К ним относятся специфические ингибиторы ионных насосов и модификаторы ионных каналов.

Модифицирующее влияние этих веществ могут сопровождаться изменением структурно-поляризационного состояния мембраны. Такие изменения должны отразиться в величине электрической емкости плазмалеммы, т. к. именно она является показателем структурно-поляризационного состояния мембраны. Поэтому целью данной работы была изучение поведения электрической емкости плазматической мембраны при модификации ее транспортных свойств разбавителями окислительного фосфорилирования тетрахлортрифторметилбензимидазолом (ТТФБ), карбонилциандхлорфенилгидразоном (КЦХФ) и блокатором  $K^+$ -каналов – тетраэтиломмонийбромом (ТЕА).

Объектами наших исследований служили интернодальные клетки *Nitellopsis obtusa*, выращенные в искусственной прудовой воде (ИПВ). Измерение электрической емкости ( $C_M$ ),

а также потенциала ( $\varphi_M$ ) и сопротивления ( $R_M$ ) плазматической мембраны осуществили с помощью специально разработанной методики [1], которая позволяла непрерывную запись названных параметров цилиндрических клеток.

Разброс значений  $C_M$  плазмалеммы клеток *Nitellopsis* в нормальных условиях среды находился в пределах  $0,43 \div 1,33$  мкф·см<sup>2</sup>, средним значением  $0,9 \pm 0,04$  (число клеток 42). Стационарные значения  $\varphi_M$  исследуемых клеток в ИПВ находились в пределах  $-105 \div -261$  мВ средним значением  $-170,45 \pm 3$  мВ. Анализом диаграммы рассеяния значений  $\varphi_M$ ,  $C_M$  не установлена положительная корреляция между ними (коэффициент корреляции  $\gamma = -0,1096$ ; линейной регрессии  $k = -5,28 \times 10^{-4}$ )

Изменение  $C_M$  при действии ТТФБ по величине также не зависело от исходного уровня  $\varphi_M$  клеток, а определялся концентрацией разобшителя. Наибольшее изменение  $C_M$  (уменьшение более чем, в 2 раза) обнаружили при действии  $10^{-6}$  М ТТФБ. В отличие от  $C_M$ , ответ  $\varphi_M$  на введение в среду  $10^{-6}$  М ТТФБ различались у клеток с разными физиологическими состояниями. Если исходный  $\varphi_M$  клеток находился в диапазоне активации наружу выпрямляющих  $K^+$ -каналов, то под влиянием разобшителя плазмалемма гиперполяризовалась на  $50 \pm 6$  мВ в течение 20–25 мин. Если исходный  $\varphi_M$  клеток находился в диапазоне активации  $K^+$  каналов внутреннего выпрямления, то в присутствии  $10^{-6}$  М ТТФБ плазмалемма деполяризовалась до уровня  $114 \pm 6$  мВ, в течение 25–30 мин. Изменение электрогенной активности плазмалеммы сопровождалось 3–5-кратным увеличением,  $R_M$  ( $R_M$  в норме было  $3,78 \pm 0,2$  Ом·м<sup>2</sup>). Аналогичные биоэлектрические реакции плазматической мембраны *Nitellopsis* выявили также при действии КЦХФ. Но для действия КЦХФ было характерно двухкратное уменьшение  $C_M$  на фоне постоянных  $\varphi_M$ ,  $R_M$  при малых концентрациях разобшителя –  $10^{-6}$  М. При действии относительно высоких концентраций КЦХФ начало роста емкостного сопротивления по времени всегда опережало изменения  $\varphi_M$ ,  $R_M$ . Следовательно первичным этапом действия разобшителей на плазматические мембраны, по видимому является изменение ее структурно-поляризационных свойств. Такая же ситуация в наших исследованиях прослеживалась при действии другого ксенобиотика – блокатора  $K^+$ -каналов ТЕА. При введении малых концентраций блокатора сначала можно было заметить только увеличение емкостного сопротивления плазмалеммы в пределах 30–45 %. Блокирующий эффект ксенобиотика проявлялся лишь следом изменения электрической емкости плазмалеммы. Причем, эффект блокирования  $K^+$ -каналов ионами ТЕА, выраженный в гиперполяризации плазмалеммы на  $70 \div 80$  мВ и увеличении ее сопротивления в 6–7 раза проявлялся только у тех клеток,  $\varphi_M$  которых находились в диапазоне активации  $K^+$ -каналов наружного выпрямления.

Таким образом, вопреки сложившегося положения о постоянстве мембранной емкости, при различных воздействиях стали очевидцами ее лабильности. По многочисленным данным электрическая емкость, является показателем состояния липидной фазы. Причем, основной вклад в мембранную емкость вносит углеводородная сердцевина липидной фазы [2]. Поэтому мы полагаем, что обнаруженное нами изменение электрической емкости плазмалеммы при действии ксенобиотиков, отражает изменение структурно-поляризационного состояния липидной фазы.

Практически одинаковой эффект на мембранной емкости ионов разного знака указывает на то, что эффекты испытанных ксенобиотиков не связаны с их взаимодействием поверхно-

ственным зарядом. Плазмалемма хорошо проницаема для испытанных ксенобиотиков. Поэтому не исключается их взаимодействие с гидрофобной частью мембраны, приводящее к изменению мембранной емкости. Следовательно, при применении модификаторов транспортных свойств плазматической мембраны необходимо учитывать их эффекты также на липидной фазе, что может отразиться в функциональном состоянии транспортных белков, т.к. именно липидная фаза является стерическим регулятором их функциональной активности.

### Литература

1. Воробьев Л.Н., Мусаев Н.А. Электрические характеристики плазмалеммы и клеточной оболочки клеток *Nitellopsis* // Физиология растений.– 1979.– Т.26.– С.711–720.
2. Альмерс В. Воротные токи и движение зарядов в возбудимых мембранах.// В сборнике Мембраны: ионные каналы. М.: Мир.– 1981.– С.129–236.

## ВЛИЯНИЕ ЦИПЕРМЕТРИНА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИСТА И КОЛИЧЕСТВО ХЛОРОПЛАСТОВ В ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ И ПШЕНИЦЫ

**С.Н. Найдун, А.О. Логвина**

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь  
paydun@bsu.by

В последнее время проблему повышения урожайности культур в ведущих лабораториях мира пытаются решить за счет использования современных средств защиты растений. К таким средствам относятся пестициды, в частности инсектициды. Известно, что данные препараты обладают широким спектром действия на организм насекомых, но, из-за отсутствия высокой селективности они могут модулировать функциональную активность различных биохимических процессов и в организме растения-хозяина.

В связи с этим, целью настоящей работы было исследовать влияние циперметрина на морфометрические показатели листа и количество хлоропластов в проростках ячменя и пшеницы.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований служили проростки ячменя двурядного (*Hordeum distihum* L., сем. *Poaceae*, seu *Gramineae*), сорт «Ростань», и пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L., сем. *Poaceae*, seu *Gramineae*), сорт «Дарья».

Пшеницу и ячмень выращивали методом бумажных рулонов в режиме 10 ч темноты и 14 ч света (3000 люкс), 70 % влажности и температуре  $22 \pm 1$  °С. Проростки (7-дневные) обрабатывали водным раствором циперметрина в концентрациях  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  и  $10^{-2}$  М/л с помощью распылителя методом опрыскивания. Контролем служили растения, обработанные водой.

Морфометрические показатели листьев и количество хлоропластов в проростках пшеницы и ячменя исследовали через 2-е и 3-е суток после обработки изучаемым препаратом.

**Результаты и их обсуждение.** Показано, что циперметрин в низких концентрациях оказывал положительный эффект на такие морфометрические показатели, как толщина 1-го листа проростков пшеницы и ячменя, толщина мезофилла, диаметр клеток мезофилла в нем, а также на количество хлоропластов, при этом в вариантах с использованием высоких концентраций инсектицида проявлялся токсический эффект.

Определено, что циперметрин в диапазоне концентраций  $10^{-4}$ – $10^{-2}$  М/л оказывает негативный эффект на толщину 1-го листа проростков ячменя, причем разница между значениями, полученными при исследовании контроля и растений, обработанных инсектицидом в концентрации  $10^{-2}$  М/л была наиболее значительной и составила через 2-е и 3-е суток 23 и 11 % соответственно. Циперметрин  $10^{-5}$  М/л вызвал незначительный положительный эффект.