

МОДИФИКАЦИЯ ИОННОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПЛАЗМАЛЕММЫ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИНСЕКТИЦИДА ДИМЕТОАТА

Н. О. Козловская

Большинство проблем, связанных с экологическими последствиями широкомасштабного применения пестицидов, заключается в том, что все они являются химическими веществами чуждыми живой природе. По существующим в настоящее время оценкам только 5–40 % объема применяемых пестицидов достигает цели, остальное количество теряется, что приводит к загрязнению вод, деградации почв, изменению состава воздуха, негативному воздействию на человека. Многочисленные изменения, которые производят современные пестициды в биогеоценозах, нарушая жизнедеятельность широкого спектра организмов, не являющихся мишенями их применения – неотъемлемая и антиэкологическая характеристика любых ядохимикатов [1].

Инсектицидам принадлежит второе место по объемам производства и применения среди пестицидов [2]. Наиболее широко применяемыми инсектицидами являются фосфорорганические соединения. Первичным биохимическим эффектом токсического действия, вызванного фосфорорганическими пестицидами, является ингибирование ацетилхолинэстеразы [3]. Однако сегодня еще далеко не полностью известны степень и характер токсичности данных соединений для растений. Практически не изученными остаются мембранотропные эффекты фосфорорганических инсектицидов. Хотя известно, что внешняя плазматическая мембрана клеток является первичной мишенью воздействия различных экзогенных соединений, а происходящие при этом изменения ее барьерно-транспортных функций могут предшествовать развитию других негативных реакций [4].

В этой связи целью данной работы явилось исследование характера модификации Na^+/K^+ – селективности плазмалеммы растительных клеток при действии одного из представителей фосфорорганических инсектицидов – диметоата (0,0-диметил-S-(N-метилкарбомоилметил) дитиофосфата).

В качестве объекта исследований использовали интернодальные клетки харовой водоросли *Nitella flexilis*. Электрические параметры плазмалеммы регистрировали с помощью стандартной микроэлектродной техники [5].

В ходе проведения исследований получали зависимости разности электрических потенциалов (РЭП) и сопротивления плазмалеммы от

концентрации ионов калия (C_K) в наружной среде в контроле и в присутствии инсектицида. Изменение концентрации K^+ от 10^{-4} до 10^{-3} моль/л осуществлялось за счет Na^+ при условии $C_K + C_{Na} = 1,1 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Значение pH растворов поддерживалось на постоянном уровне ($7,0 \pm 0,1$) с помощью буферной системы ТРИС–HCl.

Первым этапом наших исследований явилось установление характера модификации общих электрофизиологических показателей плазмалеммы в присутствии диметоата. В результате было установлено, направления сдвигов РЭП и сопротивления зависели от концентрации инсектицида. Так, если при действии диметоата в концентрации 10^{-7} моль/л наблюдалась гиперполяризация плазматической мембраны, то в диапазоне концентраций 10^{-6} – $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л указанный препарат вызывал деполяризацию плазмалеммы, величина которой монотонно возрастала с ростом его содержания в среде. Характер модификации мембранного сопротивления также зависел от его концентрации. Воздействие 10^{-7} – 10^{-4} моль/л диметоата, проявлялось в повышении уровня электрического сопротивления плазмалеммы по сравнению с контролем. Однако более высокие концентрации препарата ($5 \cdot 10^{-4}$ – 10^{-3} моль/л) вызывали падение мембранного сопротивления, что в некоторых случаях сопровождалось гибелью клеток [6].

Выявленные сдвиги РЭП и сопротивления на действие диметоата указывают на изменения ионной проницаемости плазматической мембраны. С целью получения количественной оценки изменения коэффициентов натриевой и калиевой проницаемости плазмалеммы клеток *Nitella* эксперимент усложнили, а именно исследовали влияние инсектицида на электрические параметры плазмалеммы в условиях варьирования концентрации ионов K^+ и Na^+ в среде.

Было установлено, увеличение концентрации ионов калия в наружном растворе вызывало деполяризацию плазмалеммы среднем на 34 ± 3 мВ и снижение ее сопротивления в 4–4,5 раза. В присутствии $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л диметоата при десятикратном изменении соотношения Na^+/K^+ в окружающей клетку среде деполяризующий эффект калия несколько снижался (26 ± 3 мВ). Воздействие диметоата в указанной концентрации приводило к падению сопротивления плазмалеммы в среднем в 1,7–2,1 раза по сравнению с контролем во всем диапазоне концентраций ионов калия в наружной среде.

Результаты аппроксимации значений РЭП уравнением Гольдмана [7] показали рост коэффициента α , характеризующего отношение коэффициента проницаемости мембраны для ионов натрия (P_{Na}) к коэффициенту проницаемости для ионов калия (P_K) [8]. Согласно полученным данным

Изменение коэффициента α под действием инсектицида диметоата

Вариант	α
Контроль	0,17
Диметоат, $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л	0,25

присутствие в среде диметоата в концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л вызывало рост коэффициента Na^+/K^+ селективности плазмалеммы клеток *Nitella flexilis* в 1,5 раза по сравнению с контролем (таблица).

Увеличение коэффициента α под действием инсектицида может быть обусловлено как ростом проницаемости мембраны к ионам Na^+ , так и уменьшением коэффициента проницаемости по K^+ . В связи с этим была проведена оценка сдвигов калиевой и натриевой проницаемости плазмалеммы под влиянием исследуемого препарата.

Было установлено, что воздействие диметоата во всем диапазоне концентраций ионов калия приводило к увеличению коэффициентов как натриевой, так и калиевой проницаемости плазмалеммы (рис. 1).

Однако рост P_{Na} в значительной степени превышал увеличение P_{K} . Так, если возрастание коэффициентов проницаемости плазмалеммы к ионам калия в присутствии диметоата составляло 1,4–1,8 раза по сравнению с контролем, то натриевая проницаемость мембраны при этом увеличивалась в 2,1–2,6 раза. Наиболее значительные эффекты были обнаружены при наружной концентрации калия равной $8 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Таким

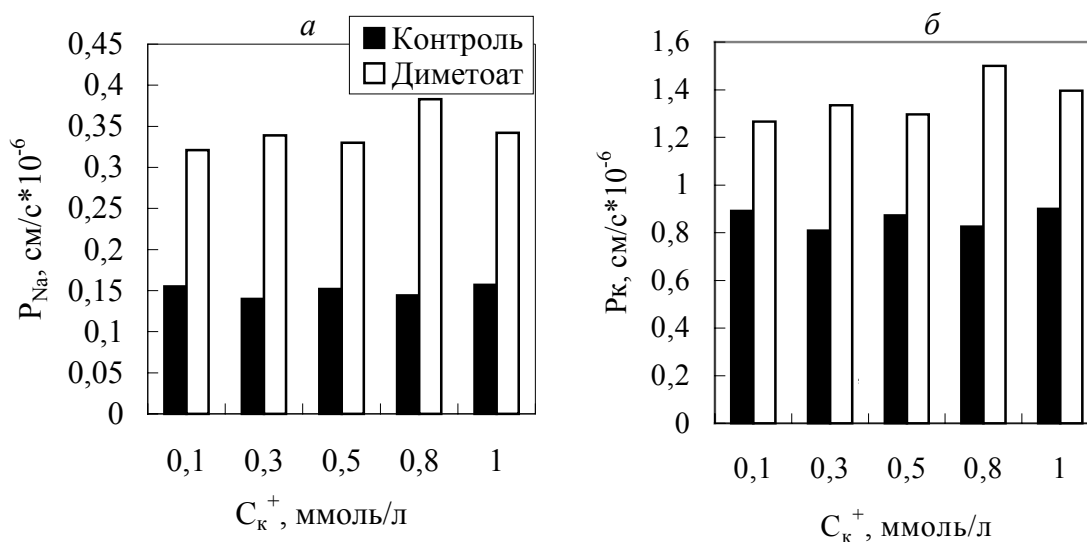


Рис. 1. Изменение коэффициентов натриевой (а) и калиевой проницаемости (б) плазмалеммы клеток *Nitella flexilis* под действием $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л инсектицида диметоата.

образом, рост коэффициента α в присутствии $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л инсектицида осуществлялся преимущественно за счет увеличения P_{Na} .

Следовательно, одним из первичных мембранотропных эффектов фосфорорганического инсектицида диметоата является изменение селективных свойств плазматической мембраны. Установленное в результате проведенных экспериментов существенное возрастание как калиевой, так и натриевой проницаемости плазмалеммы в присутствии $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л диметоата может явиться одной из причин нарушения ионного гомеостаза цитоплазмы и свидетельствовать о потенциальной опасности повышенных концентраций данного препарата для растительных организмов.

Литература

1. Федоров Л. А., Яблоков А. В. Пестициды – токсический удар по биосфере. // М.: Наука, 1999. 546 с.
2. Захаренко В. А., Мельников Н. Н. Пестициды в современном мире // Агрохимия. 1996, № 1. С. 48–52.
3. Богданов М. П., Миронов М. Г. Механизм действия нейротоксичных инсектицидов // Агрохимия, 1996, № 12. С. 110–119.
4. Голубев В. Н. Механизмы взаимодействия пестицидов с липидным бислоем клеточных мембран // Успехи химии. 1993. Т. 62, № 7. С. 726–734.
5. Костюк П. Г. Микроэлектродная техника // Киев: АН УССР, 1960. 127 с.
6. Дитченко Т. И., Козловская Н. О., Сенько Н. И. и др. Характер биоэлектрической реакции растительной клетки на действие фосфорорганического инсектицида диметоата // Экологические проблемы XXI века: Матер. Междунар. конф. ведущих специалистов, молодых ученых и студентов. Минск, 2003. С. 192–193.
7. Goldman D.E. Potential, impedance, and rectification in membrane // J. Gen. Physiol. 1943. Vol. 27, № 1. P. 37–60.
8. Юрин В. М., Иванченко В. М., Галактионов С. Г. Регуляция функций мембран растительных клеток // Минск: Наука и техника, 1979. 199 с.

ВЛИЯНИЕ КСЕНОБИОТИКА СИМАЗИНА НА СОДЕРЖАНИЕ И СОСТОЯНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ПИГМЕНТ-БЕЛКОВЫХ КОМПЛЕКСАХ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ МЕМБРАН

Т. И. Крицук

В настоящее время большое внимание уделяется внедрению в практику сельского хозяйства не только новых агротехнических приемов, но и химических средств для борьбы с сорной растительностью – гербицидам. Применение гербицидов является одним из главных элементов индустриальной технологии внедрения сельскохозяйственных культур, так как с их помощью уничтожается до 90 % вредных растений. Актуальность такого рода исследований связана прежде всего с тем, что меха-