

АКТИВИЗАЦИЯ РОСТОВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КЛЕТОК ХЛОРЕЛЛЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕЛАФЕНА THE ACTIVATION OF GROWTH AND ENERGETIC PROCESSES OF CHLORELLA CELLS BY MELAFEN EFFECT

О.А. Кашина, Н.Л. Лосева, А.Ю. Алябьев*, С.Г. Фаттахов***

O.A. Kashina, N.L. Loseva, A.Yu. Alyabyev, S.G. Fattakhov

Казанский государственный университет

**Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН*

***Казанский институт органической и физической химии им.А.Э.Арбузова КазНЦ РАН*

Kazan State University

**Kazan Institute of biochemistry and biophysics Russian Academy of Sciences*

***Kazan Institute of organic and physics chemistry Russian Academy of Sciences*

The effect of phosphororganic preparation Melafen on growth and energetic processes of green alga Chlorella was studied. The intensity of these processes is in direct dependence on the activity of cell protein-nucleic exchange. The inhibitors of protein synthesis (cycloheximide and chloramphenicol) were used in the work. It is supposed that the cell growth under the melafen action is more closely bound with the protein synthesis on the 80S ribosomes of cytoplasm and considerably less extent with the protein synthesis on the 70S ribosomes localized in chloroplasts and mitochondria. We can assume that the preparation melafen in super low concentration "switch" on the cell signal systems causing reprogram of protein synthesis, regulates main physiologic processes of plant cells and processes the polyfunctional action. The small increase of the speed of superoxide anion radical formation took place under the melafen effect. The change of the membrane functional state may be the trigger of physiologic-genetic program starting. That is, apparently, the meaning of the melafen trigger effect in super low concentrations leading to the activation of the energetic and the metabolic processes of Chlorella cells.

К числу приоритетных направлений исследований в современном растениеводстве относится изучение механизмов регуляции устойчивости растений к разным по природе неблагоприятным факторам среды под влиянием перспективных соединений, обладающих широким спектром защитного действия. Применение соединений со свойствами регуляторов роста для увеличения продуктивности с/х культур не случайно, поскольку по мере открытия и изучения физиологических особенностей действия фитогормонов становилось ясным, что они способны в крайне низких концентрациях регулировать рост и развитие растений. В настоящее время имеется большой спектр синтетических регуляторов роста на основе ауксинов, цитокининов, гиббереллинов, брассиностероидов, этилена. Вместе с тем, наряду с ростстимулирующей способностью этих препаратов по мере их испытаний стали выявлять и другие полезные для с.-х. производства свойства, а именно, оказывать защитное действие на раститель-

ный организм. Это открывает перспективы создания на основе природных регуляторов роста новых более эффективных препаратов с ярко выраженными антистрессовыми и ростстимулирующими свойствами [12].

Биологические средства повышения почвенного плодородия и увеличения урожайности нельзя противопоставлять известным средствам химизации (минеральным удобрениям, пестицидам и др.), так как при комплексном использовании всех средств действие биологических факторов усиливается. Использование на протяжении многих лет в сельском хозяйстве в больших объемах химических средств защиты растений и минеральных удобрений отрицательно повлияло на почвенную микрофлору и повлекло за собой изменение свойств почв, накопление токсичных веществ, нарушение биоценоза в целом [8].

Выход из создавшейся ситуации возможен, наряду с агротехническими приемами использование современных препаратов биологической природы (микробиологических

средств, росто- и иммунорегуляторов, активаторов полезной микрофлоры, биоудобрений и др.), выполняющих роль, с одной стороны, стимуляторов роста, с другой стороны, имеющих функции защиты растений от неблагоприятного воздействия абиотических и антропогенных факторов и болезней [8]. Применение биостимуляторов в засушливых и переувлажненных регионах значительно повышает адаптивные свойства и иммунитет с/х растений, увеличивая их урожай и качество продукции [7].

Биопрепараты и регуляторы роста растений – это обширная группа природных и синтетических органических соединений, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ высших растений. Стимулирование собственного иммунитета растений позволяет индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения и другим неблагоприятным факторам среды (засухе, температурному стрессу и др.). Из более чем 5 тысяч известных препаратов в последние годы все более заметное место стали занимать биопрепараты с широким спектром положительных эффектов. Это биопрепараты и регуляторы роста Агат-25, гетероауксин, Иммуноцитифит, Крезацин, Нарцисс, Планриз, Фитохит, Эль-1, Эпин и др. К препаратам на основе биологически активных веществ относятся: антибиотики, фитонциды, фитогормоны и др. продукты жизнедеятельности животных организмов [8].

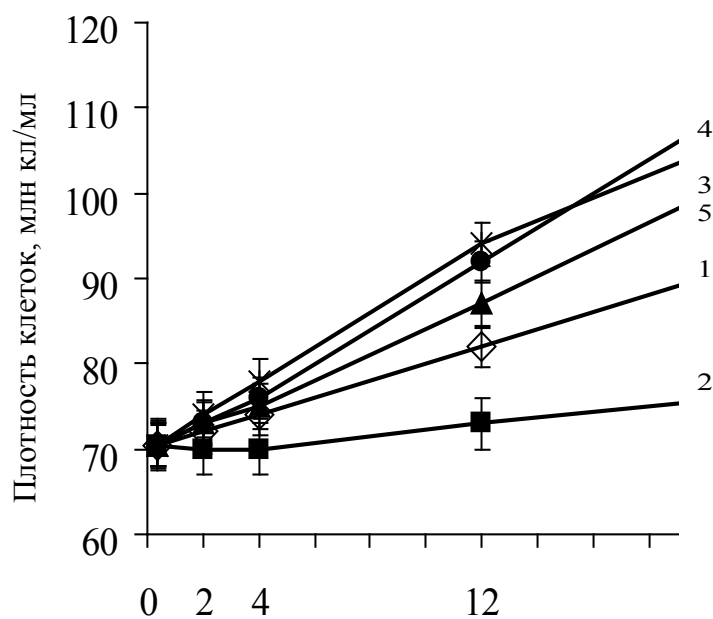
Наряду с препаратами природного происхождения необходимо проводить работу по направленному синтезу соединений из доступного местного и дешевого сырья. К числу основных требований, предъявляемых таким средствам защиты растений, относятся низкие нормы расхода, быстрая разлагаемость в природных условиях, неспособность аккумулироваться в почве и пищевых продуктах. Основываясь на эти требования, создаются все новые экологически безопасные защитные препараты, модернизируются пути их синтеза, направленные на ускорение и удешевление их производства [12]. С этой целью проводится синтез и отбор эффективных аналогов природных фитогормонов с заданными свойствами, повышающих интенсивность ростовых процессов растений и устойчивость

их к разнообразным стрессовым воздействиям и, следовательно, увеличивающих общую продуктивность растений [7; 11].

В настоящее время по-прежнему актуально направленное изменение роста и развития растений с помощью синтетических регуляторов роста, повышающих продуктивность растений и их устойчивость к биотическим и абиотическим факторам [2]. Активно ведется поиск и испытания новых синтетических препаратов, действие которых в ничтожно малых концентрациях приводило бы к стимуляции важнейших физиолого-биохимических процессов в растительном организме. Значительный интерес представляет регулятор роста нового поколения – синтетический препарат Мелафен. Мелафен, синтезированный в Институте органической и физической химии им. А.Э. Арбузова (г. Казань), относится к химии гетероциклических и фосфорорганических соединений, а именно к меламиновой соли бис(оксиметил) фосфиновой кислоты [10].

Известно, что бис(оксиметил) фосфиновая кислота является полифункциональным соединением, имеющим в своей структуре кислотную, фосфорную и оксиметильные группы, способные взаимодействовать с различными биомолекулами. Препарат растворим в воде, и его водные растворы стабильны; мелафен малотоксичен для теплокровных, его LD_{50} – 2000 мг/кг для мышей. Мелафен получают в одну стадию с высоким выходом из промышленно доступных продуктов меламина и бис(оксиметил) фосфиновой кислоты [10].

В качестве объекта исследования использовали одноклеточную зеленую водоросль *Chlorella vulgaris* Beijer. (штамм получен из коллекции Ботанического института, г. С.-Петербург). Использование этого объекта для тестирования физиологической активности новых соединений объясняется тем, что этот одноклеточный организм имеет хорошо сформированные органоиды подобно высшим растениям. Детально изучены структурно-функциональные, генетические особенности клеток хлореллы и их чувствительность к химическим и физическим воздействиям. Хлорелла – удобный и контролируемый объект для физиологических и биохимических исследований в лабораториях мира. В отличие от многоклеточных, наземных растений у од-



Время, часы

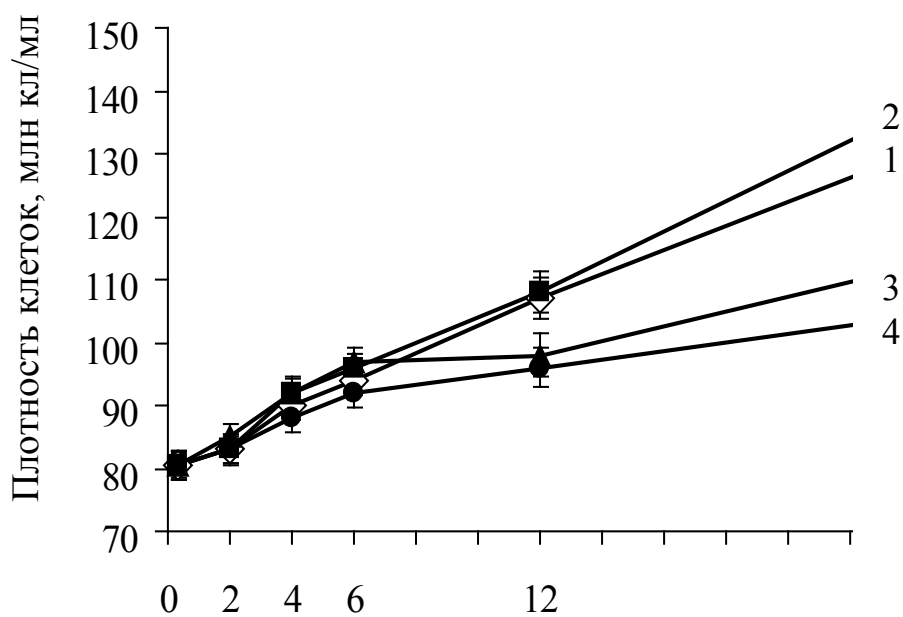
Рис. 1. Рост культуры клеток хлореллы при действии препарата мелафен разной концентрации: 1 – контроль; 2 – мелафен ($3 \cdot 10^{-6} \text{M}$); 3 – мелафен ($3 \cdot 10^{-8} \text{M}$); 4 – мелафен ($3 \cdot 10^{-9} \text{M}$); 5 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10} \text{M}$)

ноклеточных форм одна клетка выполняет все жизненные функции: она является и органом питания, воспринимая питательные вещества из внешней среды все своей поверхностью, в ней происходят все процессы жизнедеятельности, она же является и органом размножения [6].

Хлореллу выращивали в культуральных

сосудах в условиях равномерной культуры в среде Тамия (рН 6,8-7,2) [16], при температуре 30°C и барботировании воздухом, содержащим 0,3% CO_2 . Освещенность на поверхности сосудов, обращенных к лампам дневного света, составляла 10 тыс. люкс, фотопериод – 12 ч.

В экспериментах использовали суспен-



Время, часы

Рис. 2. Рост клеток хлореллы при действии препарата мелафен и ингибитора циклогексимид: 1 – контроль; 2 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10} \text{M}$); 3 – циклогексимид ($1 \cdot 10^{-3} \text{M}$); 4 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10} \text{M}$) + циклогексимид ($1 \cdot 10^{-3} \text{M}$)

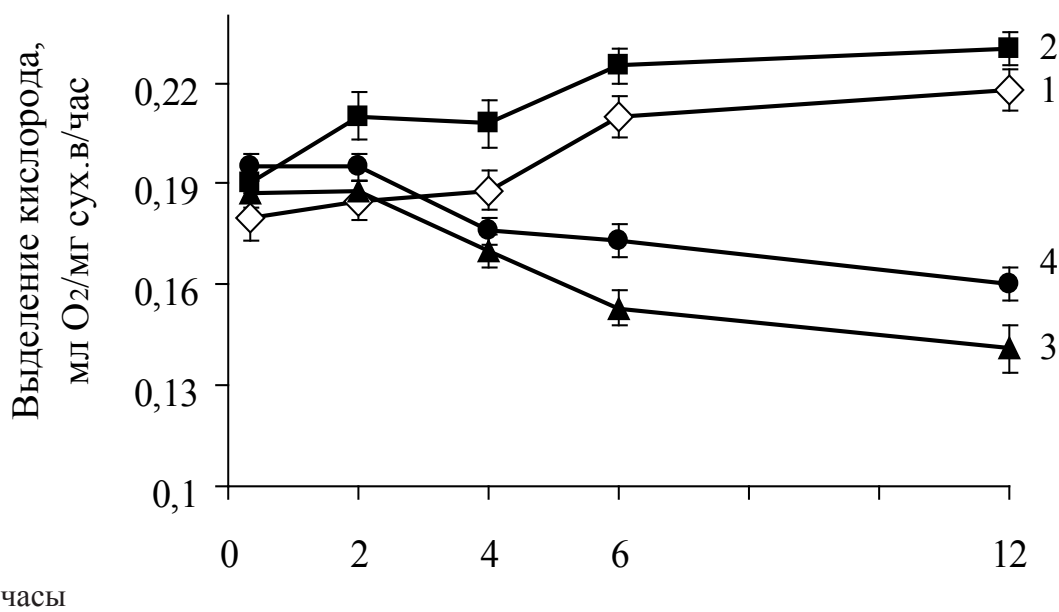


Рис. 3. Интенсивность фотосинтеза клеток хлореллы при действии препарата мелафен и ингибитора циклогексими́д: 1 – контроль; 2 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10}$ М); 3 – циклогексими́д ($1 \cdot 10^{-3}$ М); 4 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10}$ М) + циклогексими́д ($1 \cdot 10^{-3}$ М) (исходная плотность клеток – 62,4 млн кл/мл)

зию клеток хлореллы на 5-6 сутки цикла, когда плотность достигала 60-70 млн. клеток в 1 мл.

Плотность суспензии клеток хлореллы измеряли спектрофотометрическим методом, используя концентрационный фотоколориметр (КФК-2МП) при длине волны – 670 нм и толщине кюветы – 1 мм. Параллельно с измерением на фотоколориметре подсчитывали измеряемые плотности под микроскопом в камере Горяева. На основании полученных данных строили градуировочные кривые, где ось абсцисс – это количество клеток в 1 мл (млн/мл), ось ординат – соответствующие плотности суспензии клеток хлореллы, измеренные на фотоколориметре.

Генерацию супероксид анион радикала в культуре хлореллы оценивали акцепторным методом согласно [15]. Для этого суспензию клеток инкубировали в течение 30 мин с раствором эпинефрина и по интенсивности развития цветной реакции вследствие его превращения в адренохром, которую регистрировали на фотоэлектроколориметре при длине волны 490 нм, судили об изменении уровня супероксид анион радикала.

Одним из наиболее чувствительных процессов в интегральном ответе растительных организмов на любые воздействия является рост. Рост клеток хлореллы характеризуется

плотностью суспензии, которая коррелирует со скоростью развития и деления клеток. В первую очередь выявили концентрационную зависимость роста клеток хлореллы при действии препарата. Испытывали действие мелафена в следующем диапазоне концентраций: от $3 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-10}$ М.

Как видно из рис. 1, мелафен наиболее эффективно влиял на рост клеток

культуры водоросли в концентрации $3 \cdot 10^{-8}$ - $3 \cdot 10^{-10}$ М. Препарат в концентрации $3 \cdot 10^{-6}$ М оказывал ингибирующее действие на рост суспензии клеток хлореллы. При концентрации $3 \cdot 10^{-8}$ М плотность хлореллы через 1 сутки после добавления препарата мелафен увеличилась на 17%, при $3 \cdot 10^{-9}$ М – на 23%, при $3 \cdot 10^{-10}$ М – на 13%. В дальнейшей работе мы использовали, в основном, концентрации мелафена от $3 \cdot 10^{-8}$ до $3 \cdot 10^{-10}$ М.

Интенсивность ростовых процессов находится в прямой зависимости, как от интенсивности энергетических процессов, так и от активности белково-нуклеинового обмена клеток. Для этого были использованы ингибиторы белкового синтеза – циклогексими́д и хлорамфеникол. Известно, что циклогексими́д ингибирует синтез белка на 80S рибосомах цитоплазмы, а хлорамфеникол – ингибитор синтеза белка на 70S рибосомах, которые локализованы в растительной клетке в орга-

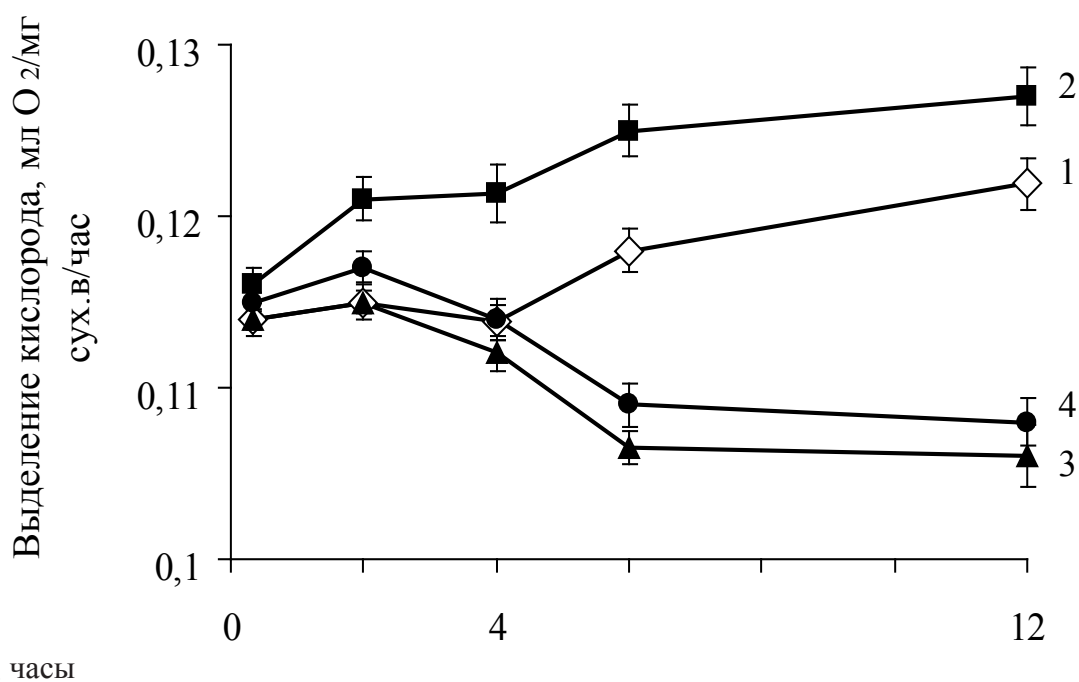


Рис. 4. Интенсивность фотосинтеза клеток хлореллы при действии препарата мелафен и ингибитора хлорамфеникол: 1 – контроль; 2 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10}$ М); 3 – хлорамфеникол ($1 \cdot 10^{-3}$ М); 4 – мелафен ($3 \cdot 10^{-10}$ М) + хлорамфеникол ($1 \cdot 10^{-3}$ М) (исходная плотность клеток – 81,2 млн кл/мл)

ноидах – хлоропластах и митохондриях.

На рис. 2 представлены результаты действия препарата мелафен и циклогексимида на интенсивность роста клеток хлореллы. Небольшой эффект мелафена объясняется высокой исходной плотностью клеток. Циклогексимид в концентрации 10^{-3} М резко снижал рост клеток культуры после 6 ч действия, и к 24 ч степень ингибирования достигала 20%.

Если ингибитор добавлялся к суспензии хлореллы одновременно с препаратом мелафен ($3 \cdot 10^{-10}$ М), то процесс роста ингибировался значительно сильнее (на 24%) по сравнению с контролем. Различия в степени подавления роста клеток хлореллы в вариантах «контроль–циклогексимид» и «мелафен–циклогексимид» можно объяснить различным соотношением молодых и зрелых клеток хлореллы в суспензии культуры. В варианте с мелафеном скорость деления клеток происходила значительно быстрее, чем в контрольном и, следовательно, наблюдался «сдвиг» в сторону большего количества молодых клеток, требующих значительного количества белка. Можно заключить, что этот эффект связан с новообразованием белка, поскольку при совместном действии препарата и циклогексимида ингибирование роста хлореллы было более выраженным.

На рис. 3 представлены данные о действии циклогексимида ($1 \cdot 10^{-3}$ М) и препарата мелафен ($3 \cdot 10^{-10}$ М) на интенсивность фотосинтеза. Небольшая стимуляция скорости выделения кислорода (на 6%) прослеживалась при действии мелафена к 12 ч воздействия. Однако эта стимуляция была большей (на 14%) за 2 ч действия. При совместном действии препарата и ингибитора синтез белка через 4-12 часов наблюдалось ингибирующее действие циклогексимида, но меньше, чем при действии одного циклогексимида. Стимуляция интенсивности фотосинтеза циклогексимидом наблюдалась в первые 2 ч опыта. После 2 ч лаг-периода циклогексимид резко снижал (на 25%) скорость выделения кислорода. В данном случае можно предположить влияние препарата мелафен на процесс фотосинтеза белков, синтезированных в хлоропластах и митохондриях под действием циклогексимида в начальный период времени.

В работе [1] было показано, что белки цикла Кальвина фосфорилируются по тирозину. Исходя из данных о том, что препарат мелафен регулирует фосфорилирование белков растений, можно полагать, что выявленное нами влияние мелафена на фотосинтез было обусловлено регуляцией мелафеном активности ферментов цикла Кальвина [3].

Была проведена серия экспериментов по влиянию хлорамфеникола, ингибирующий синтез белка на 70S рибосомах, на рост клеток суспензии хлореллы. Данные показали, что в течение 12 ч хлорамфеникол практически не влиял на интенсивность роста и деления клеток хлореллы. И только к 24 ч действия ингибитора наступало небольшое подавление (на 10%) плотности клеток водоросли. Совместное же действие ингибитора и препарата оказывало аналогичное действие, какое оказывал один ингибитор.

Эти данные позволяют предполагать, что рост клеток под действием мелафена более тесно связан с синтезом белков на 80S рибосомах цитоплазмы и значительно в меньшей степени с синтезом белков на 70S рибосомах, локализованных в хлоропластах и митохондриях.

Данные о влиянии хлорамфеникола и препарата мелафен на интенсивность фотосинтеза представлены на рис. 4. Мелафен ($3 \cdot 10^{-10} \text{M}$) стимулировал скорость выделения кислорода на 6% по сравнению с контролем за 2 ч действия. За 4 часа стимуляция была выше – на 10%. Хлорамфеникол ($1 \cdot 10^{-3} \text{M}$) после 2 ч лаг-периода резко снижал интенсивность выделения O_2 клетками хлореллы до 12% к 12 ч воздействия. Интенсивность фотосинтеза при совместном действии ингибитора и препарата мелафен, практически, не отличалась от таковой при действии только одного ингибитора.

Таким образом, данные наших исследований показывают, что стимуляция интенсивности ростовых и энергетических процессов растительных клеток мелафеном за 12 часов находится в прямой корреляции со скоростью синтеза белков. Можно предположить, что препарат мелафен в сверхнизких концентрациях «включает» клеточные сигнальные системы, вызывающие репрограммирование синтеза белков, регулирует основные физиологические процессы растительных клеток, как фитогормоны, и обладает полифункциональностью действия.

Важным моментом в изучении механизма действия соединений является выявление их воздействия на мембраны клеток. Образование активных форм кислорода является одной из первичных ответов клетки на действие различных химических и физических факторов. Одна из активных систем генерации

кислородных радикалов локализована на поверхности растительных клеток: в плазматической мембране и клеточной стенке. Образование активных форм кислорода, в частности супероксид анион радикала (O_2^*), происходит в результате активации НАДФ·Н оксидазного комплекса при передаче электронов от цитозольного НАДФ·Н или НАД·Н на кислород на внешней поверхности клетки [14]. Определение скорости образования супероксид анион радикала клетками хлореллы при действии препарата дает возможность опосредованно ответить на вопрос – оказывает ли препарат мелафен воздействие на функциональное состояние мембран в растительных клетках. Как отмечается во многих работах [5; 13; 14], образование различных форм активного кислорода играет роль не только в повреждении, но несет и важнейшие функции активизации физиологических процессов растений. Так, в некоторых случаях активные формы кислорода могут выступать в качестве тех сигнальных молекул, которые контролируют важные регуляторные механизмы и физиологические ответы растительных клеток.

Было показано, что происходило сравнительно небольшое, но достоверное увеличение скорости образования супероксид анион радикала в варианте с препаратом мелафен ($3 \cdot 10^{-10} \text{M}$) (рис. 5).

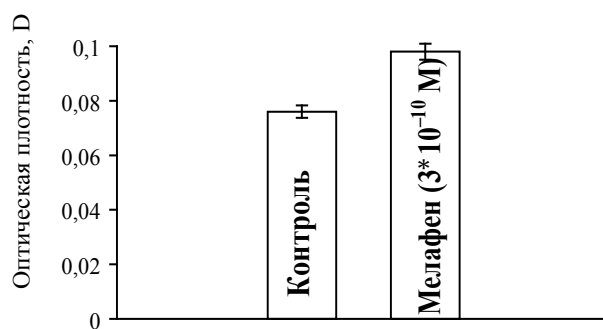


Рис. 5. Образование супероксид анион радикала клетками хлореллы при действии препарата мелафен ($3 \cdot 10^{-10} \text{M}$) в течение 30 мин

Убедительным доказательством влияния препарата мелафен на функциональное состояние мембран клеток растений являются результаты экспериментов, проведенных в Московском институте биохимической фи-

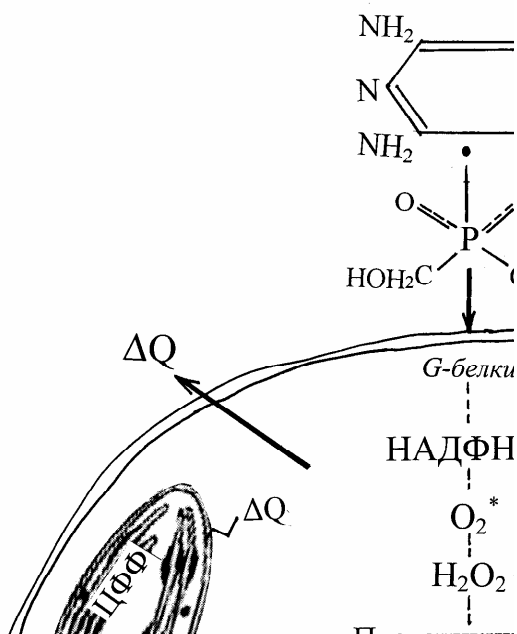


Рис. 6. Схема действия препарата мелафен на клетку хлореллы (ориг.)

зики. Препарат мелафен оказывал влияние на структурные характеристики липидного бислоя клеточных мембран, причем эффективные дозы препарата отличались для мембран растительного и животного происхождения. Для реализации влияния мелафена на физико-химическое состояние мембран большое значение имело и время взаимодействия препарата с мембранами (время инкубации) [9].

Также, в работе [4] было показано, что с помощью препарата мелафен можно регулировать ростовые процессы в клубнях картофеля с учетом особенностей каждого сорта. Ростстимулирующий эффект мелафена связан с модификацией свойств плазмалеммы клеток

клубней картофеля: активацией H^+ -АТФазы и увеличением протонной проницаемости мембраны.

Пока сложно ответить на вопрос, каким образом данный препарат реализует выявленные нами эффекты на клетки хлореллы. Множественность эффектов мелафена схематично можно представить следующим образом (рис.6).

Безусловно, исследование характера изменения микровязкости липидной компоненты мембраны, идентификация рецепторов на её поверхности, изучение сигнальных систем, задействованных в передаче «мелафенового» сигнала к геному, помогут в выяснении мо-

лекулярных механизмов действия этого перспективного регулятора роста нового поколения, не только на клетки водоросли хлореллы, но и высших растений.

Вероятнее всего, инициирующая роль принадлежит активной фосфиновой группе препарата мелафен, которая при контакте с внешней мембраной клетки может оказывать влияние на функциональное состояние мембран, о чем можно судить по влиянию препарата на увеличение образования супероксид анион радикала, поскольку активная система

генерации O_2^* локализована в плазматической мембране и клеточной стенке. Изменение функционального состояния мембран может являться триггером запуска физиологических программ. В результате инициируется сигнальный каскад реакций фосфорилирования белков или липидов посредством протеинкиназ, в чем и заключается, вероятно, «смысл» триггерного влияния препарата мелафен в сверхнизких концентрациях, приводящего к активизации энергетических и метаболических процессов клеток.

Литература:

1. Ванюшина С.А., Каримова Ф.Г., Фаттахов С.Г. Тирозиновое фосфорилирование белков листьев гороха при действии мелафена // *Материалы Междун. конф. «Рецепция и внутриклеточные сигналы»*. - Пущино, 2005. - С.342-344.
2. Икрина М.А., Колбин А.М. // *Регуляторы роста и развития растений*. – М: Химия, 2004. - Т.1. - 695с.
3. Каримова Ф.Г., Ванюгина С.А., Федина Е.О., Мударисов Ф.А. Тирозиновое фосфорилирование белков растений, индуцированное мелафеном // *Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии: Сб. материалов Всероссийского семинара-совещания*. – Казань, 2006. - С. 50-69.
4. Ладыженская Э.П., Платонова Т.А., Евсюнина А.С. и др. Влияние меламина соли бис(оксиметил) фосфиновой кислоты (мелафен) на ростовые процессы и функционирование цитоплазматической мембраны клеток клубней картофеля // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 2007. – Т.43, №2. – С.246-251.
5. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и жизнедеятельность растений // *Соросовский образовательный журнал*. - 1999. - № 9. - С. 20-26.
6. Ничипорович А.А. О производственной культуре одноклеточных водорослей. – М.: Изд-во «Знание», 1961. – 40с.
7. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., БелопуховСЛ., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // *Агрехимия*. - 2005. - №11. - С. 76-86.
8. Уваров Г.И. Достижения биотехнологии – в земледелие // *Белгородский Агромир*. – 2002. №2/21. - С.15-21.
9. Фаткуллина, Л.Д., Жигачева И.В., Шугаев А.Г., Голощাপов А.Н. Влияние мелафена на структурные параметры биологических мембран // *Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии: Сб. материалов Всероссийского семинара-совещания*. – Казань, 2006. – С. 69-75.
10. Фаттахов С.Г., Лосева Н.Л., Резник В.С. и др. Меламиновая соль бис(оксиметил) фосфиновой кислоты (мелафен) в качестве регулятора роста и развития растений и способ ее получения // *Патент РФ №2158735 от 10.11.2000. г. Москва*.
11. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. - Уфа: Изд-во «Гилем», 2001. 159с.
12. Шакирова Ф.М. Гилязетдинов Ш.Я., Хлебникова Т.Д., Кантюков В.А. Стратегия использования регуляторов роста растений // *Вестник Академии наук Республики Башкортостан*. - 2003. - Т. 8, №1. - С. 14-21.
13. Bolwell G.P. Role of active oxygen species and NO on plant defence responses // *Curr. Opin Plant Biol.* – 1999. – Vol.2, N4. – P. 287-294.

14. Chen Z., Silva H., Klessig D.F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid // Science. - 1993. - Vol. 262, N10. - P. 1883-1886.
15. Minibayeva F.V. Kolesnikov O.P., Gordon L.Kh. Contribution of plasma membrane redox system to the superoxide production by wheat root cells // Protoplasma. – 1998. – Vol. 205. - P. 101-106.
16. Tamiya H., Iwamura T., Shibata K. et al. Correlation between photosynthesis and light-independent metabolism in the growth of Chlorella // Biochem. Biophys. Acta. 1953. - Vol.12. - P. 23-29.

УДК 633.413

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВА ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ THE ANALIZIS OF PERSPECTIVES OF SHUGA-BEET PRODUCTION IN THE CHUVASH REPUBLIC

Н.А. Кириллов, И.В. Ефремов

N.A. Kirillov, I.V. Efremov

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
The Chuvash State Agricultural Academy*

It has been studied all basis economical aspects of shuga-beet growing according to contemporary tehnologis in climate conditions of the Chuvash republik. In this scientific articlc there is an own experiment of sorts and gibrids growing.

Сахар является одним из основных продуктов питания на земле. Во всем мире он включается в различные продовольственные корзины, по которым судят об уровне жизни различных слоев населения. Его особая роль заключается в том, что он является одним из продуктов, обеспечивающим продовольственную безопасность страны.

Российское производство собственного сахара возможно только из корнеплодов сахарной свеклы. И от ее урожайности зависит рыночная цена на сахар. Норма потребления сахара на человека в России 38 кг в год, а потребляется же всего 35 что дает возможность для дальнейшего роста сахарного рынка, и значит рынок сбыта для производителей сахарной свеклы. Дальнейшее усиление сахарного рынка возможно за счет замены производства сахара песка из сахара сырца, привозимого из стран латинской Америки или Украины. На данное время русский сахар уступает в стоимости импортному. Это связано с отставанием в технологии выращивания, отступлением от них, слабое внедрение новых сортов, рост на ГСМ и невозможность переработки полученного урожая в сахар. Многие сахароперерабатывающие заводы или изношены

или вообще перестали существовать в связи со сложной экономической и политической ситуации в стране.

Чувашская Республика потребляет сахар, производимый в Нижегородской и Ульяновской областях или из других регионов России. Тем не менее, в южных районах республики климатические условия оптимальны для возделывания сахарной свеклы. При грамотной экономической инвестиционной политике здесь можно получать довольно высокие урожаи сахарной свеклы. Но пока же площади полей, отводимые под сахарную свеклу, продолжают сокращаться (табл. 1).

Как известно, для возделывания сахарной свеклы требуется энергоемкие машины и агрегаты, широкое применение удобрений как минеральных, так и органических, необходима полная химическая защита и применение стимуляторов роста. Их использование позволяет получать урожай свыше 40-60 тонн с гектара и получать прибыль до 1000 дол. Подсчеты показывают, что положительная рентабельность возделывания сахарной свеклы начинается с урожая 250 ц/га.

Среди факторов повышения урожайности корнеплодов, которыми можно эффектив-