

необходимо для транспорта органических веществ и интенсификации размножения клеток. Все это приводит к дополнительному снижению ИТ СВ.

В 4-м коридоре аэротенка, а также во вторичных отстойниках концентрация доступной органики минимальна, клетки вынуждены голодать, объединяться в ассоциаты с помощью выделяемых ими веществ. Это вызывает увеличение связывания токсикантов, снижение ИТ и образование хлопьев АИ.

На выходе очистных сооружений ИТ не превышал 10%, что указывает на удовлетворительную степень очистки СВ. При залповых выбросах ТМ в СВ индекс токсичности может возрастать до 20%.

Полученные результаты указывают на то, что метод биотестирования подвижности клеток достаточно прост, информативен и чувствителен к токсичным веществам, что позволяет его рекомендовать для оценки эффективности детоксикации СВ на городских очистных сооружениях.

Литература

1. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие: в 2 т. / А. Е. Кузнецов [и др.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2010. – Т. 1. 629 с.; Т. 2. – 485 с.
2. Игнатенко, А. В. Биосорбционно-биокоагуляционная детоксикация сточных вод микроорганизмами активного ила / А. В. Игнатенко // Труды БГТУ. – № 4. Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2015. – С. 262–266.
3. Сазановец, М. А. Анализ детоксикации водных сред методом биотестирования / М. А. Сазановец, А. В. Игнатенко // Труды БГТУ. – № 4. Химия, технология орган. в-в и биотехнология. – 2014. – С. 179–182.

ДЕЙСТВИЕ β -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНА ХИТИНАЗЫ В РАСТЕНИЯХ ЯЧМЕНЯ И ТОМАТОВ

**Кабашникова Л.Ф., Макаров В.Н., Абрамчик Л.М.,
Сердюченко Е.В., Савченко Г.Е., Шибытко Н.Л.**

*ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН
Беларуси», Минск, Беларусь*

Одним из эффективных средств иммунной защиты растений от патогенной атаки является β -аминомасляная кислота (β -АМК), которая как

ксенобиотик при высоких концентрациях может оказывать стрессорное действие, задерживая рост [1]. Опасения, связанные с таким нежелательным действием β -АМК, ведут к необходимости отличить ее иммуномодулирующее действие от стрессорного. В работе исследовано действие β -АМК на уровне экспрессии гена хитиназы – одного из представителей защитных PR- белков.

В качестве объектов исследования использовали выращенные в лабораторных условиях на водопроводной воде проростки ячменя (сорт Магутны) и растения томатов (сорт Тамара), выращенные из черенков. Растения ячменя в 4-дневном возрасте и томатов на стадии 5-го листа обрабатывали раствором β -АМК (10^{-4} М), а через сутки после этого заражали грибными фитопатогенами: проростки ячменя – *Bipolaris sorokiniana* (BS), а листья томатов – *Fusarium oxysporum* (FO) Уровень экспрессии гена хитиназы оценивали с помощью ПЦР-анализа.

На рис. 1 показано, что в листьях проростков ячменя количество ампликонов гена хитиназы (*cht2*) во всех опытных вариантах было выше, чем в контроле: β -АМК увеличивала его на 41%, после грибного заражения увеличение составило 53%, а в сочетании с грибным инфицированием стимулирующий эффект β -АМК возрос до 70%. Такая же тенденция наблюдалась и в полевом эксперименте с растениями ячменя в условиях естественного заражения (данные не приведены). В сочетании с данными по влиянию β -АМК на рост растений [2] и урожай зерна [3] можно говорить о праймирующем влиянии использованной концентрации β -АМК на растения ячменя.

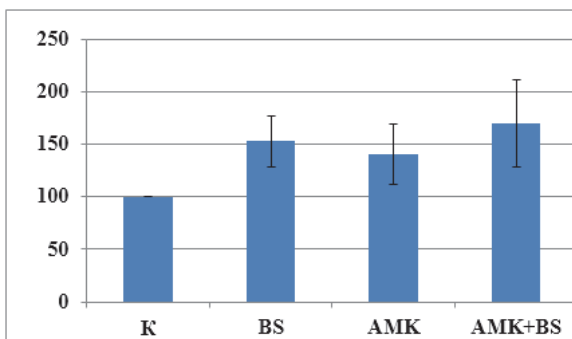


Рисунок 1 – Уровень экспрессии (в процентах к контролю) гена хитиназы (*cht2*) в листьях ячменя контрольного варианта (К), после опрыскивания растений раствором β -АМК (АМК), заражения патогеном (BS) и инфицирования BS после предварительной обработки листьев β -АМК (АМК + BS)

Результаты ПЦР-анализа с растениями томатов (рис. 2) показали, что уровень экспрессии гена *chi2*, кодирующего белок хитиназы класса II, в варианте с β -АМК, в отличие от растений ячменя, был ниже, чем в контроле, на 9%. После фузариозного заражения количество ампликонов гена *chi2* увеличивалось на 73%. Действие β -АМК на фоне заражения снижало стимулирующий эффект *F. oxysporum*, но количество ампликонов еще превышало уровень, наблюдаемый в контроле, на 15% (рис. 2).

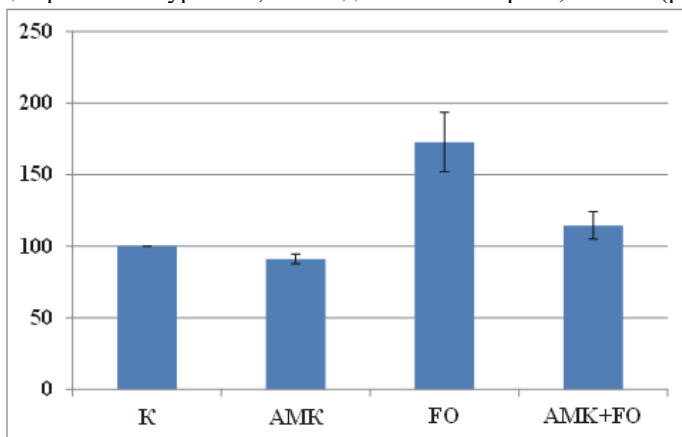


Рисунок 2 – Уровень экспрессии (в процентах к контролю) гена хитиназы (*chi2*) в листьях томатов контрольного варианта (К), после опрыскивания растений раствором β -АМК (АМК), фузариозного заражения (FO) и инфицирования FO после предварительной обработки листьев β -АМК (АМК + FO)

Сравнение результатов экспериментов с проростками ячменя и томатов свидетельствует об одинаковой направленности, но разном количественном проявлении действия исследованных патогенов на экспрессию гена хитиназы: стимулирующий эффект в результате инфицирования был существенно выше в растениях томатов. Предварительная же обработка растений β -АМК по-разному влияла на экспрессию гена при последующем грибном заражении: в проростках ячменя наблюдали усиление уровня экспрессии, а в листьях томатов – снижение.

Таким образом, использованная концентрация β -АМК оказывала синергическое действие на экспрессию гена хитиназы в инфицированных растениях ячменя, но антагонистическое – в растениях томатов. Вероятно, концентрация 10^{-4} М оказалась стрессовой для растений томатов. На это

указывают эксперименты с подкормкой растений томатов раствором β -АМК через корни, в которых β -АМК действовала как иммуномодулятор, защищающий растения от фузариозного увядания при концентрации на два порядка более низкой (10^{-6} М) по сравнению с использованной при опрыскивании листьев.

Литература

1. Luna, E. Plant perception of β -aminobutyric acid is mediated by an aspartyl-tRNA synthetase / E. Luna [et al.] // Nat. Chem. Biol. – 2014. – Vol. 10, N 6. – P. 450–456.
2. Кондратьева, В.В. Влияние β -аминомасляной кислоты на морфологические и фотосинтетические показатели здоровых и инфицированных *Bipolaris sorokiniana* зеленых проростков ячменя / В.В. Кондратьева [и др.] // Современные проблемы биохимии: сб. мат. конф. молодых ученых-биохимиков с межд. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения академика Ю.С. Островского, Гродно, 29.06.2015. – Гродно: ГрГМУ. – 2015. – С. 63–66.
3. Кондратьева, В.В. Защитное действие экзогенной β -аминомасляной кислоты на растения ячменя (*Hordeum vulgare* L.) при инфицировании *Bipolaris sorokiniana* / В.В. Кондратьева, Л.Ф. Кабашникова, Г.Е. Савченко // Молодежь в науке-2015: сб. мат. межд. науч.-практ. конф., 1-4 декабря 2015 г., Минск. – Минск: НАН Беларуси. – 2015. – С. 71.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН СДВИГА pH НА ПОВЕРХНОСТИ КЛЕТОК *NITELLA FLEXILIS*

Кудряшов А.П., Филипчик Е.А., Голик Т.Н.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
kudrant@mail.ru

Харовые водоросли характеризуются гигантскими размерами клеток, формирующих междоузлия (у отдельных видов они достигают 20 см длиной и 2 мм в диаметре) и «листья» растения. Такие гигантские размеры сказываются и на процессах обмена веществ между живым организмом и средой. Для харовых водорослей характерно формирование на поверхности клеток междоузлий и «листьев» зон выделения щелочи. Наличие этих