

УДК 501
ББК 20
В74

Редколлегия:

Н.В. Науменко кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета естествознания БГПУ;
А.Т. Федорук доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии БГПУ;
В.Н. Киселев доктор географических наук, профессор кафедры физической географии БГПУ;
В.Н. Кадацкий доктор географических наук, профессор кафедры физической географии БГПУ;
М.Г. Ясоев доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической географии и охраны природы БГПУ;
Ф.Ф. Лавич кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой химии БГПУ;
Н.Д. Лисов кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ;
Г.И. Литвинюк кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой физической географии БГПУ;
В.В. Маврицев кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей биологии БГПУ;
А.В. Хандогий кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии БГПУ;
Т.А. Бонина кандидат химических наук, доцент кафедры общей биологии БГПУ (отв. редактор);
А.И. Зарубов кандидат биологических наук, доцент кафедры физической географии БГПУ;
Е.Б. Окаев кандидат химических наук, доцент кафедры химии БГПУ;
В. А. Цикевич кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии БГПУ.

Вопросы естествознания: сборник научно-исследовательских статей.
В74 Выпуск 7 / редкол. Н.В. Науменко, А.Т. Федорук, В.Н. Киселев, В.Н. Кадацкий и др; отв.ред. Т.А. Бонина. — Минск: Белпринт, 2011. — 144 с.

ISBN 978-985-459-212-1.

В сборнике представлены данные исследований в области биологии, географии, химии и методики преподавания естественнонаучных дисциплин. Адресуется научным сотрудникам, аспирантам, магистрантам и студентам, занимающимся вопросами естествознания.

УДК 501
ББК 20

ISBN 978-985-459-212-1

© Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», 2011
© Оформление. ООО «Белпринт», 2011

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Повышение стрессоустойчивости ячменя на ранних стадиях онтогенеза к токсическому воздействию ионов никеля

А.С. Горбач, магистрант,

А. В. Шкробков, преп.-ст.

науч. рук. — к.б.н., доцент В.П. Егорова.

Введение. Проблема повышенного содержания тяжелых металлов (ТМ) в окружающей среде с каждым годом приобретает все большую актуальность. В настоящее время все возрастающие территории сельскохозяйственных угодий загрязняются тяжелыми металлами и становятся непригодными для выращивания традиционных культур. В связи с этим представляется крайне необходимым проведение исследований, направленных на изучение влияния высоких концентраций ТМ на растения и выяснение механизмов адаптации растений к экстремальным условиям.

Токсическому действию высоких концентраций тяжелых металлов подвержены многие физиологические и биохимические процессы, такие как минеральное питание, водный режим, фотосинтез, дыхание, рост, развитие и другие [1]. Однако, многие вопросы распределения, токсического действия и механизмов ответа клеток на соли ТМ до сих пор остаются мало изученными. В частности, практически отсутствуют работы экспериментального характера, направленные на исследование стрессорного действия конкретных тяжелых металлов на ядерный геном растений.

В связи с этим нами была предпринята попытка изучить влияние высоких концентраций ионов Ni^{2+} на ядерную ДНК растений ячменя, находящегося на ранних стадия онтогенеза.

Методика эксперимента. Объектом исследования служили корни 7-дневных проростков ячменя (*Hordeum vulgare L.*) сорта Атаман, который был получен в «РУП НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в 2008 году.

Проростки выращивались на 20% модифицированном растворе Кнопа в термостатах в темноте при 22°C в течение 48–60 ч (ГОСТ 12038-84) в условиях стресса, создаваемого путем добавления в среду для выращивания проростков хлористого никеля до конечных концентраций 10, 100 и 200 мкМ. Предпосевную обработку семян осуществляли посредством замачивания в водных растворах эпибрассинолида (ЭБ) в концентрации 10^{-9} М.

О влиянии никеля на рост растений судили по изменению линейных размеров корня и надземной части растений, а также по приросту сырой массы корня.

Оценку степени повреждения ДНК проводили в кончиках корней проростков длиной 10–15 мм, у которых был удален корневой чехлик, методом гель-электрофореза в ассиметричном инвертирующем электрическом поле.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью общепринятых методов вариационной статистики, используя программу Microsoft Excel. Достоверность различий оценивали на основании t-критерия Стьюдента. На рисунках приведены средние арифметические значения и их стандартные ошибки. В работе обсуждаются величины, достоверные при $P \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Благодаря высокой подвижности и способности накапливаться в клетках и тканях растений никель способен вызвать серьезные нарушения их метаболизма [1]. Хорошо известно о негативном влиянии никеля на рост растений, которое обычно оценивается по торможению роста корней и ингибированию процесса нарастания вегетативной массы [2].

Нами было исследовано влияние высоких концентраций ионов Ni^{2+} на рост и развитие проростков ячменя, выращенного из семян без предобработки и с предобработкой 10^{-9} М ЭБ.

Как следует из результатов, представленных на рисунке 1, никель вызвал торможение роста корней и надземной части при концентрациях 100 и 200 мкМ. Ингибирующее действие никеля в отношении роста надземной части было выражено в большей степени, чем в отношении роста корней (рисунок 1А и 1Б). Так, например, 50%-ное по сравнению с контролем уменьшение длины надземной части проростков наблюдалось при концентрации никеля 200 мкМ.

В отличие от ростовых показателей, накопление сырой массы корнями проростков под действием различных концентраций никеля ингибировалось в большей степени (рисунок 1В). Применение высоких концентраций (100 и 200 мкМ) привело к снижению по отношению к контролю накопления сырой массы корнями приблизительно на 25 и 40% соответственно.

Степень ингибирования роста и развития проростков возрастала с увеличением концентрации никеля. Аналогичные результаты были получены при исследовании токсического действия никеля на проростки кукурузы [3].

Сравнительный анализ результатов, приведенных на рисунке 1, не выявил антистрессорного эффекта экзогенного элибрасинолида в снижении токсического действия никеля на рост и развитие проростков.

Таким образом, подобное влияние экзогенного элибрасинолида еще раз подтверждает вывод о неоднозначном действии этого физиологически активного вещества (ФАВ) на морфо-физиологические показатели проростков в условиях абиотического стресса [4].

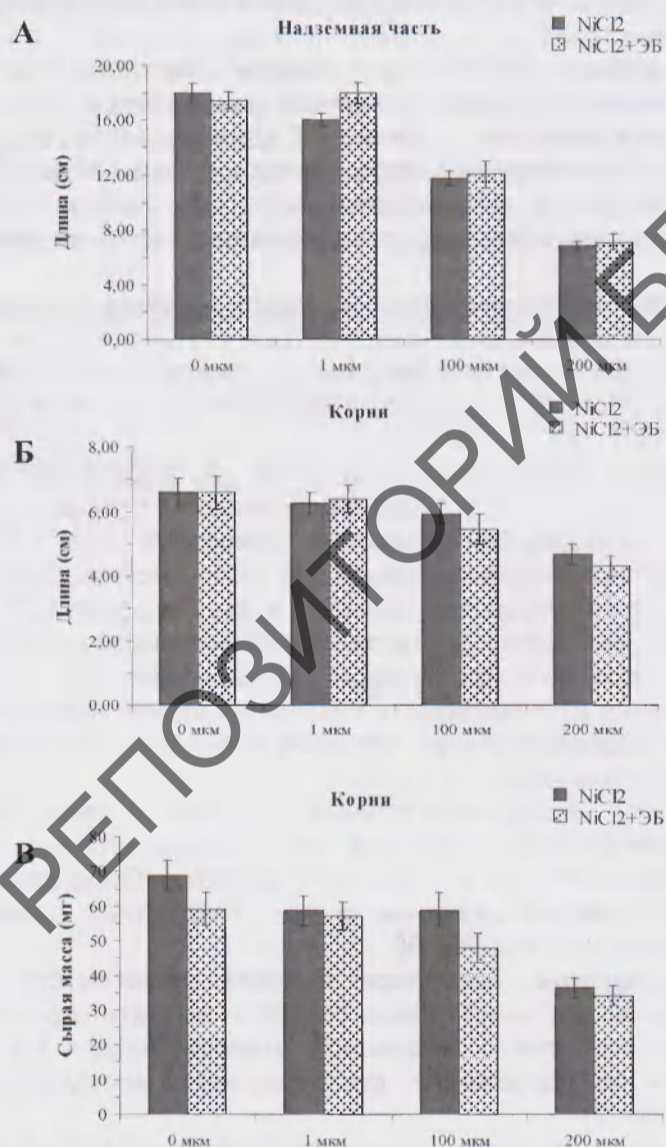


Рисунок 1 – Влияние экзогенного элибрасинолида на рост и развитие 7-дневных проростков ячменя, выращенных в условиях стресса, вызванного ионами никеля.

Влияние высоких концентраций ионов Ni²⁺ на ядерный геном проростков ячменя сорта Атаман в присутствии и отсутствии элибрасинолида исследовали методом пульс-электрофореза.

Гельэлектрофорез ДНК проводили в асимметричном инвертирующем электрическом поле при режиме: продолжительность 18 ч, время пульса 60 сек, напряжение 150 В (рисунок 2).

На электрофореграмме препаратов ядерной ДНК из корней проростков ячменя сорта Атаман, выращенных в условиях стресса, индуцированного ионами Ni^{2+} без предобработки семян 10^{-9} ЭБ, было выявлено три фрагмента размером 550, 945 и 2200 т.п.о. и фракция фрагментов в размерном диапазоне от 220 до 300 т.п.о.

Обнаружение фрагментов, соответствующих по размерам петлевому уровню упаковки ДНК в хроматине, свидетельствует об индукции в корнях проростков ячменя начальных стадий программируемой клеточной смерти (ПКС) при высоких концентрациях ионов Ni^{2+} .

При сравнительном анализе результатов, представленных на электрофореграмме, выявлено, что в образцах ДНК, полученных из проростков ячменя с предобработкой семян ЭБ, концентрацией 10^{-9} М, в отсутствие стресса, идентифицированы фрагменты размером 945 и 2200 т.п.о. (рисунок 2, дорожка 5). Представленные результаты свидетельствуют о том, что имеет место чувствительность растений ячменя к воздействию экзогенного ЭБ.

В то же время предпосевная обработка семян ячменя 10^{-9} М эпибрасинолидом полностью нивелировала повреждающее действие высоких концентраций ионов Ni^{2+} (200 мкМ) на проростки по сравнению с аналогичным вариантом, но без предобработки. Это подтверждается отсутствием окрашенных полос, соответствующих фрагментам в размерном диапазоне 220–300 т.п.о. и трех фрагментов размером 550, 945 и 2200 т.п.о. в образцах ДНК, выделенной из корней проростков, подвергнутых предпосевной обработке ЭБ (рисунок 2, дорожка 8).



M1 – маркер Pulse marker 225-2200 К6 (Sigma); M2 – маркер λ/λ Hind III; 1-4 – проростки, выращенные без ЭБ: 1 – контроль; 2 – 1 мкМ Ni^{2+} ; 3 – 100 мкМ Ni^{2+} ; 4 – 200 мкМ Ni^{2+} ; 5-8 – проростки, выращенные из семян, обработанных ЭБ: 5 – контрольная проба; 6 – 1 мкМ Ni^{2+} ; 7 – 100 мкМ Ni^{2+} ; 8 – 200 мкМ.

Рисунок 2 – Электрофореграмма ядерной ДНК, выделенной из корней проростков ячменя сорта Атаман в условиях стресса, вызванного ионами Ni^{2+}

Выводы. Таким образом, при проведении исследований влияния экзогенного ЭБ на устойчивость проростков ячменя сорта Атаман к токсическому воздействию высоких концентраций ионов никеля Ni^{2+} , нами показано, что ионы Ni^{2+} индуцировали в корнях проростков начальные стадии ПКС, идентифицированной по появлению фрагментов, соответствующих петлевому уровню упаковки ДНК в хроматине. При этом необходимо отметить, что ЭБ проявлял свойства адаптогена и практически полностью нивелировал повреждение ядерной ДНК только при высоких концентрациях ионов Ni^{2+} .

Литература

1. Roy, U.K. Activated K-RAS increases polyamine uptake in human colon cancer cells through modulation of caveolar endocytosis / U.K. Roy [et al.] // Mol. Carcinog. — 2008. — V. 47, N. 7, — P. 538–53.
2. Sasse, M. Physiological actions of brassinosteroids / M. Sasse // J. Plant Growth Regul. — 2003. — Vol. 22, — P. 276–288.
3. Shakirova, F.M. Stimulation of wheat germ agglutinin gene expression in root seedlings by 24-epibrassinolide / F.M. Shakirova [et al.] // Russ. J. Plant Physiol. — 2002. — Vol. 49, — P. 225–228.
4. Воронина Л.П. Гормональное действие брассиностероидов / Л.П. Воронина // Экологическая агрохимия. — 2008. — Вып. 2, — С. 92–111.

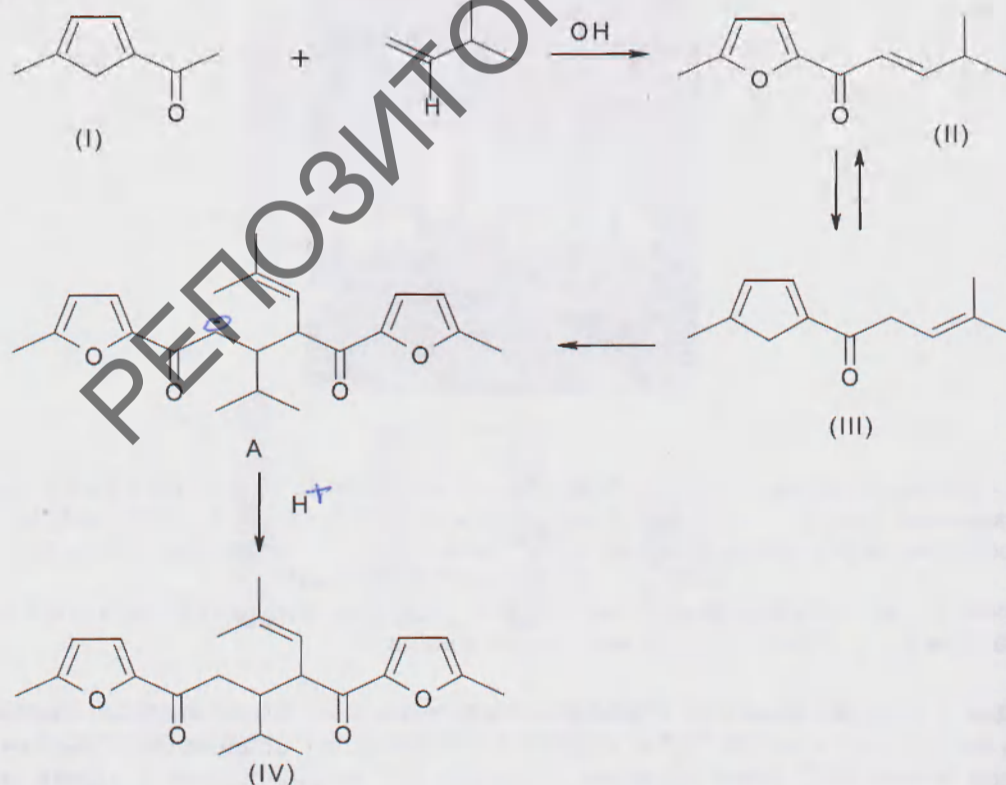
Синтез фурансодержащих непредельных карбонильных соединений

А.С. Климантович, 4 курс

науч. рук. — к.х.н., доцент **Л.С. Новиков**

Непредельные кетоны, содержащие фурановый цикл, являются перспективными соединениями в синтетическом отношении как структурные предшественники многих природных феромонов фурантерпенового ряда [1, 2], а также соответствующих β -аминоенонов, широко используемых в качестве фармацевтических средств, полупродуктов для получения красителей и биологически активных веществ, реагентов для пептидного синтеза, потенциальных гербицидов ингибирующего действия [3, 6].

С целью получения новых структурных аналогов природных соединений в ряду фурансодержащих β,γ -енонов нами предложен удобный препаративный метод синтеза 4-метил-1-(5-метил-2-фурил)-3-пентин-1-она (III) из легко доступного 2-изобутил-3-изопропил-1,5-ди(5-метил-2-фурил)пентан-1,5-диона (IV), полученного конденсацией 2-ацетилсильвана (I) с изомасляным альдегидом при умеренном нагревании метанольного раствора в присутствии едкого кали. При этом образуется равновесная смесь α,β (II)-и β,γ (III)- непредельных кетонов, подвергающихся межмолекулярной конденсации Михаэля с образованием карбаниона А, который в условиях проведения реакции трансформируется в β,γ - непредельный-1,5-дикетон (IV).



Последний в присутствии избытка трет-бутоксид калия в трет-бутаноле подвергается распаду, который может быть представлен как результат протекания ретрореакции Михаэля, приводя к диенолят-аниону В, нейтрализация которого уксусной кислотой при пониженной температуре сопровождается образованием исключительно β,γ -енона (III). Отсутствие в