

ВЛИЯНИЕ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЬ–ГИСТИДИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА РОСТ КОРНЕЙ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

А. Л. Рекиш, А. А. Шикер

Белорусский государственный университет;

v.mackievic@gmail.com;

науч. рук. – В.С. Мацкевич

Среди тяжелых металлов–загрязнителей никель занимает особое место, так как он чрезвычайно широко используется в промышленности. В индустриально развитых регионах уровни Ni^{2+} в среде часто превышают допустимые значения и оказывают токсическое действие на окружающую флору. Механизмы ответной реакции растений на никелевый стресс в настоящее время мало изучены. В данной работе было протестировано воздействие Ni^{2+} и комплексов Ni–Гистидин2 на рост корней трех важнейших сельскохозяйственных растений (пшеницы, подсолнечника и гороха).

Ключевые слова: никель; гистидин; тяжелые металлы; пшеница; подсолнечник; горох; рост; корень.

ВВЕДЕНИЕ

Никель является 22–ым по распространению элементом в земной коре и составляет 3% массы Земли [1]. Данный металл широко используется в промышленности при производстве нержавеющей стали, различных сплавов, аккумуляторов, элементов электротехники, медицинского и химического оборудования [2]. Поэтому в индустриально развитых регионах часто возникает проблема никелевого загрязнения.

Для растений никель является важным микроэлементом, в первую очередь он входит в состав фермента уреазы [3]. Тем не менее, потребность растений в нем не высока, для большинства видов концентрации Ni^{2+} свыше 10–50 мкМ вызывают токсические эффекты: тормозят ростовых процессов, подавляют фотосинтез, прорастание семян, транспорт сахара и индуцируют хлороз, некроз и увядание [4]. Кроме того, Ni^{2+} способен накапливаться в различных тканях растения, что дает возможность попаданию больших доз никеля по пищевым в организмы животных и человека.

Первичный и наиболее общий ответ растений на воздействие стресс–факторов среды – ингибирование ростовых процессов, происходящих вследствие переключения с использования ресурсов (энергии и метаболических предшественников) для накопления биомассы на использование их для активации защитных механизмов [5]. При этом основной мишенью большинства абиотических стрессоров выступают клетки корня. В связи с этим, анализ роста корней является одним из удобных и

информативных методов изучения влияния стресс-факторов на растительный организм, а также определения стрессоустойчивости различных видов и сортов. Целью настоящей работы являлся анализ влияния никеля и комплексов никеля с гистидином на рост корней трех сельскохозяйственных растений: пшеницы, подсолнечника и гороха.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были выбраны три важнейших сельскохозяйственных видов растений: *Triticum aestivum* L. сорт Элегия, *Helianthus annuus* L. гибрид Ореон, *Pisurn arvense* L. сорт Пелюшка. Растения культивировались рулонным методом. Семена обрабатывались 20 мин 20 % раствором коммерческого детергента (Domestos), промывались в проточной воде и высаживались на фильтровальную бумагу по десять семян в каждую после чего бумага сворачивалась в рулон и помещалась в стакан с питательной средой. Среда выращивания содержала 10 % стандартную смесь солей Мурашиге и Скуга с микроэлементами, произведенную компаниями Duchefa, рН титровался до уровня 6,0 при помощи КОН. В данную среду вводились тестируемые растворы NiCl_2 . Рулоны с подсолнечником переносились в ростовую комнату, где выращивались в контролируемых условиях (освещение 16 ч свет / 8 ч темнота, температура 22 °С) в течение 7 сут. На 7 сут регистрировалась длина основного корня, расчеты производились при помощи приложения ImageJ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ростовые тесты показали, что низкие концентрации Ni^{2+} (до 0,01 мМ) стимулировали рост основного корня пшеницы, однако при увеличении концентрации свыше 0,03 мМ Ni^{2+} наблюдалось ингибирование ростовых процессов (рисунок, панель А). Полунгибирующий эффект отмечался при 0,3 мМ Ni^{2+} , концентрация 10 мМ Ni^{2+} была летальной. В присутствии гистидина токсический эффект Ni^{2+} снижался и даже при летальной концентрации никеля в 10 мМ наблюдалось прорастание семян.

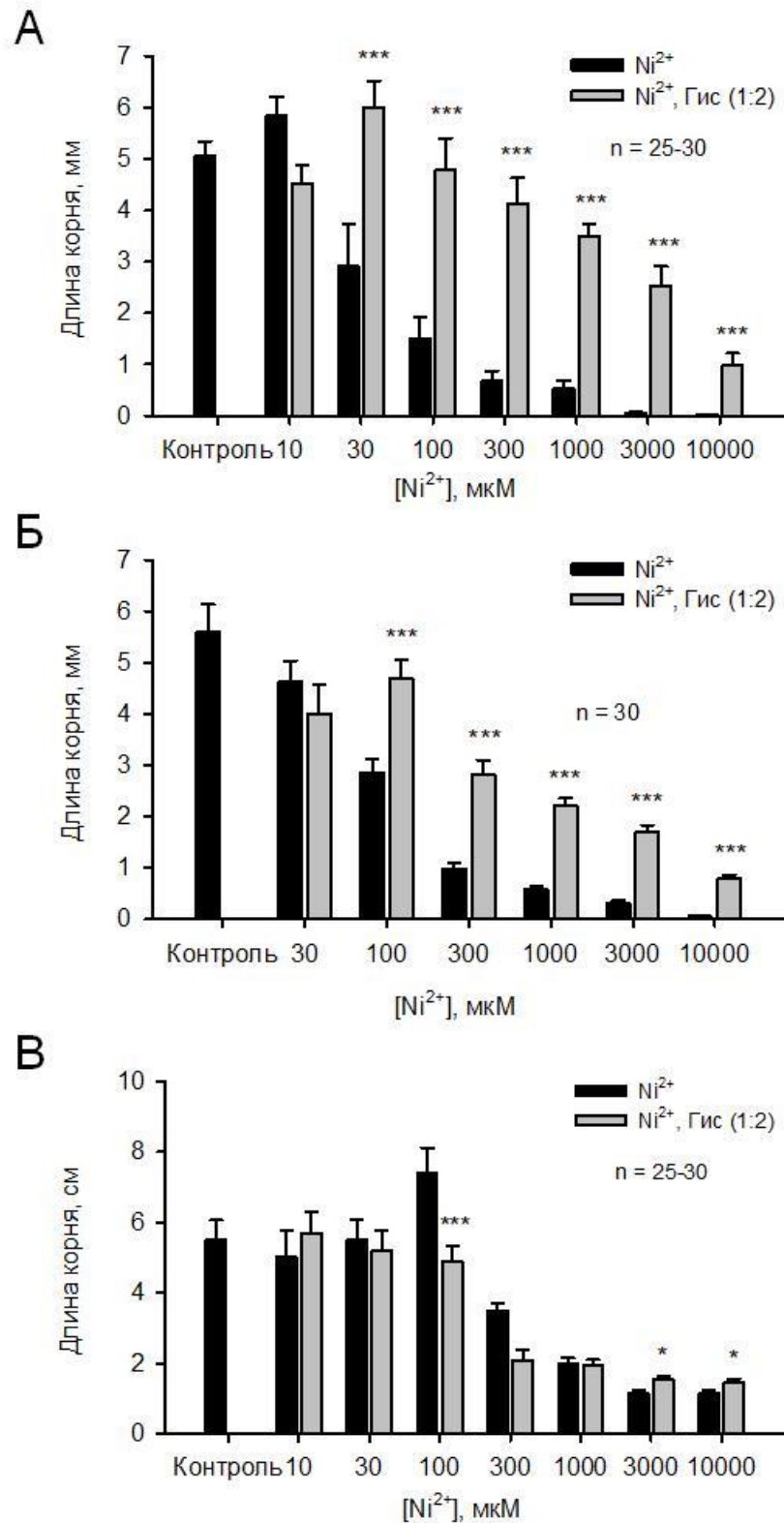


Рис. Средняя длина основного корня пшеницы (А), подсолнечника (Б) и гороха (В) при выращивании растений в среде, содержащей никель и никель–гистидиновые комплексы ($X \pm SE$, $n=25-30$). Достоверность различий рассчитывалась по отношению к длине корня у растений, культивируемых в среде с никелем (Ni^{2+}) при помощи ANOVA–теста: * – $p \leq 0,05$; *** – $p \leq 0,001$

В случае подсолнечника при выращивании растений в среде с никелем не наблюдалась стимуляция роста низкими концентрациями Ni^{2+} (рисунок, панель Б). Начиная с 0,1 мМ Ni^{2+} отмечалось ингибирование роста основного корня. Полумаксимальный ингибирующий эффект регистрировался при 0,3 мМ Ni^{2+} , концентрация 10 мМ Ni^{2+} была летальной. Добавление гистидина также оказывало протекторное действие, особенно заметное на фоне сублетальных и летальных уровней никеля.

Проростки гороха были более устойчивыми к обработке никелем (рисунок, панель В). Концентрация 0,1 мМ стимулировала ростовые процессы на 20%, начиная с 0,3 мМ Ni^{2+} отмечалось снижение скорости роста основного корня. Полумаксимальный ингибирующий эффект регистрировался при 1 мМ Ni^{2+} , небольшой рост отмечался и на фоне 10 мМ Ni^{2+} . Вероятно, меньшая чувствительность гороха к никелю связана с большей активностью уреазы в бобовых и, следовательно, высокой потребностью растений в никеле, входящим в состав данного фермента. Ведение гистидина в питательную среду имело меньший эффект по сравнению с другими видами, небольшое протекторное действие гистидина наблюдалось лишь при 3 и 10 мМ Ni^{2+} .

Таким образом, в данной работе было показано: 1) введение никеля в среду выращивания ингибирует рост основного корня пшеницы и подсолнечника в концентрациях свыше 0,1 мМ, гороха – свыше 0,3 мМ; 2) горох является менее чувствительным к никелю, т.к. при 10 мМ Ni^{2+} (летальной концентрации для других объектов) все еще наблюдается рост; 3) в присутствии гистидина токсический эффект Ni^{2+} снижается, особенно при высоких уровнях металла.

Библиографические ссылки

1. Toxicity and carcinogenicity of nickel compounds / T.P. Coogan [et al.] // Crit. Rev. Toxicol. – 1989. – Vol.19, №4. – P. 341–384.
2. Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения / И.В. Серегин, А.Д. Кожевникова // Физиология растений. – 2006. – Т 53. – С. 285–308.
3. Yaadav N. An account of nickel requirement, toxicity and oxidative stress in plants / N. Yaadav, S. Sharma // Biological forum – an international journal. – 2016. – Vol. 1, № 8. – P. 414–419.
4. Occurrence, physiological responses and toxicity of nickel in plants / T.V.M. Sreekanth [et al.] // Int. J. Environ. Sci. Technol. – 2013. – Vol. 10. – P. 1129–1140.
5. Mechanisms of salinity tolerance / R. Munns, M. Tester // Annu. Rev. Plant Biol. – 2008. – Vol. 59. – P. 651–681.