



СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ПРОРОСТКАХ ВИКИ (*VICIA SATIVA* L.) И НАКОПЛЕНИЕ ИМИ БИОМАССЫ В ПРИСУТСТВИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ

**Э.А. Абрамова,
В.В. Иванищев**

Тульский государственный
педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, Россия,
300026, г. Тула, пр. Ленина, 125.
E-mail: abramea@mail.ru

Исследовали формирование массы проростков вики в присутствии ионов никеля. Показано, что содержание воды в тканях проростков зависело от концентрации хлорида никеля в среде. Сделан вывод о том, что снижение транспирации частично связано с поддержанием оводнённости тканей растений.

Ключевые слова: хлорид никеля, проростки вики, биомасса, транспирация.

Введение

Механизмы влияния ионов тяжёлых металлов на растения могут иметь множественный характер: оказывать токсическое действие, нарушать водный обмен, генерировать избыточное количество активных форм кислорода и др. Важнейшей, если не одной из главных, характеристик, в обеспечении жизнеспособности растений, является состояние водного баланса. По этой причине водообеспеченность растений представляет собой одну из центральных проблем их экологической физиологии. Даже незначительные изменения этого показателя существенно меняют физиологические характеристики растительного организма. Более того, присутствие высоких концентраций тяжёлых металлов в почвенном растворе является причиной их токсичности вследствие нарушения таких параметров водного обмена, как содержание воды в тканях, водный потенциал, интенсивность транспирации [1]. Изученность этого вопроса в отношении растений на ранних этапах морфогенеза остаётся весьма слабой. Поэтому цель настоящего исследования состояла в изучении показателей водного баланса проростков в процессе их формирования на примере вики.

Материал и методы исследования

Объектом исследования служили проростки вики (*Vicia sativa* L.) сорта Орловская-84, семена которых перед проращиванием промывали в растворе марганцовокислого калия, после чего трижды промывали проточной водой и один раз – дистиллированной. Растения вики выращивали в виде водной культуры, используя дистиллированную воду в контрольном варианте и с добавлением ионов металла ($NiCl_2$) в опыте. Для получения проростков в чашки Петри помещали по 20 семян, наливали воду или раствор соли, закрывали для минимизации испарения и проращивали при температуре 20-23 °С. Для оценки действия ионов Ni на двенадцатые сутки после начала инкубации проводили измерение параметров водного обмена: массу формирующейся корневой системы, эпикотилиа и интенсивность транспирации. Определение интенсивности транспирации эпикотилиа проводили по известному методу [2].

Эксперименты проведены в трех-пяти биологических повторностях по три аналитические повторности в каждой. Результаты экспериментов обработаны статистически с использованием программы Excel. На рисунках приведены только средние величины. Десятичные логарифмы концентраций хлорида никеля приведены для величин 1, 10, 100, 1000, 10000 мкмоль/л, что соответствует концентрациям 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} . Уровень значимости результатов соответствует вероятности событий $P > 0,95$.

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных экспериментов показали, что характер изменения параметров роста и развития растений находился в прямой зависимости от концентрации растворов хлорида никеля. При концентрациях до 10^{-5} М сырая масса корня была выше или на уровне контрольного варианта (рис. 1).

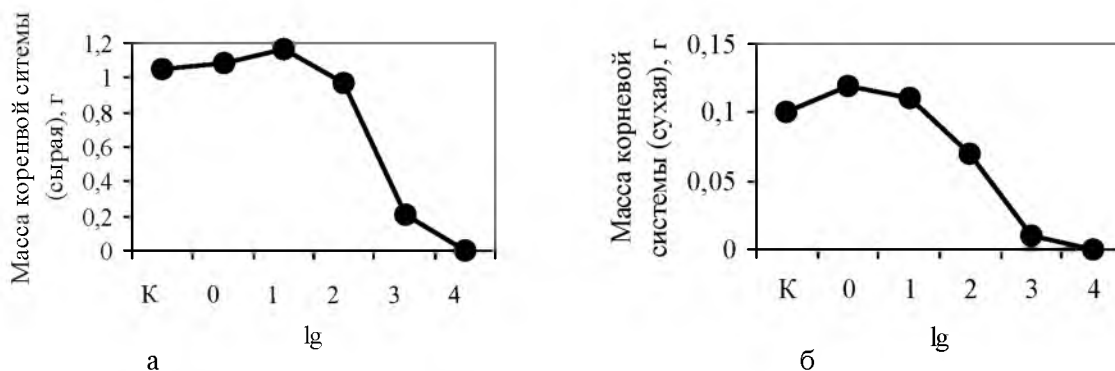


Рис. 1. Влияние хлорида никеля на сырую (а) и сухую (б) массу корневой системы проростков вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Дальнейшее увеличение концентрации ионов соли приводило к снижению показателя. Сухая биомасса корневой системы менялась в гораздо большей степени, причём общая картина изменения параметра не менялась (рис. 1 б). Более высокие показатели сухой массы корня могут свидетельствовать о положительном влиянии низких концентраций ионов никеля на процесс формирования тканей корневой системы. Далее наблюдали постепенное снижение сухой массы корня. Различие в характере снижения сырой и сухой массы корня свидетельствует о влиянии ионов никеля на водный потенциал тканей (рис. 1 а, б). Возможно, эта причина была главной в приостановке роста главного корня, изменении его окраски и отгнивания (при высоких концентрациях хлорида никеля). Уменьшение тургора в условиях эксперимента также может быть связано со снижением эластичности клеточных стенок сосудов, обусловленным частичным замещением кальция ионами металла и изменением проницаемости мембран [3, 4]. Кроме того, известно, что присутствие некоторых тяжёлых металлов в среде приводит к снижению содержания воды в клетках растений из-за уменьшения числа и диаметра сосудов ксилемы и ситовидных трубок флоэмы [5, 6].

Определение аналогичных параметров формирующегося эпикотилия показало, что характер накопления его сырой и сухой массы также различался (рис. 2 а, б).

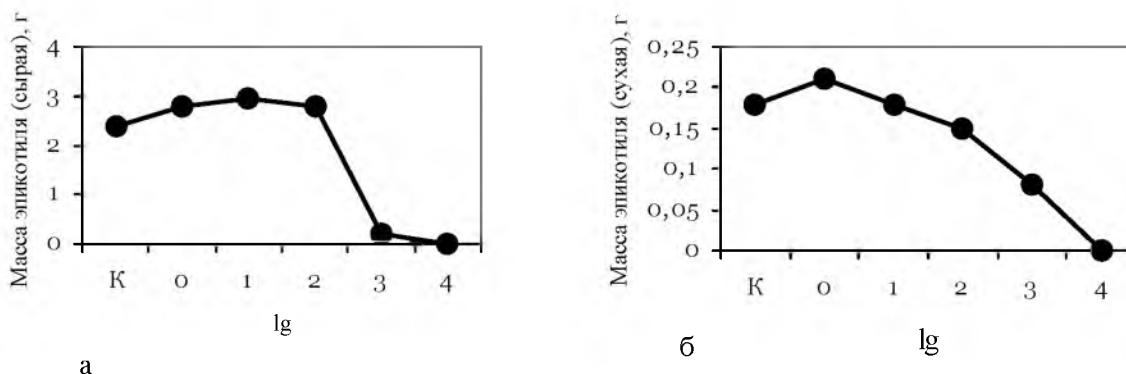


Рис. 2. Влияние хлорида никеля на накопление сырой (а) и сухой (б) биомассы эпикотилия проростков вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Близкие к контролю или более высокие показатели сырой массы эпикотилия наблюдали до концентрации менее 10^{-4} М, в то время как величина сухой массы была ниже контрольного варианта уже при концентрации, равной 10^{-5} М. В растениях никель считается элементом с высокой подвижностью, характерной для основных биогенных элементов. Поэтому представленные результаты предполагают, что соль никеля, проникая в формирующиеся проростки, вызывает повышенное поглощение воды для поддержания необходимой ионной силы раствора цитоплазмы. Это обусловлено либо накоплением ионов никеля в цитоплазме, либо их перекачкой в вакуоли [1]. Данные рис. 1 и 2 свидетельствуют о том, что ионы соли никеля оказывали существенно больший эффект на водный режим эпикотилия, чем корневой системы. Тем не менее, при низких концентрациях ионов никеля стимулирующий эффект в формировании эпикотилия был аналогичен тому, что наблюдали для корневой системы (рис. 1 а, б).

Снижение накопления сухого вещества при концентрациях соли выше, чем 10^{-5} М, можно объяснить токсическим действием металла на биосинтетические процессы, прежде все-

го, через негативное влияние на активность ферментов. С этой позиции толерантность проростков вики при более высоких концентрациях хлорида никеля вплоть до 10^{-4} М достигается, по-видимому, за счет изменения именно водного баланса растительных организмов.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что хлорид никеля влияет на водный обмен формирующихся проростков. Одним из его показателей является содержание воды. Его определение в органах вики показало, что кривые имели сходный характер (рис. 3 а, б)

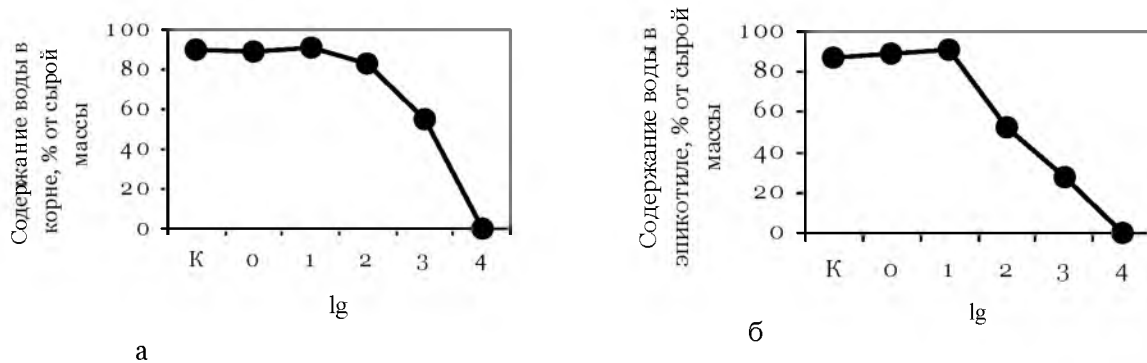


Рис.3. Содержание воды в корнях (а) и эпикотили (б) вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Оводнённость тканей корня поддерживалась на достаточно высоком уровне до примерно 10^{-4} М, в то время как эта характеристика тканей эпикотили резко падала после концентрации хлорида никеля, равной 10^{-5} М. Результаты показывают, что клетки корневой системы вики обладают большей водоудерживающей способностью, что, по-видимому, и позволяло эпикотилу поддерживать достаточно долго (до концентрации примерно 10^{-4} М) высокие показатели сырой массы (рис. 1, а).

Интересные результаты были получены при анализе соотношения сырой и сухой массы эпикотиль/корень (рис. 4).

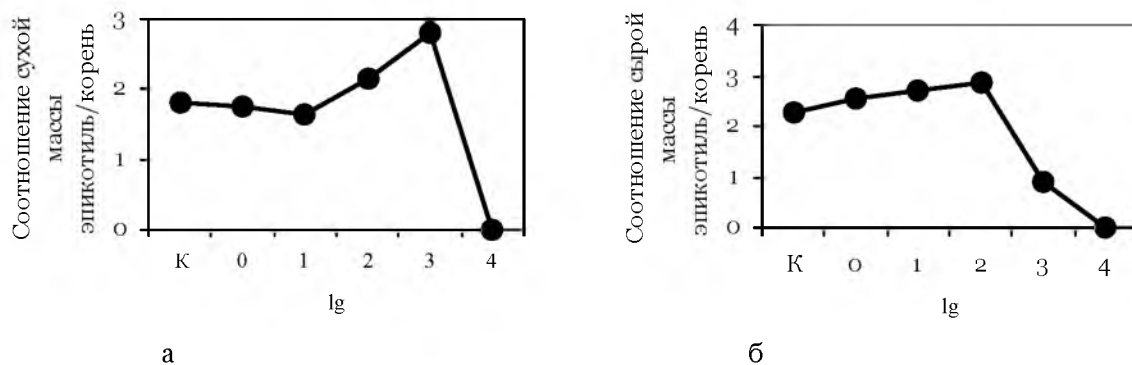


Рис. 4. Влияние хлорида никеля на соотношения сырой (а) и сухой (б) массы эпикотиль/корень растений вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Отношение сырой массы эпикотиль/корень было аналогичным выше представленным зависимостям, что может свидетельствовать о поддержании равновесия водного баланса между органами проростков вики. В то же время величина отношения сухой массы эпикотиль/корень вначале слабо снижалась, после чего неожиданно стала расти (рис. 4, б). Такая картина может говорить о том, что, при начальных концентрациях соли происходило сбалансированное формирование корневой системы и проростков. Далее, несмотря на близкие к летальным концентрации соли никеля, происходило перераспределение ассимилятов, относительно большая доля которых шла на формирование биомассы эпикотили. Такие результаты предполагают, что хлорид никеля при высоких концентрациях оказывает относительно большее негативное влияние на формирование корня. Это может быть связано с накоплением никеля в корневых волосках или отвлечением ассимилятов на индукцию синтеза фитохелатинов [1].

Исследование интенсивности транспирации формирующихся проростков вики показало картину, аналогичную представленным выше (рис. 5).

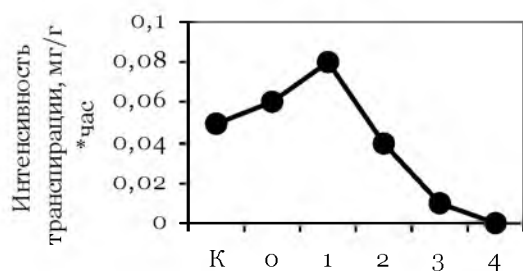


Рис.5. Интенсивность транспирации проростков вики (К – контроль, lg – логарифм концентрации $NiCl_2$)

Анализ полученных результатов позволяет говорить о том, что кривая зависимости похожа по характеру на зависимость содержания воды в эпикотиле (рис. 3, б). При этом до концентрации 10^{-5} М показатели были выше или на уровне контрольного варианта. Далее они падали, достигая нулевых значений. Тем не менее, наблюдаемое резкое снижение транспирации до 10^{-4} М могло отчасти способствовать поддержанию относительно высокого содержания воды в проростках до этой концентрации хлорида никеля в среде (рис. 2, а). По литературным данным снижение транспирации листьев пшеницы в присутствии ионов никеля предотвращало потерю воды [1]. Однако отсутствие необходимой листовой поверхности у проростков не позволяет растениям в полной мере использовать этот механизм.

Однако отсутствие необходимой листовой поверхности у проростков не позволяет растениям в полной мере использовать этот механизм.

Заклучение

Таким образом, проведенное исследование показало разнообразие влияния ионов хлорида никеля на характеристики водного обмена и накопление биомассы формирующихся проростков вики в зависимости от концентрации соли. В целом наблюдаемые эффекты могут быть объяснены влиянием на водный режим, активность ферментов, изменение структуры проводящих тканей, а также на гормонально-ингибиторный баланс растений. Следует также отметить, что значительное снижение исследованных показателей при высоких концентрациях хлорида никеля отчасти, возможно, связано с присутствием высоких концентраций, скорее ионов хлора, чем никеля, что требует, однако, экспериментального подтверждения. Тем не менее, полученные результаты свидетельствуют о тесной взаимосвязи между поддержанием водного баланса и накоплением биомассы формирующимися проростками вики в присутствии в среде ионов хлорида никеля.

Список литературы

1. Копкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. – М.: Дрофа, 2010. – 635 с.
2. Грязнов В.П. Руководство к лабораторным и экспериментальным работам по физиологии растений. – Белгород: БелГУ, 2006. – 120с.
3. Демченко Н.П., Калимова И.Б., Демченко К.Н. Влияние никеля на рост, пролиферацию и дифференциацию клеток корневой меристемы проростков *Triticum aestivum* // Физиология растений. 2005. – Т. 52. – № 2 – С. 250–258.
4. Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Физиологическая роль никеля и его токсическое действие на высшие растения // Физиология растений. 2006. – Т. 53. – № 2 – С. 285-308
5. Сливинская Р.Б. Нарушение водного баланса растений под действием тяжелых металлов // II съезд ВОФР. – М., 1992. – С. 195.
6. Шматько И.Г., Григорюк И.А., Шведова О.Е. Устойчивость растений к водному и температурному стрессу. – Киев: Наук. думка, 1989. – 224 с.

THE WATER CONTENT IN VETCH (*VICIA SATIVAL*.) SEEDLINGS AND ITS BIOMASS FORMATION IN THE PRESENCE OF NICKEL IONS

E.A. Abramova, V.V. Ivanishchev

L.N.Tolstoy Tula State Pedagogical University, Lenin Prospect, 125, Tula, 300026, Russia

E-mail: abramea@mail.ru

It has been studied the biomass formation of vetch seedlings in the presence of nickel ions. It was shown that the water content in seedlings tissues depends on the nickel chloride concentration in the mixture. It has been concluded that the fall of transpiration is partially connected with the maintenance of plant tissues water content.

Key words: nickel chloride, vetch seedlings, biomass, transpiration.