

НАКОПЛЕНИЕ СВИНЦА РАСТЕНИЯМИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ И ВИБРАЦИЙ

П. К. Хиженков, М. В. Нецветов

Донецкий национальный университет

НАКОПИЧЕННЯ СВИНЦЮ РОСЛИНАМИ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТРУМІВ ТА ВІБРАЦІЙ

Вивчали зміну ростових показників (схожості n і середніх довжин l_{cp} проростків) ячменю, кукурудзи та соняшника при замочуванні й поливі 1%-м розчином оцтовокислого свинцю та дії вібрації або змінного електричного струму в діапазоні низьких та наднизьких частот. Показано, що частотні залежності ростових показників відрізняються для різних видів рослин. Зміна l_{cp} має різноспрямований характер при різних частотах вібрацій, а при дії струму полягає здебільшого в зниженні.

Ключові слова: вібрації, струми, свинець, ростові показники.

P. K. Khizhenkov, M. V. Netsvetov

Donetsk National University

LEAD' ACCUMULATION OF PLANTS AFFECTED BY ELECTRIC CURRENT AND VIBRATION

The influence of some special conditions on the growth indices of barley, Indian corn and helianthus are examined in the present article. The mentioned above conditions includes plants watering by the 1% plumbum acetate solution and presence of a vibration or an alternating voltage in the range of low and ultralow frequencies. It is shown that the effect of a vibration bring significant different influence on the average long lav of the coleoptiles and epicotyls. The non monotonous depending of this indices on the vibrations' frequencies (f) was determined. Also it was found that lav coefficient decreases during electric currents changes.

Keywords: vibrations, current, salts, plumbum, growing indices

Электрические токи и механические колебания – вибрации – широко распространены в природе, вблизи и на территориях промышленных предприятий, на транспорте, в авиации, космических полетах и являются одним из важных физических факторов, действующих на живые организмы (Фролов, 1989; Романов 1983; Протасов, 1982). Механические колебания и электрические явления естественного происхождения, влиянию которых постоянно подвержены живые организмы, вызываются различными геологическими и геофизическими явлениями и часто, в силу прямого или обратного сейсмoeлектрического эффекта, сопутствуют друг другу (Черняк, 1975). Существование этих экологических факторов на протяжении всей эволюции живого и связь с другими абиотическими факторами способствовало не только выработке у организмов структур для приспособления к их действию, но и их использованию как носителей определенной информации об изменениях в среде обитания. Проводимые исследования подобных реакций в большей степени относятся к животным и лишь единичные работы посвящены растениям.

Тем не менее сейчас совершенно ясно, что действие на развивающийся растительный организм физических факторов с параметрами, при которых в контролируемых лабораторных условиях они не вызывают заметных сдвигов ростовых показателей, становится наиболее выраженным при наличии дополнительных лимитирующих факторов, например солей тяжелых металлов (Хиженков, 1999, 2001 (*a, b, c*); Кузик, 2001). Так, при действии электрического тока либо вибрации или магнитного поля на зерновки ячменя или пшеницы, замачиваемые в растворе водорастворимых солей

тяжелых металлов, существенно изменяются всхожесть, средние длины проростков и содержание в них этих металлов по сравнению с контрольными опытами. При этом различные значения параметров физических факторов (например, частоты) могут иметь разнонаправленный эффект.

Подобные исследования представляют не только самостоятельный интерес. Отмеченное выше свойство физических факторов дает основания предположить возможность их применения с целью биологической «очистки» загрязненных почв путем усиления накопления растениями тяжелых металлов. В первую очередь это относится к электрическим токам, так как их генерирование в полевых условиях на достаточно большой площади технически наименее сложно. При этом необходимо проведение исследований биологической активности физических факторов не только во время набухания семян, но и в последующие периоды, и не только на примере ячменя, но и на примере растений, набирающих большую массу за полевой сезон. В связи со сказанным выше, целью настоящей работы было выяснение особенностей реагирования ячменя, кукурузы и подсолнечника на воздействие вибрации и электрического тока при наличии свинцового загрязнения среды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В экспериментах контрольные и опытные выборки ($n = 50$ шт. для каждой) зерновок ячменя и кукурузы и семян подсолнечника в течение 8 часов замачивали в 1 %-м растворе уксуснокислого свинца, который также использовали для полива при дальнейшем проращивании семян. Семена опытных выборок подвергали ежедневно действию электрического тока либо механических колебаний в течение 7 суток по 7–8 часов в сутки. После завершения эксперимента подсчитывали количество проростков (n) и измеряли их средние длины (l среднее). Так как эксперименты проводились в течение довольно длительного времени, а также для удобства сравнения результаты, полученные в опытных выборках, относили к контрольным:

$$N = n \text{ среднее опыт} / n \text{ среднее контроль,}$$

$$L = l \text{ среднее опыт} / l \text{ среднее контроль.}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из рис. 1, *a*, механические колебания оказывают наибольшее влияние на проращивание зерновок ячменя (эффект отсутствует лишь на частотах f 40 и 70 Гц). Вместе с тем очень высокое значение относительного количества проростков N при $f = 60$ Гц, по всей видимости, связано не только с увеличением всхожести при действии вибрации, но и с ее снижением в момент проведения данного опыта в контроле. Как показано в более ранних наших исследованиях, вариации всхожести контрольных выборок могут изменяться не только в зависимости от сезона, но и от фазы гелиогеофизических ритмов. Не обсуждая, однако, конкретных причин снижения всхожести в контроле данного эксперимента, отметим, что абсолютные показатели (n) от эксперимента к эксперименту больше варьировали в контрольной, чем в опытной группе.

Влияние механических колебаний на всхожесть кукурузы и подсолнечника оказалось незначительной почти при всех значениях частот (рис., *a*). Так, у подсолнечника лишь при частотах 2 и 20 Гц всхожесть соответственно снизилась в 0,74 раза и возросла в 1,38 раз.

Влияние вибрации на растения в большей степени отразилось на относительных значениях средних длин L (рис., *b*). По своей направленности оно оказалось не однозначным при различных частотах колебаний, однако конкретные зависимости относительных средних длин от частоты механических колебаний $L(f)$ для ячменя, кукурузы и подсолнечника не одинаковы. Так, статистически значимое увеличение средних длин проростков ячменя происходит при частотах 20, 40, 50, 85 и 100 Гц, при остальных значениях f достоверных отличий от контроля не было. Зависимость $L(f)$ для кукурузы имеет несколько иной вид, увеличение L более чем в 1,2 раза ($p <$

0,95) произошло лишь при $f = 2$ Гц, а достоверное снижение – при 20 Гц. Значительное ($p > 0,99$) возрастание L наблюдается среди проростков подсолнечника на частотах 2 и 10 Гц, а снижение – при $f = 30$ Гц.

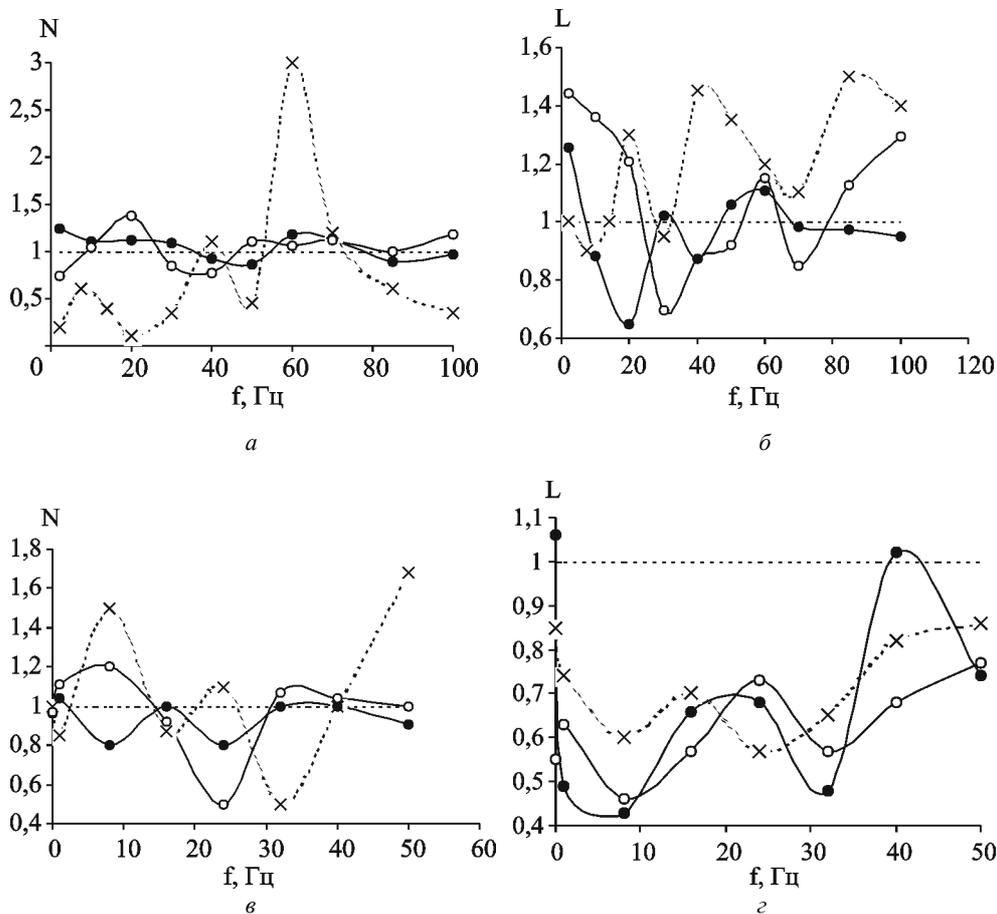


Рис. 1. Зависимость относительных показателей всхожести N и средних длин проростков L от частоты f вибрации (а, б) и электрического тока (в, г) в условиях полива растворами соли свинца проростков ячменя (×), кукурузы (●) и подсолнечника (○); пунктир без маркера – контроль

Действие электрического тока на всхожесть семян также оказало неоднозначное влияние (рис. 1, в). Зерновки ячменя оказались наиболее реактивными по этому показателю: при частотах 8 и 50 Гц N возросло более чем в 1,4 раза, а при частоте 32 Гц значительно снизилось. Всхожесть кукурузы при действии тока разных частот изменялась незначительно, а у подсолнечника N увеличивалось в 1,2 раза при частоте 8 Гц и уменьшалось в 0,5 раза при частоте 24 Гц.

Как видно из рис. (г), изменение средних длин проростков в выборках опытных семян всех видов в целом схожее – влияние электрического тока на всех частотах выразилось в значительном и высоко-достоверном ($p > 0,99$) снижении относительных показателей L (исключение – частоты 2 и 40 Гц для кукурузы, при которых эффекта не было).

ВЫВОДЫ

Учитывая проведенные нами ранее исследования (Хиженков, 1999), в которых показана корреляция ростовых показателей в выборках семян с накоплением ими ионов тяжелых металлов, можно утверждать, что под влиянием механических колебаний и электрических токов определенных частот происходит изменение накопления ионов тяжелых металлов семенами или проростками растений. Эти изменения могут носить разнонаправленный характер при различных частотах физических факторов, а сами частотные зависимости отличаются для растений разных видов с разным относительным содержанием углеводов и жиров и отличиями в физиологических механизмах прорастания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Кузик А. В.** Ионофоретическая активность низко- и сверхнизкочастотных электрических токов и механических колебаний / А. В. Кузик, П. К. Хиженков // Праці наукової конференції Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи за період 1999–2000 рр. (Секція біологічних наук). – Донецьк, 2001. – С. 61-65.
- Протасов В. Р.** Введение в электроэкологию / В. Р. Протасов, А. И. Бондарчук, В. М. Ольшанский. – М.: Наука, 1982. – 335 с.
- Романов С. Н.** Биологическое действие механических колебаний. – Ленинград, 1983. – 208 с.
- Фролов К. В.** Вибрационная биомеханика. Использование вибрации в биологии и медицине / К. В. Фролов, А. С. Миркин, В. Ф. Машанский. – М.: Наука, 1989. – 142 с.
- Хиженков П. К.** Проницаемость мембран клеток семян растений для ионов тяжелых металлов в условиях действия переменных магнитных полей / П. К. Хиженков, Н. В. Александрова, М. В. Нецветов // Доп. НАНУ. – 1999. – № 8. – С. 166-169.
- Хиженков П. К.** Влияние низко- и сверхнизкочастотных переменных магнитных полей на ионную проницаемость клеточных мембран / П. К. Хиженков, Н. В. Добрина, М. В. Нецветов, В. М. Дрибан // Доп. НАН України. – 2001. – № 4. – С. 161-164.
- Хиженков П. К.** Ионофоретическая активность низко- и сверхнизкочастотных электрических токов / П. К. Хиженков, А. В. Кузик, М. В. Нецветов, Н. И. Добрица // Доп. НАНУ. – 2001. – № 5. – С. 165–167.
- Хиженков П. К.** Изменение проницаемости клеток семян ячменя для отрицательных органических ионов в зависимости от частоты действующего переменного магнитного поля / П. К. Хиженков, М. В. Нецветов, Т. П. Кисляк, Н. В. Добрица // Доп. НАН України. – 2001. – № 3. – С. 179-180.
- Черняк Г. Я.** О прямом и обратном сейсмоэлектрическом эффектах в осадочных породах при синусоидальном возбуждении // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1975. – № 7. – С. 117-121.

Надійшла до редколегії 25.05.06