

СТІЙКІСТЬ РИЖІЮ ЯРОГО ДО ВПЛИВУ ХРОМУ НА РАННІХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ

С.О. Яковлєва-Носарь, А.М. Ткачук, В.О. Лях

Запорізький національний університет

Встановлено, що показники проростання насіння (енергія та динаміка) не характеризують стійкості рослин до дії токсиканта. В проростків найбільшою мірою гальмувався ріст кореня. З точки зору фітореMediaції більш перспективним є сорт Престиж.

Ключові слова: характеристика проростання, вегетативний орган проростків, фітореMediaція, рижій ярий.

Вступ. До групи економічно вигідних та екологічно виправданих екстенсивних методів, які застосовуються за умов забруднення важкими металами, належить фітореMediaція [1]. Перспективним її напрямом є фітоекстракція – видалення важких металів (ВМ) із забруднених ґрунтів тривалим вирощуванням рослин. Цей прийом є низьковитратним. Його вартість може становити лише 5 % витрат порівняно з іншими способами відновлення забруднених металами екосистем [2–4].

За твердженням низки авторів [5], потенціал рослин для фітоекстракції ВМ залежить від їх концентрації у пагонах і врожаю біомаси цих органів. Зазвичай видам-гіперакумуляторам ВМ (наприклад *Thlaspi caerulescens*) притаманна екстраординарна їх акумуляція та стійкість, але низька врожайність біомаси. Проте, сучасними дослідженнями доведена доцільність використання деяких олійних культур для фітореMediaції забруднених ВМ ґрунтів – гірчиці білої (*Sinapis alba*) [1], гірчиці сарептської (*Brassica juncea*) [6–8].

Останнім часом спостерігається відновлення інтересу до невиправдано забутої культури – рижію ярого, що пояснюється практичними потребами. Його олія використовується у багатьох галузях народного господарства [9]. Розширення площ посівів рижію ярого може супроводжуватися одночасним його використанням в якості рослини-фітореMediaнта. Це потребує дослідження його реакції на надлишкові концентрації ВМ у сільськогосподарських ґрунтах, наприклад, у сфері впливу емісій промислових міст.

У зв'язку із зазначеним вище, мета нашої роботи – оцінити стійкість трьох сортів рижію ярого до впливу надлишку хрому (III) на ранніх стадіях розвитку.

Матеріал і методи досліджень. Об'єктом дослідження були рослини рижію ярого посівного (*Camelina sativa* L. Crantz) трьох сортів: Зевс, Престиж і Славутич. Насіння кожного сорту поміщали в чашки

Петрі на сіточки по 30 шт. Всі варіанти досліду аналізувалися у трьох повтореннях. Пророщення насіння здійснювали за температури 25 ± 2 °С в умовах природного освітлення. Контрольні екземпляри зростали на дистильованій воді, а дослідні – при додаванні до дистильованої води солі $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Проведенням рекогносцирувального експерименту була підібрана робоча концентрація токсиканта – 20,0 мг/л.

Аналізували динаміку проростання насіння, визначали енергію цього процесу; у динаміці (на 5-ту, 8-у та 12-ту добу) здійснювали морфометричні вимірювання довжини кореня, гіпокотилу та площі сім'ядольних листків проростків. Одержані експериментальні дані оброблені статистичними методами [10].

Результати досліджень та їхнє обговорення. Проростання насіння досліджених сортів рижію ярого спостерігалось на 2-у добу експерименту. На цей самий час припадає максимум інтенсивності даного процесу. Енергія проростання у контрольних екземплярів сорту Зевс становила 82 %, Престиж – 87 і Славутич – 61 %. У варіанті із внесенням хрому (III), відповідно, – 79, 80 та 53 %. На 3-тю добу дослідження зафіксований різкий спад інтенсивності проростання насіння всіх сортів рижію ярого у контрольному і дослідному варіантах. Повне припинення проростання насіння за умов контрольного варіанту відзначалося на 6-ту добу у сорту Престиж, на 7-у – сорту Зевс. Найбільш пролонгованим цей процес виявився у сорту Славутич: проростання припинилося на 11-ту добу експерименту. За дії важкого металу жодної пророслої насінини не фіксувалося у сорту Престиж вже на 7-у добу, у сорту Зевс – на 8-у, а у випадку із сортом Славутич – на 10-ту.

Отже, характеристики проростання насіння рижію ярого істотно не змінюються за умов впливу хрому (III) порівняно з контролем.

На насінні інших сільськогосподарських рослин (кукурудза, пшениця, ячмінь, огірок та ін.) була показана стійкість їх проростання до важких металів [11]. Це пояснюється низькою проникністю для важких металів насінних покривів більшості видів, що було доведено гістохімічними методами.

Дані, наведені у таблиці, свідчать про те, що найбільш чутливим до дії хрому (III) вегетативним органом проростків рижію ярого є корінь.

Найменше порівняно з контролем змінюється інтенсивність ростових процесів у сім'ядольних листків. Отже, ранжувальний ряд стійкості вегетативних органів проростків рижію у міру її збільшення має такий вигляд: корінь, гіпокотиль, сім'ядольні листки.

Незважаючи на комплексний підхід до оцінки стійкості рослин до впливу стресорів, автори на прикладі сільськогосподарських і деяких декоративних квіткових рослин [12, 13] вказують на більшу чутливість кореня порівняно з надземною частиною. Тобто саме зміни активності ростових процесів кореня за впливу токсикантів можуть слугувати параметром для проведення експрес-тестів з оцінки забрудненості довкілля конкретним забрудником.

**Морфометричні параметри проростків рижію ярого
за дії надлишку хрому (III)
(дані за 2012 рік)**

Доба	Варіант	Довжина кореня, см	% від контролю	Довжина гіпокотилію, см	% від контролю	Площа сім'ядольних листків, см ²	% від контролю
сорт Зевс							
5	контроль	5,41±0,65	–	1,85±0,02	–	0,24±0,01	–
	дослід	0,73±0,03***	13,5	1,39±0,05***	75,1	0,23±0,01	95,8
8	контроль	5,59±0,21	–	2,05±0,04	–	0,28±0,01	–
	дослід	0,79±0,38***	14,1	1,59±0,05***	77,6	0,33±0,01***	117,9
12	контроль	6,05±0,22	–	2,56±0,05	–	0,42±0,01	–
	дослід	1,01±0,04***	16,7	1,86±0,04***	72,7	0,49±0,01***	116,7
сорт Престиж							
5	контроль	4,35±0,19	–	1,58±0,06	–	0,26±0,01	–
	дослід	0,82±0,04***	18,9	1,49±0,05	94,3	0,28±0,01	107,7
8	контроль	4,53±0,18	–	1,82±0,05	–	0,32±0,01	–
	дослід	1,18±0,04***	26,1	1,79±0,05	98,4	0,37±0,01***	115,6
12	контроль	4,91±0,18	–	2,29±0,05	–	0,42±0,01	–
	дослід	1,61±0,04***	32,8	2,05±0,04***	89,5	0,45±0,01	107,1
сорт Славутич							
5	контроль	1,86±0,25	–	1,16±0,15	–	0,25±0,01	–
	дослід	0,40±0,02***	21,5	1,50±0,08	129,3	0,26±0,01	104,0
8	контроль	2,29±0,26	–	1,61±0,08	–	0,29±0,01	–
	дослід	0,67±0,03***	29,3	1,80±0,08	111,8	0,26±0,01	89,7
12	контроль	2,84±0,25	–	2,18±0,08	–	0,38±0,01	–
	дослід	0,99±0,04***	34,9	2,05±0,08	94,0	0,43±0,01***	113,2

Примітка. *** – відмінності між контрольним і дослідним варіантом суттєві при $p < 0,001$

З цієї точки зору рослини досліджуваних сортів рижію ярого не стали виключенням по відношенню до хрому (III).

Що ж стосується реакції вивчаємих сортів рижію ярого, то найбільш істотно гальмувалися ростові процеси вегетативних органів проростків сорту Зевс, а у решти сортів – у меншому ступені (Зевс>Престиж=Славутич).

Вплив солі хрому (III) призвів до появи візуальних ознак зміни кольору та морфології вегетативних органів проростків рижію ярого. При цьому відзначалися такі прояви, як: хлорози і плямисті некрози сім'ядольних листків, скручування гіпокотилію, корінь набував веретеноподібної форми, а його кінчик жовтів. Цікаво, що подібні дефекти спостерігалися частіше у проростків сорту Славутич (48,5 % від загальної кількості проростків у варіанті з хромом). У рослин сорту Зевс цей показник склав 32,7 %, а у сорту Престиж – 22,4 %.

Отже, вивчена концентрація хрому (III) призводила до найбільш істотного гальмування ростових процесів у проростків сорту Зевс. Реакція решти сортів виражена в меншій мірі. Проте, з урахуванням дефектів, які виникають у проростків за дії надлишку хрому в середовищі вирощування, більшу стійкість до впливу дослідженого важкого металу виявили рослини сорту Престиж.

Висновки. Характеристики проростання насіння усіх вивчених сортів рижію ярого за умов дії хрому (III) практично не відрізняються від контрольних

значень, тому вони не є показовими в оцінці ступеня стійкості рослин до дії токсиканта. В найбільшому ступені досліджена концентрація хрому (III) інгібувала ростові процеси кореня проростків рижюю ярого. Ряд стійкості вегетативних органів проростків у міру її збільшення має такий вигляд: корінь, гіпокотиль, сім'ядольні листки. Більш перспективним стосовно фітореMediaційної функції видається сорт Престиж.

Література

1. Автухович И.Е. Индуцированная фитореMediaция как экстенсивный метод восстановления загрязненных почв и грунтов / И.Е. Автухович // *Агрехимический вестник*. – 2010. – № 2. – С. 39–40.
2. Прасад М.Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами / М.Н. Прасад // *Физиология растений*. – 2003. – 50, № 5. – С. 764–780.
3. Гуральчук Ж.З. ФітореMediaція та її роль в очищенні ґрунтів від важких металів та радіонуклідів / Ж.З. Гуральчук, І.М. Гудков // *Физиология и биохимия культ. растений*. – 2005. – Т. 37, № 5. – С. 371–383.
4. ФітореMediaція ґрунтів з полікомпонентним забрудненням пестицидами. Науково-методичні рекомендації / За наук. ред. акад. УААН О.І. Фурдичка. – К.: Інститут агроecології УААН, 2009. – 28 с.
5. Vassilev F. Cadmium phytoextraction: Present state, biological backgrounds and research needs / Vassilev F., Vangronsveld J., Yordanov J. // *Bulg. J. Plant Physiol.* – 2002. – 28, № 3-4. – P. 68–95.
6. Zhu Y.L. Cadmium tolerance and accumulation in Indian mustard is enhanced by over expressing γ -glutamylcysteine synthetase / [Zhu Y.L., Pilon-Smits E.A.H., Tarun A.S., Weber S.U., Jouanin L., Terry N.] // *Plant Physiol.* – 1999. – 121, № 4. – P. 1169–1177.
7. Zhu Y.L. Over expression of glutathione synthetase in Indian mustard enhances cadmium accumulation and tolerance / [Zhu Y.L., Pilon-Smits E.A.H., Tarun A.S., Weber S.U., Jouanin L., Terry N.] // *Plant Physiol.* – 1999. – 119, № 1. – P. 73–79.
8. Самохвалова В.Л. Некоторые аспекты изучения и оценки состояния загрязненной тяжелыми металлами системы почва-растение / Самохвалова В.Л., Фатеев А.И., Журавлева И.М. // *Агроеcологичний журнал*. – 2008. – № 4. – С. 38–44.
9. Кулакова С.Н. О растительных маслах нового поколения в нашем питании / Кулакова С.Н., Гаппаров М.М., Викторова Е.В. // *Масложировая промышленность*. – 2005. – № 1. – С. 4–8.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1992. – 256 с.
11. Серегин И.В. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // *Физиология растений*. – 2001. – Т. 48, № 4. – С. 606–630.
12. Иванов В.Б. Сравнение влияния тяжелых металлов на рост корня в связи с проблемой специфичности и избирательности их действия / В.Б. Иванов, Е.И. Быстрова, И.В. Серегин // *Физиол. раст.* – 2003. – 50, № 3. – С. 445 – 454.
13. Яковлева С.О. Влияние избытка хрома (Cr^{3+} и Cr^{6+}) на формирование корневых систем декоративных цветочных растений разного возраста // *Питання біоіндикації та екології*. – Міжвід. зб. наук. пр. – Запоріжжя: ЗГУ, 1999. – Вып. 4. – С. 83–94.

УСТОЙЧИВОСТЬ РЫЖИКА ЯРОВОГО К ВЛИЯНИЮ ХРОМА НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

С.О. Яковлева-Носарь, А.М. Ткачук, В.А. Лях

Установлено, что показатели прорастания семян (энергия и динамика) не характеризуют степень устойчивости растений к действию токсиканта. У проростков в наибольшей степени тормозился рост корня. С позиции фиторемедиации более перспективным является сорт Престиж.

FALSE FLAX RESISTANCE TO CHROMIUM INFLUENCE AT EARLY STAGES OF ONTOGENESIS

S.O. Yakovleva-Nosar', A.M. Tkachuk, V.A. Lyakh

It was established that the seed germination (emergence rate and dynamics) do not characterize the degree of plant resistance to the toxic agent effect. For seedlings the root growth was inhibited in the greatest extent. From the position of phytoremediation the Prestizh variety is more perspective.

*Рецензент: Комарова І.Б., канд. с.-г. наук, зав. лаб. селекції гібридів і сортів ріпака
Інституту олійних культур НААН.*

