

Demura T. A.

Cadmium and nickel combined influence on growth and development of the maize germinant

УДК 581.144.3:632.15

Т. А. Демура

Криворізький ботанічний сад НАН України

СПІЛЬНА ДІЯ НІКЕЛЮ ТА КАДМІЮ НА РІСТ І РОЗВИТОК ПРОРОСТКІВ КУКУРУДЗИ

Досліджено міру токсичного впливу спільної дії нікелю та кадмію на ріст і розвиток про-
ростків кукурудзи та можливість адаптації рослин до негативного впливу важких металів.
Показано специфічність протекторної дії регуляторів росту Емістиму С та Зеастимуліну за умов
спільного впливу нікелю та кадмію.

Extent of toxic influence of cadmium and nickel joint action on growth and development of the
maize germinant and plants' adaptation capabilities to negative influence of heavy metals was studied.
Specific protective activity of the phytohormones Emistim C and Zeastimulin under conditions of the
cadmium and nickel joint action was shown.

Вступ

Забруднення навколишнього середовища, особливо хімічними речовинами, –
один із найсильніших факторів порушення компонентів біосфери. Серед усіх
хімічних забруднювачів важкі метали мають особливе екологічне та біологічне
значення. В останні роки техногенний тиск на агроценози набуває все більших
масштабів [6]. Тому не викликають сумнівів питання встановлення ступеня нега-
тивної дії важких металів на ріст і розвиток рослин і пошуку заходів підвищення їх
металотолерантності. Одні з найтоксичніших серед важких металів – кадмій і
нікель. Окремі питання впливу надлишкового вмісту нікелю та кадмію в середо-
вищі вирощування на інтенсивність ростових процесів вивчались різними
дослідниками [2; 3]. Але токсичність спільної дії зазначених металів залишається
ще до сьогодні не з'ясованою. Відомо, що деякі регулятори росту можуть
підвищувати стійкість рослин до негативних факторів (посухи, високих і низьких
температур) [1]. Однак можливість використання вітчизняних регуляторів росту як

© Т. А. Демура, 2006

68

протекторів негативного впливу спільної дії нікелю та кадмію не вивчалась і потребує детального дослідження. Тому мета роботи – дослідження ступеня токсичного впливу спільної дії нікелю та кадмію, а також з'ясування можливості використання вітчизняних стимуляторів росту для підвищення адаптаційної здатності рослин до комплексного впливу важких металів.

Матеріал і методи досліджень

Один із загальних показників токсичного впливу важких металів на рослини – зменшення інтенсивності ростових процесів. До показників, за якими запропоновано оцінювати зміни росту рослин, можна віднести кореневий індекс (КІ) та індекс ростового інгібування (РІ).

Об'єкти досліджень – проростки кукурудзи гібриду Дніпровський 310 за дії іонів Cd^{2+} і Ni^{2+} у концентраціях 1 ГДК (мінімальна) та 10 ГДК (максимальна) та їх суміші: 1 ГДК Cd + 1 ГДК Ni ; 10 ГДК Cd + 10 ГДК Ni ; 1 ГДК Cd + 10 ГДК Ni ; 10 ГДК Cd + 1 ГДК Ni , а також на тлі зазначених вище концентрацій із використанням регуляторів росту. В експериментах застосовували біостимулятори Емістим С та Зеастимулін виробництва МНТЦ Агробіотех НАН України та МОН України у рекомендованих виробником концентраціях. Як джерело важких металів використовували наступні сполуки: $3 CdSO_4 \cdot 8 H_2O$ та $NiSO_4$. Для пророщування одну частину насіння замочували на 36 годин при температурі $+27...+28^\circ C$, другу – на 8 годин у розчинах регуляторів росту, потім переносили у дистильовану воду на 28 годин. Далі середовище вирощування замінювали на зазначені розчини важких металів. Через 48 годин вимірювали приріст головного кореня, маси надземної та підземної частин проростків. Кореневий індекс розраховували за D. Wilkinson [8], індекс ростового інгібування – за L. Leita [7].

Результати та їх обговорення

Встановлено, що за умов стресового впливу як високих, так і низьких концентрацій сполук кадмію та нікелю ріст і розвиток проростків кукурудзи пригнічується (табл.). Необхідно відзначити, що коренева система проростків виявилася чутливішою до негативного впливу металів, ніж надземна частина, що добре узгоджується з літературними даними [3–5].

Наведені в таблиці результати дозволяють стверджувати, що вже за дії мінімальних концентрацій суміші зазначених металів (1 ГДК Cd + 1 ГДК Ni) відбувається пригнічення накопичення біомаси та ростових процесів проростків. Приріст головного кореня зменшився в 4, маса кореневої системи – у 2,5, маса надземної частини – в 1,3 раза порівняно з контрольними рослинами. Коли до середовища вирощування вносився хоча б один з елементів у максимальній концентрації, спостерігалось істотніше інгібування росту, ніж у попередньому випадку. Про це свідчать значення розрахованих індексів – приріст головного кореня зменшувався на 43–54 %, маси надземної та підземної частин порівняно з проростками за дії мінімальних концентрацій суміші – на 2–37 та 13–30 % відповідно.

Аналіз експериментальних даних показує, що найменше пригнічення росту кукурудзи зафіксовано у варіантах дослідів за поодинокі дії мінімальних концентрацій металів. Разом із цим відмічено, що сульфат кадмію проявляє вищу токсичність порівняно з сульфатом нікелю. Про зазначену закономірність свідчить зменшення КІ в 1,3 раза, збільшення $PI_{надз.}$ на 63 та $PI_{підз.}$ на 43 %. Однак за максимальної концентрації більша токсичність кадмію проявлялась у меншій мірі, ніж нікелю: $PI_{надз.}$ та $PI_{підз.}$ збільшувались лише на 13 %, тоді як значення КІ були однако-

вими. Тобто в даному випадку надмірний вміст у середовищі токсикантів набуває більшого значення, ніж тип катіону. Разом із цим встановлено, що при мінімальному вмісті у середовищі вирощування суміші нікелю та кадмію ці метали посилюють негативну дію один одного. Таке припущення підтверджується отриманими величинами індексів. У варіанті досліду за спільної дії нікелю та кадмію значення показників $IP_{надз.}$ та $IP_{підз.}$ були на 56 та 37 % меншими, ніж за поодинокі дії нікелю та на 28 і 9 % відповідно за поодинокі дії кадмію в мінімальній концентрації.

Таблиця

Вплив нікелю та кадмію на ріст кореневої системи проростків кукурудзи

Варіант досліду		Середній приріст головного кореня, мм	T_{st}	V, %	KI	$IP_{підз.}$ %
Без застосування стимулятора	контроль	68,84 ± 1,81	–	18,63	–	–
	1 ГДК Cd + 1 ГДК Ni	16,06 ± 0,47	28,17	21,06	0,23	60,93
	10 ГДК Cd + 10 ГДК Ni	7,38 ± 0,22	33,63	20,28	0,11	72,46
	1 ГДК Cd + 10 ГДК Ni	9,00 ± 0,27	32,63	19,08	0,13	63,96
	10 ГДК Cd + 1 ГДК Ni	7,88 ± 0,24	33,32	19,29	0,11	69,20
	1 ГДК Ni	25,02 ± 0,66	22,70	18,84	0,36	38,50
	5 ГДК Ni	14,00 ± 0,42	29,44	19,78	0,20	69,05
	10 ГДК Ni	11,05 ± 0,33	31,34	19,19	0,16	75,19
	1 ГДК Cd	19,40 ± 0,59	25,93	21,02	0,28	55,12
	5 ГДК Cd	12,59 ± 0,36	30,43	18,71	0,18	61,64
	10 ГДК Cd	10,73 ± 0,33	31,51	20,78	0,16	66,50
Обробка Емістимом С	1 ГДК Cd + 1 ГДК Ni	26,50 ± 0,75	21,56	20,09	0,38	45,72
	10 ГДК Cd + 10 ГДК Ni	11,64 ± 0,34	26,73	21,90	0,17	63,67
	1 ГДК Cd + 10 ГДК Ni	17,30 ± 0,47	27,51	18,59	0,25	58,53
	10 ГДК Cd + 1 ГДК Ni	17,98 ± 0,57	31,00	19,90	0,26	58,80
	1 ГДК Ni	34,28 ± 0,91	17,02	18,80	0,50	26,80
	5 ГДК Ni	19,90 ± 0,63	26,66	20,93	0,29	58,71
	10 ГДК Ni	18,36 ± 0,54	25,50	22,03	0,27	57,53
	1 ГДК Cd	27,24 ± 0,71	21,34	16,76	0,40	45,68
	5 ГДК Cd	26,98 ± 0,79	21,15	20,34	0,39	55,21
	10 ГДК Cd	13,41 ± 0,44	29,71	21,54	0,19	65,85
Обробка Зеастимуліном	1 ГДК Cd + 1 ГДК Ni	13,37 ± 0,42	29,78	22,17	0,19	50,21
	10 ГДК Cd + 10 ГДК Ni	10,13 ± 0,41	31,58	22,68	0,15	67,07
	1 ГДК Cd + 10 ГДК Ni	11,73 ± 0,38	30,80	21,99	0,17	58,00
	10 ГДК Cd + 1 ГДК Ni	10,06 ± 0,29	31,99	16,35	0,15	64,86
	1 ГДК Ni	29,42 ± 0,67	20,38	15,80	0,43	35,59
	5 ГДК Ni	19,33 ± 0,57	26,03	20,76	0,28	61,72
	10 ГДК Ni	13,26 ± 0,31	30,19	16,09	0,19	65,09
	1 ГДК Cd	37,04 ± 1,11	14,96	21,15	0,54	41,58
	5 ГДК Cd	29,04 ± 0,88	19,72	21,33	0,42	44,81
	10 ГДК Cd	15,96 ± 0,39	28,49	16,71	0,23	59,53

Модельними дослідями доведено, що стимулятори росту підвищують толерантність проростків до умов стресового впливу кадмію та нікелю в усіх варіантах досліду. Однак відмічено певну специфічність дії регуляторів росту.

У варіантах дослідів за поодинокі дії кадмію та за спільної дії металів при максимальному вмісті кадмію Зеастимулін проявляв більший протекторний ефект, ніж Емістим С (рис.). У всіх інших варіантах менше пригнічення росту спостерігалось у проростків, оброблених Емістимом С.

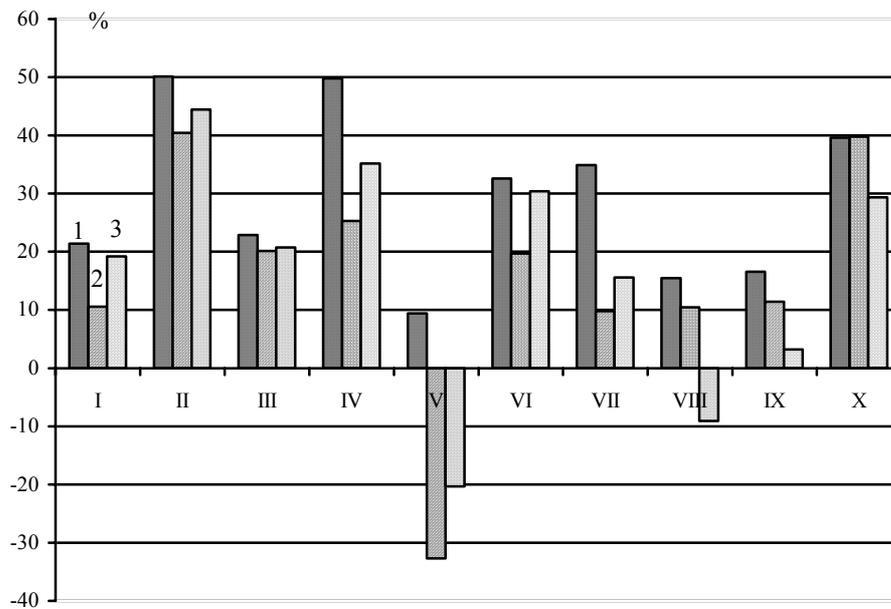


Рис. IRI_{надз.} проростків кукурудзи (%). 1 – без застосування стимулятора, 2 – обробка Емістимом С, 3 – обробка Зеастимуліном; I – 1 ГДК Cd + 1 ГДК Ni; II – 10 ГДК Cd + 10 ГДК Ni; III – 1 ГДК Cd + 10 ГДК Ni, IV – 10 ГДК Cd + 1 ГДК Ni; V – 1 ГДК Ni; VI – 5 ГДК Ni; VII – 10 ГДК Ni; VIII – 1 ГДК Cd, IX – 5 ГДК Cd, X – 10 ГДК Cd.

Використання регуляторів росту на фоні мінімальних концентрацій важких металів призводило не тільки до повного зняття інгібуючого ефекту, а і навіть до інтенсифікації росту проростків порівняно з контролем. Про це свідчать від'ємні значення IRI у зазначених варіантах дослідження.

Висновки

Пригнічення росту та розвитку кореневої системи та надземних органів проростків відбувається за дії гранично допустимих концентрацій нікелю та кадмію, причому кадмій проявляє більший негативний ефект. Встановлено, що регулятори росту пом'якшують токсичний вплив зазначених металів. Стрес, викликаний надмірним вмістом кадмію у середовищі вирощування, ефективніше знижувався Зеастимуліном, а нікелю – Емістимом С.

Робота виконана за грантом НАН України конкурсу проектів науково-дослідних робіт молодих учених НАН України (2005).

Бібліографічні посилання

1. **Григорюк І. П.** Регуляція вмісту абсцизової кислоти в листках картоплі та помідорів Полістимуліном К, Полістимуліном А-6І, Емістимом С в посушливих умовах / І. П. Григорюк, І. П. Нижник, Б. О. Курчій // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 33, № 3. – С. 241–244.
2. **Гришко В. Н.** Толерантность кукурузы к различным солям кадмия и никеля и содержание антиоксидантов / В. Н. Гришко, Д. В. Сищиков // Доповіди НАНУ. – 2002. – № 11. – С. 170–175.
3. **Кабата Пендиас А.** Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

4. **Влияние ионов кадмия** на ростовые показатели и содержание пигментов у растений *Avena sativa* L. / Г. Ф. Лайдинен, Н. М. Казнина, Н. А. Шибасева, А. Ф. Титов // Карелия и РФФИ. Тез. докл. конф., посвящ. 10-летию РФФИ. – Петрозаводск, 2002. – С. 34–35.
5. **Литинская Т. К.** Ответ проростков ячменя на действие кадмия / Т. К. Литинская, С. И. Сафонов // Экол. аспекты биол. исслед. – М.: Моск. гос. пед. ун-т, 1999. – С. 34–51.
6. **Nitrogen** and protein metabolism in young pea plants as affected by different concentrations of nickel, cadmium, lead and molybdenum / S. Kevresan, N. Petrovic, M. Popovic, J. Kandrac // J. Plant Nutr. – 2001. – Vol. 24, N 10. – P. 1633–1644.
7. **Response** of *Leguminosae* to cadmium exposure / L. Leita, M. D. Nobili, C. Mondini, M. T. B. Garcia // J. Plant Nutr. – 1993. – Vol. 16. – P. 2001–2012.
8. **Wilkinson D. A.** The measurement of tolerance to edaphic factors by means of root growth // New Phytol. – 1978. – Vol. 80, N 3. – P. 623–633.

Надійшла до редколегії 15.02.06.