

Cd²⁺和 Ni²⁺对小麦毒性的比较研究

刘吉祥, 马国良, 白冬梅, 王光忠, 徐 斌, 张芬琴, 李彩霞

(甘肃张掖师专生物系, 甘肃 张掖 734000)

摘 要: 研究了两种相同价态的重金属离子 Cd²⁺和 Ni²⁺在不同浓度下对小麦种子萌发及其幼苗生长的毒害作用。实验结果表明, 随着 Cd²⁺和 Ni²⁺浓度的增加, 小麦种子的发芽数量、速度和质量, 根和芽的生长速度及萌发种子的 α-淀粉酶活性均降低。浓度较低时, Cd²⁺的毒性大。反之, Ni²⁺的毒性大。推测 Cd²⁺和 Ni²⁺影响小麦生长发育的机理是不同的。

关键词: 离子; Cd²⁺; Ni²⁺; 发芽; 毒性; 小麦

中图分类号: X503. 231 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)04 – 0252 – 02

Phytotoxicity of Cadmium and Nickel on Wheat

LIU Ji-xiang, MA Guo-liang, BAI Dong-mei, WANG Guang-zhong, XU Bin, ZHANG Fen-qin, LI Cai-xia
(Department of Biology, Zhangye Teachers' College 734000 China)

Abstract: Phytotoxicity of both cadmium and nickel on wheat was conducted with an experiment. It has been found that germinating rate, index, vitality index, growth of wheat seedlings and the α-amylolytic activity in germinating seeds were decreased significantly by Cd²⁺ at 0.05—1.0 mmol · L⁻¹ and Ni²⁺ at 1.0 mmol · L⁻¹, respectively. In addition, it was discovered that phytotoxicity of Cd²⁺ is stronger than Ni²⁺ at lower concentration, but phytotoxicity of Ni²⁺ is stronger than Cd²⁺ at higher concentration.

Keywords: cadmium; nickel; phytotoxicity; wheat

近年来, 国内外已有大量有关重金属对植物毒害的报告^[1-3], 但多数研究只局限于某单一重金属对植物的影响, 而两种或两种以上的重金属对同一作物影响的比较研究则很少有人报告。本文以主要的粮食作物小麦为材料, 研究了不同浓度的 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对其种子萌发和幼苗生长及其某些生理生化特性的影响, 旨在为农业生产早期预报重金属对作物的毒害效应、防止重金属毒害的发生和为环境监测中重金属污染的评价提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 挑选大小一致且饱满、品种为永良 2 号的小麦 (*Triticum aestivum* L.), 种子用 0.1% HgCl₂ 表面消毒 5 min, 去离子水充分冲洗后, 在 25℃ ± 1℃ 下分别用 1.00 mmol · L⁻¹ 的 Cd²⁺(CdCl₂) 和 Ni²⁺(NiCl₂) 浸种 12 h, 25℃ ± 1℃ 催芽, 催芽期间每日用各自的处理液冲洗种子, 以保持处理浓度基本不变和维持一定的湿度, 并记录发芽数(以露白为准)。以上各处理均重

复 3 次, 每重复取种子 100 粒。待发芽结束后, 取其胚根和胚芽或幼苗称干重, 计算和测定如下指标: 发芽率 ($GR = \sum Gt / T \times 100\%$); 发芽指数 ($GI = \sum Gt / Dt$); 活力指数 ($VI = S \times \sum (Gt / Dt)$) [Gt 为在 t 日的发芽数, Dt 为相应的发芽天数, T 为种子总数, S 为幼苗的生长势(参照张芬琴之法^[4], 略加改动, 改动之处为以每 10 株干重的 10 倍表示)。

1.2 材料培养同 1.1, Cd²⁺和 Ni²⁺的处理均设 3 个浓度, 即: 0.05、0.10、1.00 mmol · L⁻¹, 培养至发芽的第 5 d 测定如下指标: 地下部和地上部长度及其干物质积累的测定, 采用常规法; α-淀粉酶活性测定, 采用邹琦之法^[5]。

2 结果与分析

2.1 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对小麦种子萌发的影响

与对照相比, 1.00 mmol · L⁻¹ 的 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对小麦种子的发芽率和活力指数均有抑制作用, 其抑制种子发芽的百分率分别为 4.51% 和 2.11%、抑制种子活力指数的百分率分别为 37.98% 和 17.60%。相比之下, Ni²⁺的抑制作用较大, 但无论 Cd²⁺还是 Ni²⁺都不影响小麦种子的发芽指数(表

收稿日期: 2000 – 08 – 19

作者简介: 刘吉祥(1980—), 甘肃张掖师专生物系

联系人: 张芬琴。

1)。

表 1 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对小麦种子萌发的影响
Table 1 Effects of Cd²⁺ and Ni²⁺ on germination of wheat seeds

处理/μmol · L ⁻¹	发芽率/%	发芽指数	活力指数
Cd ²⁺ /Ni ²⁺ 0	88. 10(100%)	87. 77(100%)	50. 91(100%)
Cd ²⁺ 1000	86. 24(97. 89%)	87. 65(100%)	41. 98(82. 46%)
Ni ²⁺ 1000	84. 13(95. 49%)	87. 95(100%)	31. 13(62. 02%)

注:表中数据是 3 次重复的平均值。

2. 2 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对小麦幼苗伸长生长的影响

随着 Cd²⁺和 Ni²⁺处理浓度的增加和处理时间的延长(数据未列出),小麦幼苗伸长生长受到的抑制越来越明显。但在处理后第 5 d 发现,0. 05 mmol · L⁻¹ 的 Cd²⁺处理已明显抑制了幼苗的地上和根的伸长生长,其抑制率分别为 38. 62% 和 20. 24%, 而相同浓度的 Ni²⁺处理却无明显的影响(表 2)。当 Cd²⁺和 Ni²⁺的处理浓度都达到 1. 0 mmol · L⁻¹ 时,根的长度均为对照的 3. 70%, 茎叶的长度分别为对照的 24. 44% 和 22. 64% (表 2)。这说明小麦幼苗在伸长生长的过程中对 Cd²⁺比较敏感,而当 Ni²⁺的浓度高到一定的值时,对小麦幼苗的伸长生长同样具有显著的抑制作用且有大于 Cd²⁺抑制作用之势。

表 2 Cd²⁺和 Ni²⁺处理 5 d 对小麦幼苗伸长生长的影响
Table 2 Effects of Cd²⁺ and Ni²⁺ on the length of wheat seedlings after treatment of 5 days

处理 /mmol · L ⁻¹		根/cm	茎叶/cm
Cd ²⁺ /Ni ²⁺	0	6. 94(100%)	6. 67(100%)
Cd ²⁺	0. 05	4. 26(61. 38%)	5. 32(79. 76%)
	0. 1	3. 14(45. 25%)	4. 27(64. 02%)
	1. 0	0. 26(3. 70%)	1. 63(24. 44%)
Ni ²⁺	0. 05	6. 47(93. 22%)	6. 28(94. 15%)
	0. 1	6. 74(97. 12%)	—
	1. 0	0. 26(3. 70%)	1. 51(22. 64%)

注:表中数据是 3 次重复的平均值。

2. 3 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对小麦幼苗干物质积累的影响

与对照相比,Cd²⁺处理对小麦幼苗干物质积累有明显的抑制作用。1. 0 mmol · L⁻¹ 的 Cd²⁺处理 5 d 后,根干物质积累只有对照的 27. 45%, 茎叶干物质积累只有对照的 60. 66%。与 Cd²⁺处理不同,低于 0. 1 mmol · L⁻¹ 的 Ni²⁺处理增加了幼苗的干物质积累;当 Ni²⁺的处理浓度达到 1. 0 mmol · L⁻¹ 时,根和茎叶干物质的积累分别是对照的 25. 49% 和 36. 07% (表 3),这说明较高浓度的 Ni²⁺处理对小麦幼苗干物质积累也有抑制作用,且随着处理浓度的增加,其抑制作用有大于 Cd²⁺抑制作用之势,这和较高浓度的 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对小麦幼苗伸长生长的影响是相似的。

2. 4 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对萌发的小麦种子中 α - 淀粉

表 3 Cd²⁺和 Ni²⁺处理 5 d 对小麦幼苗干物质积累的影响
Table 3 Effects of Cd²⁺ and Ni²⁺ on the weight of dry matter of wheat seedlings after treatment of 5 days

处理 /mmol · L ⁻¹		根/g · 10 株 ⁻¹	茎叶/g · 10 株 ⁻¹
Cd ²⁺ /Ni ²⁺	0	0. 051(100%)	0. 061(100%)
Cd ²⁺	0. 05	0. 043(84. 31%)	0. 056(91. 80%)
	0. 1	0. 045(88. 24%)	0. 054(88. 53%)
	1. 0	0. 014(27. 45%)	0. 037(60. 66%)
Ni ²⁺	0. 05	0. 054(105. 88%)	0. 064(104. 92%)
	0. 1	0. 061(119. 61%)	0. 064(104. 92%)
	1. 0	0. 013(25. 49%)	0. 022(36. 07%)

注:表中数据是 3 次重复的平均值。

酶活性的影响

随着 Cd²⁺、Ni²⁺处理浓度的增加,萌发种子中 α - 淀粉酶的活性逐渐降低。1. 0 mmol · L⁻¹ 的 Cd²⁺、Ni²⁺处理 5 d 后,α - 淀粉酶的活性分别为对照的 29. 33% 和 24. 00%。与 Cd²⁺相比,Ni²⁺对 α - 淀粉酶活性的影响较大(图 1)。

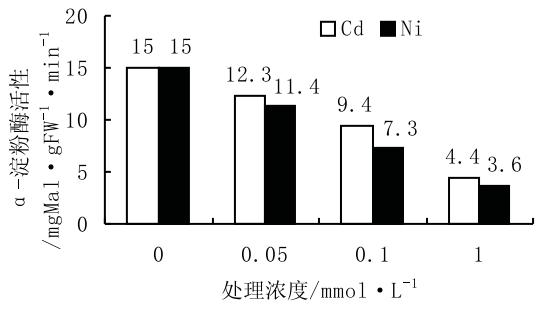


图 1 Cd²⁺和 Ni²⁺处理对萌发的小麦中 α - 淀粉酶活性的影响
Figure 1 Effects of Cd²⁺ and Ni²⁺ on the activity of amylolytic in germination wheat seeds

3 讨论

本实验的结果显示,Cd²⁺、Ni²⁺处理均不同程度地降低了小麦种子的发芽率和活力指数,但对小麦种子的发芽指数无明显的影响(表 1),这说明在一定的 时间范围内 Cd²⁺和 Ni²⁺虽不影响小麦种子的发芽数量,但却降低其发芽的质量和出苗的整齐度,由此可严重影响农业高产。

α - 淀粉酶是水解谷物种子中主要贮藏物质淀粉的起始酶和主要酶,其活性的强弱与种子萌发速率和其后的生长发育有着密切的关系。章文华等^[6]报道,Na⁺胁迫降低大麦种子 α - 淀粉酶的活性。本实验的结果表明,Cd²⁺、Ni²⁺处理对小麦种子 α - 淀粉酶的活性有明显的抑制作用,推测 Cd²⁺、Ni²⁺通过抑制 α - 淀粉酶的活性而抑制了小麦种子的萌发和其幼苗的生长,使其表现出根和茎叶的长度增加速度降低、干物质积累减少(表 2、3)。(下转第 260 页)