

原子吸收光谱法测定南瓜吸收镉的研究

李贞霞¹, 荆瑞俊¹, 董卫华², 李新峥¹, 刘弘¹

1. 河南科技学院园艺系, 河南 新乡 453003
2. 新乡医学院生物化学与分子生物学教研室, 河南 新乡 453003

摘要 利用原子吸收分光光度计对南瓜吸收重金属镉的特性进行了研究。结果表明, 随着镉浓度的增加, 南瓜对镉的吸收量增大; 随着水培时间的延长, 南瓜对镉的吸收量增加, 水培 8 h 后吸收量基本趋于饱和; 吸收高峰在水培后 2 h 时出现, 而后随时间的延长而逐渐降低。酸性和碱性条件较中性条件下南瓜植株对镉的吸收量均有下降, 在 pH 3 条件下吸收量最小, pH 7 条件下吸收量最大。

关键词 南瓜; 镉; 原子吸收光谱法
中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2006)08-1557-03

引言

镉为人体非必需元素, 是毒性强的金属, 可在人体中积累, 生物半衰期可长达 16~33 年, 能引起急慢性中毒。举世闻名的日本公害病“骨痛病”就是由镉在人体内的积累而引起的。目前国内采用原子吸收光谱法分别测定了石蒜^[1]、黄姜^[2]、茶叶^[3]等多种植物中的重金属镉。南瓜是人们日常生活中经常食用的瓜类蔬菜, 近年来更因其特殊的营养保健作用而备受青睐^[4]。重金属镉对南瓜所造成的污染问题尚未受

到足够重视, 尚未有人对南瓜镉污染进行过科学有效的试验研究。本文采用原子吸收光谱法研究南瓜植株对重金属镉的吸收特性及调控措施, 为南瓜的无公害生产和科研提供科学依据。

1 实验部分

1.1 仪器和工作条件
实验仪器为 WFX-110 型原子吸收分光光度计(北京瑞利分析仪器厂), 附计算机和软件处理系统。工作条件见表 1。

Table 1 Operating conditions

元素	波长/nm	狭缝/nm	灯电流/mA	乙炔流量/(mL·min ⁻¹)	空气流量/(mL·min ⁻¹)	燃烧头高度/mm
镉	228.8	0.2	3.0	3.0	10.0	2.0

1.2 标准曲线

镉的标准储备液由分析纯的硫酸镉配制, 其标准储备液的浓度为 1 mg·mL⁻¹。将标准储备液分别稀释成标准系列溶液, 按表 1 仪器工作条件, 分别测定各标准液, 由微机绘出标准曲线, 算出回归方程和相关系数。由表 2 看出, 在工作范围内, 线性关系良好。

Table 2 Standard curves

元素	线性范围/(μg·mL ⁻¹)	回归方程	相关系数
镉	0.00~0.50	A = 0.345·c + 0.001	0.999 6

1.3 实验处理

1.3.1 水培营养液配方
硝酸钙 0.265 g·L⁻¹, 硝酸钾 0.325 g·L⁻¹, 硫酸镁 0.127 g·L⁻¹, 硝酸铵 0.01145 g·L⁻¹, 磷酸 0.1115 g·L⁻¹, 微肥、螯合铁 0.008 g·L⁻¹, 硼酸 0.0015 mol·L⁻¹, 硫酸锰 0.001 g·L⁻¹, 硫酸锌 0.11×10⁻³ g·L⁻¹, 硫酸铜 0.04×10⁻³ g·L⁻¹, 钼酸铵 0.25×10⁻³ g·L⁻¹[5]。

1.3.2 材料的获得

(1) 育苗
试验材料为南瓜“珍珠”品种, 由河南科技学院南瓜科研组提供。把南瓜种子播种于盛有适量培养土的塑料营养钵

中。待其出苗后长至 5 片真叶大小时,从营养钵中移出,清洗植株根部,将其移入配制好的镉浓度不同、酸碱度不同的营养液中进行水培试验。

(2) 镉浓度不同对南瓜植株的影响

用 100 mL 营养液培养南瓜植株,镉浓度分为 2, 4, 6, 8, 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 五个组,分别在水培后 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24 h, 取 2 mL 营养液测定其中镉含量,计算南瓜植株在不同时间和不同浓度条件下对镉的吸收量和吸收速率。

(3) 酸碱度不同对南瓜植株的影响

用 HCl 或 NaOH 将 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的镉溶液配制制成酸碱度分别为 pH 1, pH 3, pH 5, pH 7, pH 9, pH 10 的六个组,进行水培,分别在水培后 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24 h, 取 2 mL 营养液测定其中镉含量,计算南瓜植株在不同时间和不同酸碱度条件下对镉的吸收量和吸收速率。

2 结果与讨论

2.1 镉浓度及培养时间对南瓜吸收镉的影响

从测定结果可以看出,南瓜对镉的吸收量随着时间的延长而增加,但是其增加的幅度随着时间的延长而变化不大,以在 2 h 时内吸收最快;随着营养液中镉浓度的增大,南瓜对镉的吸收量也逐渐增大,见图 1。

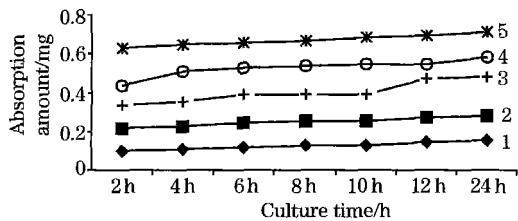


Fig 1 The connection between cadmium absorption in pumpkin and cadmium concentration and culture time

1: 2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 2: 4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 3: 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;
4: 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 5: 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

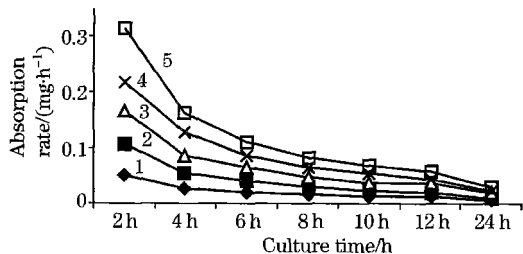


Fig 2 The connection between cadmium absorption rate in pumpkin and culture time

1: 2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 2: 4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 3: 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;
4: 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; 5: 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

南瓜在同样浓度下对镉的吸收量随着时间的延长而增大,而吸收速率是随着时间的延长而逐渐降低的,以在 2 h 时的吸收速率最大,培养 8 h 后吸收速率的变化已很小,见图 2。

如在镉浓度为 4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,在 8 h 之后的吸收速率比 2 h 时降低了 70.44%;在镉浓度为 8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,在 8 h 之后的吸收速率比 2 h 降低了 60.93%。这说明培养 8 h 之后南瓜对镉的吸收已趋于饱和。

2.2 酸碱度不同对南瓜植株吸镉量的影响

酸碱度对南瓜吸收镉有较大的影响,pH 7 即在中性条件下,南瓜对镉的吸收量及吸收速率最大;在碱性条件下,随着碱性的增强,南瓜对镉的吸收量及吸收速率逐渐下降;在 pH 3 的强酸性条件下,南瓜对镉的吸收量及吸收速率在所有的处理中最小,结果见表 3 和表 4。说明南瓜生长在中性环境下最易受到重金属镉的污染。pH 3 为最好的处理,它可以最大限度地抑制南瓜对镉的吸收。

Table 3 The cadmium absorption amount in pumpkin in different pH (In culture liquid containing 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ cadmium)

时间	吸收量/($\text{mg} \cdot \text{plant}$)					
	pH1	pH3	pH5	pH7	pH9	pH10
2 h	3.775	3.3	4.25	5.075	4.275	3.975
4 h	3.785	3.325	4.275	5.125	4.375	4.075
6 h	3.95	3.515	4.325	5.25	4.5	4.125
8 h	4.225	3.585	4.5	5.275	4.575	4.2
10 h	4.25	3.62	4.55	5.425	4.9	4.275
12 h	4.3	3.625	4.575	5.45	4.725	4.3
24 h	4.375	3.675	4.65	5.475	4.8	4.375

Table 4 The cadmium absorption rate in pumpkin in different pH (In culture liquid containing 6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ cadmium)

时间	吸收速率/($\text{mg} \cdot \text{h}^{-1}$)					
	pH 1	pH 3	pH 5	pH 7	pH 9	pH 10
2 h	1.8875	1.65	2.125	2.538	2.137	1.9875
4 h	0.946	0.831	1.069	1.281	1.094	1.019
6 h	0.658	0.596	0.721	0.875	0.75	0.6875
8 h	0.528	0.448	0.563	0.659	0.572	0.525
10 h	0.425	0.362	0.455	0.543	0.47	0.428
12 h	0.358	0.302	0.381	0.454	0.394	0.358
24 h	0.197	0.153	0.194	0.228	0.2	0.182

通过表 3 和表 4 我们还可以看出,在水培 2 h 的时候,南瓜对镉的吸收出现了一个高峰,其吸收积累的量最多,后随时间的延长吸收的量虽有增加,但增加的幅度较小;在水培 2 h 的时候吸收速率最大,后随时间的延长吸收速率逐渐降低。说明当外界镉浓度一定时,南瓜中镉的积累也是有一定限度的,即南瓜对镉吸收速率的降低与南瓜植株体内镉的含量有关,因为南瓜通过对营养液中镉的吸收,使植株体内镉含量增加,就会减小与外界镉的浓度差,使吸收速率下降。

2.3 讨论

(1) 测定结果显示,南瓜植株对镉的吸收量随着时间的延长而增加,吸收速率则随时间延长而降低。可能因为南瓜植株对镉的吸收受植株根系内外镉浓度差影响。南瓜植株对镉

的吸收高峰在水培后 2 h 内出现。在 8 h 时, 南瓜植株对镉的吸收基本上趋于饱和。这和草莓的镉吸收特性较为相似^[6]。

(2) 随着镉溶液浓度的增加, 南瓜植株对镉的吸收量和吸收速率渐趋增大。说明南瓜一旦受到镉污染因子的威胁必将吸收和积累重金属镉, 积累的程度会随着时间的延长而增加, 也会因土壤条件不同吸收和积累量上有差异。在试验最大浓度镉含量 $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 对镉的吸收量和吸收速率均达最大值。但是, 是不是浓度太大也有利于南瓜的吸收, 多大的浓度会降低南瓜对镉的吸收, 短时间内导致南瓜植株的死亡, 还需要进一步研究。

(3) 酸、碱均能抑制南瓜植株对镉的吸收。二者比较,

酸对降低南瓜植株对镉的吸收作用更大。其原因在于降低溶液的酸度, 使溶液中镉的形态发生改变, 可溶态、交换态镉等有效成分的含量降低, 因而溶液中有效镉含量下降^[6]。pH 7 的中性条件下, 南瓜对镉的吸收量及吸收速率最大; pH 3 的强酸性条件下, 南瓜对镉的吸收量及吸收速率在所有的处理中最小。说明南瓜生长在中性环境下最易受到重金属镉的污染。pH 3 为最好的处理, 但是南瓜能否适应这样的强酸条件呢? 在生产中南瓜喜欢微酸性土壤, pH 5.5~6.8 的土壤条件较适宜畔瓜的生长^[7]。这也说明南瓜的生长环境一旦受到重金属镉的污染, 想通过土壤酸碱度的调整来抑制南瓜对镉的吸收是较为困难的。

参 考 文 献

- [1] FAN Hua jun, LI Gong ke, LUAN Wei, et al(范华均, 李攻科, 栾伟, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2005, 25(9): 1503.
- [2] CHEN Shi zhong(陈世忠). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2003, 23(5): 993.
- [3] MA Ge, XIE Wen bing, WU Yi gen, et al(马戈, 谢文兵, 伍一根, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2003, 23(6): 1183.
- [4] WU Hui jie, ZHANG Jian(吴慧杰, 张健). Pumpkin Non-Social Effect of Pollution Product Technology(南瓜无公害生产技术). Beijing: Chinese Agriculture Press(北京: 中国农业出版社), 2003. 7.
- [5] LONG Ming hua, CHEN Yong ning, YANG Shao zhi, et al(龙明华, 陈永宁, 杨少枝, 等). Vegetable Non-Social Effect of Pollution Product Technology(无公害蔬菜生产技术). Guangxi: Guangxi Science and Technology Press(广西: 广西科学技术出版社), 1998. 96.
- [6] ZHANG Jin biao, et al(张金彪, 等). Acta Horticulturae Sinica(园艺学报), 2003, 30(5): 514.
- [7] ZHANG Zhen xian(张振贤). Vegetable Planting(蔬菜栽培学). Beijing: Chinese Agriculture University Press(北京: 中国农业大学出版社), 2003. 170.

Study on Cadmium Absorption in Pumpkin by Atomic Absorption Spectrophotometry

LI Zhen xia¹, JING Rui jun¹, DONG Wei hua², LI Xin zheng¹, LIU Hong¹

1. Department of Horticulture, Henan College of Science and Technology, Xinxiang 453003, China

2. Department of Biochemistry and Molecular Biology, Xinxiang Medical College, Xinxiang 453003, China

Abstract A study was carried out on the characteristic of cadmium absorption in pumpkin by atomic absorption spectrophotometer. The results show that the cadmium absorption amount in pumpkin increased with the increase in cadmium concentration. Meanwhile the cadmium absorption amount in pumpkin increased with time. Eight hours after being cultured in the liquid, the cadmium absorption amount became saturated. The cadmium absorption rate reached the peak after 2 hours, then the absorption rate gradually reduced. The cadmium absorption amount in pumpkin is less in acid or alkali compared with neutral condition. And the absorption amount became minimum in pH 3, while maximum in pH 7.

Keywords Pumpkin; Cadmium; Atomic absorption spectrometry(AAS)

(Received Feb. 18, 2006; accepted Jul. 12, 2006)