

不同肥料处理下蚕豆幼苗提取铀镉的生理特征研究

徐长合¹, 王 丹^{1,2}, 张晓雪¹, 钟钊芝¹, 谢新闻¹, 张玉琳¹

(1. 西南科技大学 生命科学与工程学院 四川 绵阳 621010; 2. 核废物与环境安全国防重点学科实验室 四川 绵阳 621010)

摘 要: 通过盆栽试验研究了尿素、过磷酸钙、硫酸钾(各3个浓度)运用 L₉(3³) 正交设计选出的9个肥料配方(以1~9表示)对蚕豆(*Vicia faba* Linn.) 幼苗提取不同铀镉污染(设置3个浓度 A、B、C 表示)时叶绿素、细胞质膜透性和丙二醛的影响。结果表明: 蚕豆幼苗叶绿素含量随铀镉浓度升高而减小, 6、7、8 肥料配方在增强蚕豆抗逆性上效果较好; 在细胞质膜透性上, A 较 B 和 C 小, 5、6、7、8、9 配方在 A、B、C 中趋于相等, 特别是5、6、8 配方在 A 处理均达到了最大值; 丙二醛含量随铀镉浓度升高而增大, 6、7、8 配方在 A、B、C 下相差不大。总之, 5、6、7、8 肥料配方在增强蚕豆铀镉抗逆性上起到了积极的作用。

关键词: 蚕豆; 铀; 镉; 生理特征; 肥料配方; 正交设计

中图分类号: S 643.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)10-0019-05

铀尾矿库是贮存铀尾矿的专用设施。据不完全统计, 全世界的铀尾矿总量已达 200 亿 t。近期, 主要产铀国每年产生的铀尾矿量约数千万吨^[1]。随着我国国防与民用核工业的发展, 放射性核素的开采与利用规模不断扩大, 由此带来的放射性核素对环境与生物的影响日益引起人们关注^[2-3]。

目前, 处理铀污染土壤主要有物理方法、化学方法和植物修复法^[4]。植物修复是指以利用植物忍耐、超量积累和转化某种或某些化学物质的理论为基础, 利用植物吸收、降解、挥发、过滤、固定等作用, 达到净化土壤、水体和大气中金属元素、有机污染物和放射性元素的生物修复技术^[5]。

根据其作用机理可将植物修复技术分为: 植物提取、植物转化、植物挥发、植物固定和根际过滤。对于修复铀污染环境而言, 具有现实意义的植物修复类型主要是植物提取、根际过滤和植物固定。成功的植物提取技术既依赖于对能吸收铀并使铀朝地上部分迁移的植物物种的识别, 还依赖于农艺学和改良策略的发展以促进植物生长和提供土壤中铀的生物有效性。施肥可改变土壤的理化特征, 增加土壤中铀核素的植物可利用性,

降低这类污染物在土壤中的流动性^[6]。Mkandawire^[7] 以实验室水培与田间盆栽试验调查了磷和氮对浮萍积累铀的影响, 水溶液中 PO₄³⁻ 质量浓度最大 (40.0 mg/L) 时浮萍积累的铀最多, 在田间试验中加入 40.0 mg/L 的 PO₄³⁻ 显著增加了铀的生物积累。

有关铀对植物的生长发育、代谢等的影响的报道甚少。现以蚕豆为试验材料, 研究不同肥料配方对蚕豆提取铀镉的生理特性的影响, 为铀镉污染的植物修复奠定一定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

该试验采用盆栽的方式进行, 试验地点为西南科技大学东六实验楼九楼天台。供试植物为成胡 15, 购于绵阳二桥市场。

1.2 试验方法

1.2.1 蚕豆苗的培育 选择大小均匀一致无病虫害的蚕豆种子, 在露地育苗 30 d, 肥水管理一致, 然后选择大小均匀一致的蚕豆苗备用。

1.2.2 试验土壤的性质 所用的土壤为菜园土, 采自西南科技大学园林中心, 土壤类型为黄壤土。土壤的 pH 为 7.153 (水:土=5:1), 土壤有机质含量为 1.23%, 土壤有效氮、磷、钾分别为 95、60、82 mg/kg。

1.2.3 试验设计 花盆直径 33 cm, 高 26 cm, 每盆装土 8.5 kg。选择育好的蚕豆苗, 定植于施有不同浓度铀镉的土壤中, 其中铀以醋酸双氧铀(UO₂(CH₃CO₂)₂·2H₂O) 为铀源, 镉以 Cd(NO₃)₂·4H₂O 为镉源, 所用药品均为分析纯。铀镉的 3 个处理浓度见表 1。每个处理 27 次重复即 27 盆, 每次重复为 1 盆, 每盆 3 株。1 d 后, 把各

第一作者简介: 徐长合(1985-), 男, 在读硕士, 研究方向为低放核素的植物修复。E-mail: xuchanghe117@126.com。
通讯作者: 王丹(1962-), 女, 重庆涪陵人, 教授, 西南科技大学生命学院院长, 现从事核废物与环境安全方面研究工作。E-mail: wangdan@swust.edu.cn。
基金项目: 西南科技大学重点资助项目(07XJGZB05); 西南科技大学青年基金资助项目(08zx315208zx3152)。
收稿日期: 2010-03-01

种肥料配方以水溶液的形式施入盆中。肥料配方按照尿素、过磷酸钙、硫酸钾 3 种肥料按一定的比例来确定。每种肥料 3 个浓度, 利用 $L^3(3^3)$ 正交设计选出其中的 9 个配方, 具体的 9 个配方见表 2。每个配方 9 次重复, 其中每个铀镉浓度 3 次重复, 3 个铀镉浓度共 9 次重复。

表 1 铀镉的 3 个处理浓度

Table 1 The three treatment concentrations of Uranium and Cadmium

编号 Number	施用量 Fertilizer amount / mg · kg ⁻¹	每盆实际施用量×8.5 Practical fertilizer amount in pot×8.5/ mg
A	0 U+0 Cd	0 U+0 Cd
B	5 U+10 Cd	42.5 U+85 Cd
C	10 U+15 Cd	85 U+127.5 Cd

表 2 肥料配方

Table 2 Fertilizer formulations

编号 Number	土壤施肥量 Fertilizer amount in soil / g · kg ⁻¹	实际施用×8.5 Practical fertilizer×8.5/ g
1	0.015N+0.075P+0.05K	0.1275N+0.6375P+0.425K
2	0.015N+0.15P+0.1K	0.1275N+1.275P+0.85K
3	0.015N+0.3P+0.2K	0.1275N+2.55P+1.7K
4	0.03N+0.075P+0.1K	0.255N+0.6375P+0.85K
5	0.03N+0.15P+0.2K	0.255N+1.275P+1.7K
6	0.03N+0.3P+0.05K	0.255N+2.55P+0.425K
7	0.06N+0.075P+0.2K	0.51N+0.6375P+1.7K
8	0.06N+0.15P+0.05K	0.51N+1.275P+0.425K
9	0.06N+0.3P+0.1K	0.51N+2.55P+0.85K

1.2.4 试验材料的选取 待铀镉处理 7 d 和 21 d 后, 取蚕豆形态学上端向形态学下端数第 3 片叶, 测定蚕豆的生理指标。

1.2.5 分析方法 采用乙醇丙酮浸泡提取法测定叶绿素总含量^[8] (mg/g FW), 测定仪器为 T6 系列紫外—可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司); 细胞膜透性采用电导仪法^[9], 测定仪器为台式电导仪 Cyber-Scan Con510(美国 Eutech); 蚕豆幼苗丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定^[10] ($\mu\text{mol/g FW}$), 测定仪器为 T6 系列紫外—可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)。试验结果为 3 次重复的平均值。数据分析采用 Microsoft Excel 2003 (美国, Microsoft)和 Origin 6.0 作图软件(美国, Microcal), 用 SAS 8.0 软件进行单因素方差分析, 并对平均数作 Duncan's 新复极差法多重比较。

2 结果与分析

2.1 在不同肥料配方下蚕豆 幼苗提取铀镉污染时叶绿素含量的影响

叶绿素是植物光合作用的物质基础, 叶绿素含量是衡量叶片生长状况的重要指标^[1]。在逆境条件下, 叶绿素的破坏与降解最终会使光合效率降低^[2]。

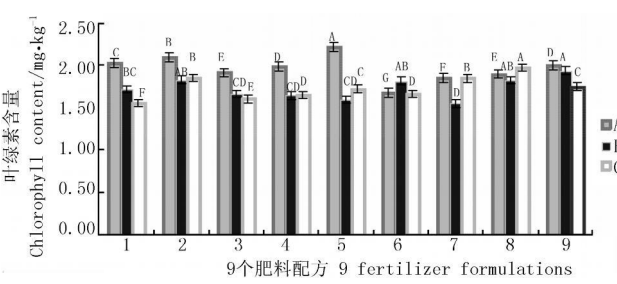


图 1 7 d 后蚕豆叶绿素含量

Fig. 1 Chlorophyll content in *Vicia* seedlings after 7 days

注: 不同字母表示差异显著 ($P < 0.01$), 以下同。

Note: Different letters mean significant difference at 0.01 levels the same below.

从图 1 可以看出, 在 3 个铀镉复合污染的蚕豆处理中, 叶绿素含量最高的是 A5 达到了 2.21 mg/kg, 最低的是 B7 和 C1 值为 1.55 mg/g, 最大和最小值之间相差 0.66 mg/g, 即 0.43 倍。在 A 处理中最大值出现在 A5 为 2.21 mg/g, 最小值出现在 A6 为 1.68 mg/g, 相差 0.53 mg/g, 即 0.32 倍。在 B 处理中最大值出现在 B9 值为 1.94 mg/g, 最小值出现在 B7 值为 1.55 mg/g, 相差 0.39 mg/g, 即 0.25 倍。在 C 处理中最大值出现在 C8 值为 1.97 mg/g, 最小值出现在 C1 值为 1.55 mg/g, 相差 0.42 mg/g, 即 0.27 倍。在同一肥料配方下的 A、B、C 处理中, 1、2、3、4、5、7、9 肥料配方的叶绿素含量最高的都为 A 处理, 总体呈现的趋势表现为 $A > B > C$, 5 除外。剩下的 6 为 $B > A > C$, 8 为 $C > A > B$ 。

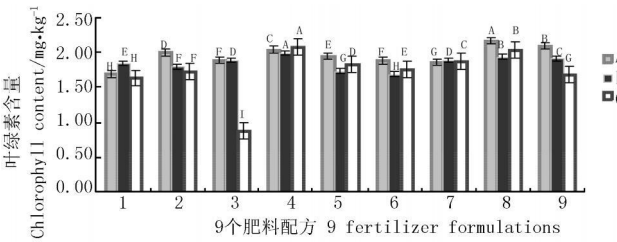


图 2 21 d 后蚕豆叶绿素含量

Fig. 2 Chhlorophyll content in *Vicia* seedlings after 21 days

从图 2 可以看出, 在所有的处理中叶绿素含量最高出现在 A8 值为 2.16 mg/g, 最小值出现在 C3 值为 0.88 mg/g, 相差 1.28 mg/g, 即 1.45 倍。在 A 处理中最大值出现在 A8 值为 2.16 mg/g, 最小值出现在 A1 值为 1.69 mg/g, 相差为 0.47 mg/g, 即 0.28 倍。在 B 处理中最大值出现在 B4 值为 1.99 mg/g, 最小值出现在 B6 值为 1.69 mg/g, 相差 0.3 mg/g, 即 0.18 倍。在 C 处理中最大值出现在 C4 值为 2.08 mg/g, 最小值出现在 C3 值为 0.88 mg/g, 相差 1.2 mg/g, 即 1.36 倍。在同一配方下的 A、B、C 处理中, 2、3、4、5、6、8、9 这几个肥料配方的叶绿素最高都为 A 处

理 2、3、9 表现出的趋势为 A> B> C; 4、5、6、8 表现的趋势为 A> C> B; 剩下的 1 为 B> A> C; 7 在 A、B、C 处理中的叶绿素含量基本相等。从图 1、2 可看出, 7 d 和 21 d 后叶绿素含量最高值都出现在 A 处理的有 2、3、4、5、9; 总体趋势表现为 A> B> C 的有 2、3、9。

2.2 在不同肥料处理下蚕豆幼苗提取铊镉污染时细胞质膜透性的影响

植物在逆境胁迫或衰老过程中, 细胞原生质膜中的不饱和脂肪酸发生过氧化作用, 使质膜系统受到伤害, 其选择透性降低, 细胞内电解质外渗量增加, 因而细胞质膜透性可表示膜伤害程度^[13]。

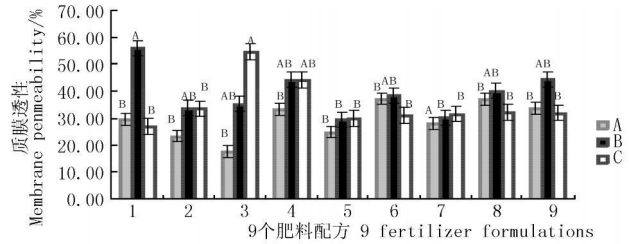


图 3 7 d 后蚕豆质膜透性

Fig. 3 Membrane permeability in *Vicia* seedlings after 7 days

从图 3 可以看出, 在所有处理中质膜透性最高的为 B1 值为 55.97%, 最低为 A3 值为 17.59%, 相差 38.38%, 即 2.18 倍。在 A 处理中最高出现在 A6 值为 37.24%, 最低出现在 A3 值为 17.59%, 相差 19.65%, 即 1.11 倍。在 B 处理中最高出现在 B1 值为 55.97%, 最低出现在 B5 值为 29.46%, 相差 26.51%, 即 0.90 倍。在 C 处理中最高出现在 C3 值为 54.67%, 最低出现在 C1 值为 21.96%, 相差 32.71%, 即 1.50 倍。在同一肥料配方的 A、B、C 处理中, 1、2、4、6、8、9 的最高出现在 B 处理; 3、5、7 的最高出现在 C 处理; 在所有的处理中, 都没有最高值出现在 A 处理的。

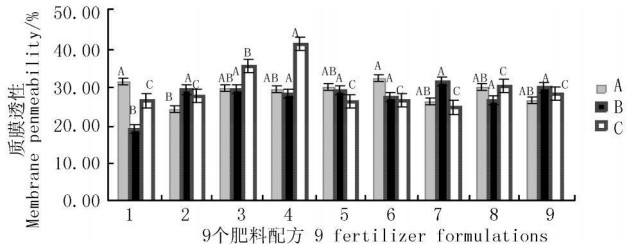


图 4 21 d 后蚕豆质膜透性

Fig. 4 Membrane permeability in *Vicia* seedlings after 21 days

从图 4 可以看出, 在所有的处理中质膜透性最高的出现在 C4 值为 41.59%, 最低出现在 B1 值为 19.05%, 相差 22.54%, 即 1.18 倍。在 A 处理中最高值出现在

A6 值为 32.53%, 最低值出现在 A2 值为 24.41%, 相差 8.12%, 即 0.33 倍。在 B 处理中最高值出现在 B7 值为 31.67%, 最低值出现在 B1 值为 19.05%, 相差 12.62%, 即 0.66 倍。在 C 处理中最高值出现在 C4 值为 41.59%, 最低值出现在 C7 值为 24.77%, 相差 16.82%, 即 0.68 倍。在同一肥料配方的 A、B、C 处理中, 1、5、6 的最高值出现在 A 处理; 2、7、9 的最高值出现在 B 处理; 3、4、8 的最高值出现在 C 处理。从图 1、2 可以看出, 在 7 d 和 21 d 后, 同一肥料配方的 A、B、C 处理中, 肥料配方 2、9 最高值都出现在 B 处理, 肥料配方 3 最高值出现在 C 处理。

2.3 在不同肥料处理下蚕豆幼苗提取铊镉污染时丙二醛含量的影响

MDA 是膜脂质过氧化作用的产物, 是表达植物膜系统受伤害程度的重要指标之一^[14]。

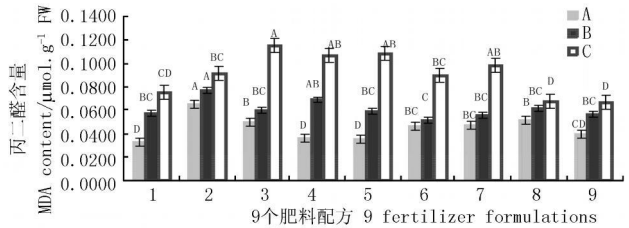


图 5 7 d 后蚕豆幼苗丙二醛含量

Fig. 5 MDA content in *Vicia* seedlings after 7 days

从图 5 可知, 在所有的处理中, 丙二醛含量最高出现在 C3 值为 0.1159 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低出现在 A1 值为 0.0328 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 0.0832 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 2.53 倍。在 A 处理中, 最高出现在 A2 值为 0.0655 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低出现在 A1 植物 0.0328 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 0.0327 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 1.00 倍。在 B 处理中, 最高出现在 B2 值为 0.0769 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低值出现在 B6 值为 0.0517 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 0.0252, 即 0.49 倍。在 C 处理中, 最高出现在 C3 值为 0.1159 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低出现在 C9 值为 0.0668 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 0.0491 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 0.74 倍。在同一肥料配方下的 A、B、C 处理中, 1、2、3、4、5、6、7、8、9 最高值都是出现在 C 处理, 总体趋势表现为 C> B> A。

从图 6 可知, 在所有的处理中, 丙二醛含量最高出现在 C9 值为 0.0579 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低出现在 A1 值为 0.0068 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 0.0511 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 7.51 倍。在 A 处理中, 最高出现在 A7 值为 0.0562 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低出现在 A1 值为 0.0068 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 0.0494 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 7.26 倍。在 B 处理中, 最高出现在 B8 值为 0.0472 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低值出现在

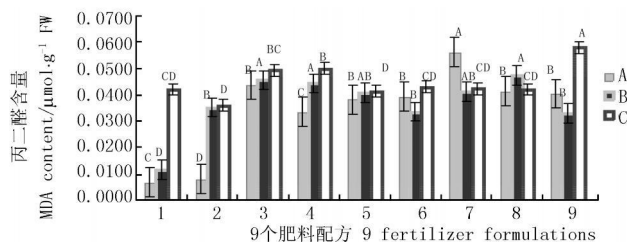


图6 21 d后蚕豆丙二醛含量

Fig. 6 MDA content in vicia seedlings after 21 days

BI 值为 $0.0116 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 $0.0356 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 3.07 倍。在 C 处理中, 最高出现在 C9 值为 $0.0579 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 最低出现在 C2 值为 $0.0360 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 相差 $0.0219 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 即 0.61 倍。在同一肥料配方的 A、B、C 处理中, 1、2、3、4、5、6、9 的最高都出现在 C 处理, 其中 1、2、3、4、5 总体呈现出 $C > B > A$, 6、9 则表现为 $C > A > B$; 7 表现为 $A > C > B$, 8 表现为 $B > C > A$ 。从图 5、6 可以看出, 在 7 d 和 21 d 后, 同一肥料配方的 A、B、C 处理中, 1、2、3、4、5、6、9 最高都出现在 C 处理, 其中 1、2、3、4、5 的整体还呈现 $C > B > A$ 的趋势。

3 结论与讨论

叶绿素作为植物进行光合作用的主要色素, 其含量可能受重金属胁迫的影响而降低^[5]。在蚕豆 7 d 和 21 d 后叶绿素含量的变化可以看出, 整体呈现 $A > B > C$ 。随着铈镉复合浓度的升高, 蚕豆叶绿素含量却逐渐降低。重金属胁迫的增强, 使蚕豆幼苗的叶绿素遭到破坏, 含量逐渐变小, 光合作用逐渐减弱。在处理 7 d 和 21 d 后的 A、B、C 处理中, 6、7、8 肥料配方的叶绿素含量基本上是相等的。这说明这 3 个肥料配方对蚕豆的生长起到了很重要的作用, 适当的肥料配方使蚕豆生物量增加, 提高了对逆境胁迫的抗性, 从而更好地适应铈镉复合胁迫, 正常的生长。

在正常情况下, 植物细胞膜的选择透性对维持细胞的微环境和正常的代谢起着重要的作用。当植物受到逆境影响时, 细胞膜的结构遭到破坏, 膜透性增大, 从而使细胞内的电解质外渗, 以致植物细胞浸提液的电导率增大^[16]。该试验中通过 7 d 和 21 d 的质膜透性的比较, 可以看出 5、6、7、8、9 配方在 A、B、C 处理下的质膜透性趋于相等, 而且 A 的质膜透性逐渐大于 B 和 C, 这说明这几个肥料配方在蚕豆抵抗铈镉胁迫起到了重要的作用, 增加了蚕豆的抗逆能力。特别是在 21 d 时, 5、6、8 的 A 处理质膜透性大于 B 和 C, 表明肥料配方对于蚕豆适应逆境能力的增强起到了非常重要的作用。

MDA 是衡量植物经逆境胁迫后膜脂过氧化程度的指标, 其在植物体内的积累会对细胞产生毒害作用^[17]。

郭艳丽等^[18]研究表明向日葵幼苗经 Cd 胁迫后导致 MDA 增加, 增幅随处理浓度的升高而增大。该试验 7 d 蚕豆幼苗的丙二醛含量总体表现也是随着处理浓度升高, 丙二醛含量则增大, 表明蚕豆细胞膜脂过氧化程度加深, 受到的伤害也加深。但是在 6、7、8 配方中, A、B、C 的丙二醛含量相差不大, 特别是在 A 和 B 处理中。在 21 d 后, 丙二醛含量变化最大的是 5、7、8。5 和 8 在 A、B、C 处理下的丙二醛含量趋于相等, 7 号配方中的 B、C 处理的丙二醛含量高于了 A 处理, 说明在 21 d 后, 由于肥料配方适合蚕豆的生长, 则增加了蚕豆的生物量, 蚕豆适应了铈镉的胁迫, 从而使细胞膜脂过氧化程度减弱, 丙二醛的含量减少趋于 A 处理。

蚕豆幼苗叶绿素含量随铈镉浓度的增加而减小, 6、7、8 配方在增强蚕豆幼苗抗逆性上较其它配方好。蚕豆幼苗细胞质膜透性上, A 处理较 B 和 C 小, 5、6、7、8、9 配方在 3 个铈镉处理下质膜透性趋于相等, 特别是 5、6、8 配方的 A 处理质膜透性达到 3 个处理中的最大值。蚕豆幼苗丙二醛含量总体随铈镉浓度升高而增大, 6、7、8 配方在 3 个铈镉处理下相差不大, B 和 C 都接近于 A 的丙二醛含量。在 21 d 后, 丙二醛含量变化最大的是 5、7、8。5 和 8 在 A、B、C 处理下的丙二醛含量趋于相等, 7 号配方的 B、C 处理的丙二醛含量高于了 A。5、6、7、8 配方在蚕豆幼苗增强铈镉抗逆性上起到了一定的积极作用。

参考文献

- [1] 熊正为, 彭福全, 王志勇. 铈尾矿库区地下水污染研究[J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 2009, 31(1): 120-123.
- [2] Chander K, Dyckmans J, Joergensen R G, et al. Different source of heavy metals and their long-term effects on soil microbial properties[J]. Biol Fertil Soil 2001, 34(4): 241-247.
- [3] Chen S H, Zhou Q X, Sun T H, et al. Rapid ecotoxicological assessment of heavy metal combined polluted soil using canonical analysis[J]. Environ Sci 2003, 15(6): 854-858.
- [4] 唐丽, 柏云, 邓大超, 等. 修复铈污染土壤超积累植物的筛选及积累特征研究[J]. 核技术, 2009, 32(2): 136-141.
- [5] 王颖, 张云茹, 何成明, 等. 植物修复技术及相关技术在环境污染治理中的应用[J]. 重庆工学院学报(自然科学), 2009, 23(11): 39-42.
- [6] 张学礼, 王尔奇. 环境中铈污染的植物修复[J]. 铈矿冶, 2008, 27(1): 44-49.
- [7] Mkandawire M, Taubert B, Dudel E G. Resource manipulation in uranium and arsenic attenuation by Lemna gibba L. (duckweed) in tailing water of a former uranium mine[J]. Water, Air, and Soil Pollution, 2005, 166: 83-101.
- [8] 华东师范大学生物系植物生理教研组. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 人民教育出版社, 1980: 88-90.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000(2003 重印): 261-263.
- [10] 王学奎. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 169-171.
- [11] 王小平, 华春, 李朝晖, 等. Hg^{2+} 胁迫对菠菜幼苗叶绿素含量及抗氧

化酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(14): 5738-5739, 5741.

[12] 张义贤. 汞、镉、铅胁迫对油菜的毒害效应[J]. 山西大学学报 2004, 27(4): 410-413.

[13] 郭艳丽, 台培东, 韩艳萍. 等. 镉胁迫对向日葵幼苗生长和生理特性的影响[J]. 环境工程学报 2009 12(3): 2291-2296.

[14] Azevedo H, Pinto C G, Santos C. Cadmium effects in sunflower: Membrane permeability and changes in catalase and peroxidase activity in leaves and calluses[J]. Journal of plant nutrition, 2005, 28(12): 2233-2241.

[15] 张金彪 黄维南. 镉胁迫对草莓光合的影响[J]. 应用生态学报 2007, 18(7): 1673-1676.

[16] 王玮玮 李桂祥, 王亦佳. 等. 重金属离子镉(Cd)胁迫对苜蓿组织的影响研究[J]. 现代农业科技, 2009(9): 21-23.

[17] 孔繁翔 桑伟莲. 小麦铝抗性和敏感品系对铝胁迫的生理生化反应[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(5): 559-562.

[18] 郭艳丽 台培东, 韩艳萍. 等. 镉胁迫对向日葵幼苗生长和生理特性的影响[J]. 环境工程学报, 2009, 12(3): 2291-2296.

Study on the Physiological Characteristics of *Vicia faba* Linn. to Extract Uranium Cadmium under Fertilizer Treatment

XU Chang-he¹, WANG Dan^{1,2}, ZHANG Xiao-xue¹, ZHONG Mu-zhi¹, XIE Xin-wen¹, ZHANG Yu-lin¹

(1. College of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010; 2. Defense Key Discipline Laboratory of the Nuclear Waste and Environmental Security, Mianyang, Sichuan 621010)

Abstract: A pot experiment was studied by the effect of the chlorophyll, cell membrane permeability and malondialdehyde of the broad bean(*Vicia faba*Linn.)seedlings extraction of uranium cadmium pollution(set three concentrations of A, B, C indicated)under the treatment with the nine fertilizer formulations(in 1 ~ 9 digits)which selected by the urea, superphosphate, potassium sulfate using L³ (3³)orthogonal design. The results showed that the content of chlorophyll in broad bean seedlings was decreased with the increasing concentration of uranium cadmium, 6, 7, 8 the three fertilizer formulations was good to enhancing the resistance of beans;in the cell membrane permeability, B and C over A, 5, 6, 7, 8, 9 the recipes tends to equal in the A, B, C, in particular 5, 6, 8 the formulations reached a maximum value in the A; MDA was increased with the increasing concentration of uranium cadmium, 6, 7, 8 the recipes in the A, B, C or less. In short, 5, 6, 7, 8 the fertilizer formulations had played a positive role in enhancing the uranium cadmium resistance of beans.

Key words: *Vicia faba* Linn.; uranium; cadmium; physiological characteristics; fertilizer formula; orthogonal

寒冷季节保管化肥方法

有些人误认为, 冬季天气寒冷, 气温低, 化肥不会挥发, 也没有多大腐蚀性。其实不然。

氮肥中的碳酸氢铵、氨水、硫酸铵等, 在低温条件下, 不是不挥发, 而是与夏秋高温季节相比, 挥发速度慢, 挥发量较少而已; 氮肥中的硝酸铵, 钾肥中的硝酸钾、硝酸钠等, 虽然是在高温时容易发生燃烧爆炸, 但冬季将其存放在厨房或取暖火炉近旁, 同样存在很大危险性; 过磷酸钙的腐蚀性, 与气温高低无多大关系。布袋、麻袋等只要接触到过磷酸钙, 都会遭到腐蚀, 袋内盛装物如种子、食盐、纯碱等就会变质。氮肥挥发遇到空气中的水气, 会转为具有强腐蚀性的氢氧化铵, 遇到种子会使种胚失去萌芽力, 遇粮食会使其变质, 遇农药会使其失效, 遇到木制品、铁器会使其腐蚀、剥落。

鉴于上述原因, 寒冷季节贮存化肥同样要做到以下几点。

1 密封保存, 防止挥发

许多氮素化肥, 如硫酸铵、碳酸氢铵、硝酸铵等,

由于性质极不稳定, 在贮藏过程中容易分解挥发降低肥效。因此, 对这类化肥应采用不透气的塑料袋或其它密封耐腐蚀的容器贮藏。

2 防水防潮

氮肥里面的氮素肥分, 都能在水里溶化, 受潮或沾水后容易结块或化水流失。因而在贮存保管期间, 一定要注意保持干燥, 并防止弄破袋子。如果袋子破了, 它就开始吸潮结块, 随后就会溶化滴水, 造成损失。

3 注意防火

硝酸铵化肥具有可燃、易燃的特点, 在高温下容易氧化而起火燃烧或爆炸。因此, 贮藏这类化肥要注意防火, 不要靠近炉灶, 也不要与易燃物品贮放在一起。能互相发生化学反应的肥料最好分开贮藏。

4 防污染

氮肥等不能放在卧室、厅堂内, 以免挥发的氨气刺激人的眼、鼻和呼吸道, 危害健康。

5 防腐蚀

化肥或多或少都有腐蚀性, 对贮存容器一定要严格选择。碳氨、过磷酸钙等, 决不能贮入布袋、麻袋和纸袋内, 应贮在塑料袋或瓷缸里。各种化肥都不能与种子、粮油、农具等贮于一间屋内。