

红三叶种子吸水率和幼苗碘与Vc含量对碘化钾的响应

乔志宏^{1,2}, 吕建素¹, 许庆方¹, 樊鹏鹏¹

(1. 山西农业大学动物科技学院, 山西 太谷 030801; 2. 扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009)

摘要:于室温 20 °C 条件下,研究了不同浓度(0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5 mg · L⁻¹)的碘化钾溶液处理下瑞德红三叶(*Trifolium pratense*)种子吸水率,幼苗植株 Vc 和碘含量的变化规律。结果表明,随碘化钾浓度的上升,红三叶种子吸水率、植株碘含量会显著增加($P < 0.01$),并均在碘化钾浓度为 3.0 mg · L⁻¹时达到最大;而苗期植株 Vc 含量会随着碘化钾浓度增加而显著降低。

关键词:碘;红三叶;维生素 C

中图分类号:S541⁺.207;Q946-33

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2012)06-0964-04

红三叶(*Trifolium pratense*)属豆科三叶草属,营养丰富、蛋白质含量高,是优质牧草;根系发达,生长迅速,也可作为良好的水土保持植物。目前,红三叶在我国南方山区作为生态型牧草被广泛栽培^[1-3],在畜牧业生产和生态建设中发挥着重要作用。

碘虽为植物非必需元素,但对动物来说,碘具有调节新陈代谢和生长发育的作用,是家畜必需微量元素,碘元素缺乏对家畜亦有极大的危害^[4-7]。有研究证明,在植物生长过程中适当的添加碘元素可促进植物的生长,植物在生长过程中可对碘元素进行富集,从而改变其营养性状^[8-10]。常规牧草中碘元素含量较低,难以满足家畜对碘的日常需求,在养殖过程中需人工添加碘元素。同传统的在饲料中添加碘元素以补充家畜碘元素需求的方法对比,通过饲喂碘富集牧草以补充家畜碘元素需求的方法具有简便、快速的特点,是值得探讨和采用的简易补充家畜碘元素的方法。

为探讨碘元素对红三叶生长的影响以及碘元素在红三叶中的富集效应,实现碘富集红三叶的生产,本试验采用水培^[11]方式,研究碘化钾对红三叶发芽和红三叶苗期植株对碘的富集效应的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料与仪器 供试红三叶种子为市场

购得的瑞德红三叶(Rider),碘化钾为常规分析纯的碘化钾试剂(天津市天新精细化工开发中心生产),电子天平(上海越平科学仪器有限公司生产,FA1104),紫外可见分光光度计(上海奥谱勒仪器有限公司生产,752),电热恒温水浴箱(北京东方精瑞科技发展有限公司生产,HW · SY2-P6)。

1.2 试验方法 称取所需种子,灭菌后置于培养皿中,分别加入浓度为 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5 mg · L⁻¹ 去离子水碘化钾溶液作为培养液,其中 0 为去离子水,设为对照组,每个处理设 3 个重复。于室温(20 °C)浸泡红三叶种子 12 h 后,将浸泡好的种子转移到培养皿中并在避光下进行发芽。每天用相应处理浓度的碘化钾溶液进行喷淋,以保持湿度。在种子发芽 7 d 后,转移到装有营养液的较大培养皿中继续培养。试验在山西农业大学草业实验室进行。

1.3 测定方法

1.3.1 种子吸水率 将每处理的红三叶种子于培养前称量,质量记为 m_0 (g);用碘化钾溶液浸泡 12 h 后取出,擦干其表面水分,称量,质量记为 m (g),按下列公式计算种子吸水率,取其平均值为该处理红三叶种子吸水率。计算公式为:

$$\text{吸水率} = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\% \text{ [12] }。$$

* 收稿日期:2011-07-06 接受日期:2012-03-20
基金项目:山西省科技攻关计划项目(20100311052);山西省高等学校教学改革项目(J2011027);“十二五”国家科技支撑计划(2011BAD17B02);公益性行业(农业)科研专项项目(201203042)
作者简介:乔志宏(1989-),男,山西繁峙人,在读硕士生,研究方向为草业科学。E-mail:qiaozhijong1019@163.com
通信作者:许庆方 E-mail:xqfsx@sohu.com

1.3.2 种子发芽势及发芽率 从种子转移到装有营养液的较大培养皿中继续培养开始,每天观察记录,以芽长达0.2 cm作为萌发标志,进行发芽率统计,计算发芽率和发芽势^[13]。

$$\text{发芽率} = \frac{\text{第7天发芽种子数}}{\text{种子总数}} \times 100\%;$$

$$\text{发芽势} = \frac{\text{前4d发芽种子数}}{\text{种子总数}} \times 100\%。$$

1.3.3 红三叶苗期植株 Vc 含量 将红三叶培养至苗期,取整株植物为样本。称100 g鲜样品,加2%草酸100 g,倒入高速捣浆机打成均匀的浆状。称出10~30 g浆状物,倒入100 mL量瓶中,并用1%草酸稀释至100 mL,进行过滤,弃去最初数毫升滤液。用吸管吸取5~10 mL滤液于100 mL三角瓶内,立即用标定过的2,6-二氯酚靛酚染料溶液滴定,直到淡粉红色能存在15 s为止(开始很快加入,变色后一滴一滴地加入,并不时的摇动三角瓶),采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定不同碘化钾浓度处理下红三叶苗期植株 Vc 含量^[14]。

1.3.4 红三叶植株碘含量 将红三叶培养至苗期,取整株植物为样本。将样本烘干称取2 g样品,加入10%的氢氧化钾-乙醇溶液20 mL,浸泡24 h,在水浴中蒸干,500 °C灰化4 h,用少量1:1盐酸溶解,加蒸馏水5 mL,蒸取过量的盐酸,以蒸馏水定容至50 mL。利用催化-分光光度法测定苗期红三叶植株碘含量^[14]。

1.4 数据分析 用SAS软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的碘化钾溶液对红三叶种子吸水率的影响 采用浓度为0.5~3.5 mg·L⁻¹碘化钾溶液对红三叶种子进行浸种时,各浓度处理种子吸水率均较对照极显著增加($P < 0.01$),且吸水率随碘化钾溶液浓度上升呈现先上升后下降趋势;在碘化钾溶液浓度为3.0 mg·L⁻¹时,种子吸水率达到最大,为144.60%(图1);说明碘化钾溶液浸种可显著提高红三叶种子的吸水率。

2.2 不同浓度的碘化钾溶液对红三叶种子发芽势和发芽率的影响 红三叶种子的发芽势和发芽率随着碘化钾溶液浓度的升高而降低(表1)。在碘化钾溶液浓度为3.0 mg·L⁻¹时,种子的发芽势和发芽率极显著降低。这说明随着碘化钾溶液浓

度的增加,种子发芽势和发芽率可能继续下降。

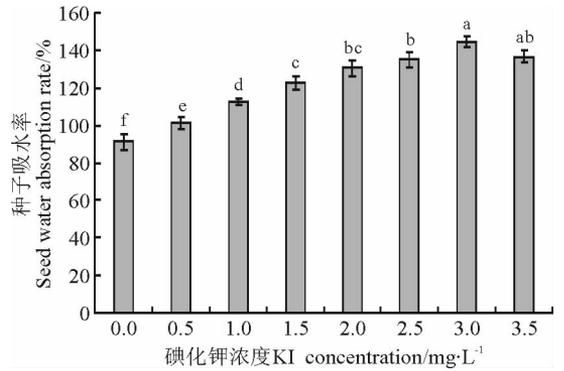


图1 不同浓度碘化钾溶液浸种对红三叶种子吸水率的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of potassium iodine solution on water absorption rate of red clover seeds
注:不同字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下同。
Note: Different letters mean significant difference at 0.01 level. The same below.

表1 不同浓度碘化钾浸种对红三叶种子发芽势和发芽率的影响

Table 1 Effects of different concentrations of potassium iodine concentration on seed germination potential and germination rate of red clover seeds

碘化钾浓度 KI concentration/ mg·L ⁻¹	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination potential/%
0.0	98.33 ± 0.58a	88.67 ± 0.58a
0.5	97.67 ± 0.58ab	88.33 ± 1.53a
1.0	97.33 ± 1.15ab	87.33 ± 0.58a
1.5	97.33 ± 0.58ab	88.00 ± 1.00a
2.0	96.33 ± 1.15ab	83.67 ± 0.58b
2.5	95.67 ± 0.58b	82.67 ± 1.15b
3.0	91.33 ± 1.53c	79.67 ± 0.58c
3.5	89.33 ± 1.15c	78.67 ± 0.58c

注:同列不同字母表示差异极显著($P < 0.01$)。

Note: Different lower case letters within the same column mean significant difference at 0.01 level.

2.3 不同浓度碘化钾溶液对红三叶植株 Vc、碘含量的影响 碘化钾浓度极显著影响红三叶苗期生长($P < 0.01$),苗期 Vc 含量随着碘化钾浓度升高而降低(图2)。这说明碘可能影响红三叶苗期 Vc 的合成。

苗期红三叶碘含量随着碘化钾处理浓度的上升而增加(图3)。碘化钾浓度为3.0 mg·L⁻¹时,苗

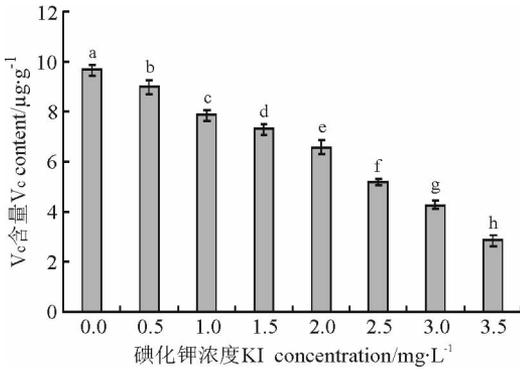


图2 不同浓度的碘化钾溶液培养对红三叶苗期植株 Vc 含量的影响

Fig.2 Effects of different concentrations of potassium iodine solution on vitamin C content of red clover seedling

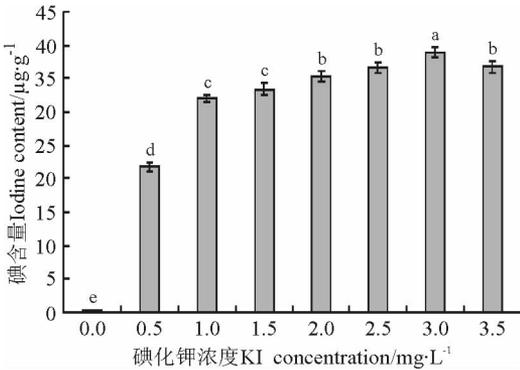


图3 不同浓度碘化钾溶液处理对红三叶苗期植株碘含量的影响

Fig.3 Effects of different KI on iodine content of red clover seedling

期红三叶碘含量达到最大值;当碘化钾浓度继续增加时,苗期红三叶的碘含量又会下降。这说明在水培条件下,苗期红三叶植株出现最佳碘富集效应的碘化钾溶液处理浓度应为 3.0 mg · L⁻¹ 左右。

2.4 红三叶苗期植株 Vc、碘含量与不同浓度碘化钾溶液之间的相关分析 红三叶苗期植株 Vc、碘含量与碘化钾溶液间的简单相关性分析(表 2)表明,Vc 含量与碘化钾的浓度呈极显著负相关 ($P < 0.05$),而苗期植株碘含量与碘化钾溶液的浓度呈显著正相关($P < 0.01$)。碘含量与碘化钾溶液浓度的二次回归方程为 $y = -5.474 4x^2 + 27.684x + 4.884 8 (R^2 = 0.923 3)$ 。说明碘化钾溶液培养会极显著降低红三叶苗期植株的 Vc 含量,但会显著增加植株碘含量,使碘在红三叶植株内出现富集现象。

表 2 红三叶苗期植株 Vc、碘含量与碘化钾培养溶液之间的简单相关分析

Table 2 Simple correlation analysis between vitamin C, iodine content of red clover seedling and potassium iodine solution

指标 Parameter	碘化钾浓度 KI concentration	碘含量 Iodine content	Vc 含量 Vc content
碘化钾浓度 KI concentration	1.000		
碘含量 Iodine content	0.808*	1.000	
Vc 含量 Vc content	-0.993**	-0.764*	1.000

注: * 表示 $P < 0.05$; ** 表示 $P < 0.01$ 。

Note: * means $P < 0.05$; ** means $P < 0.01$.

3 讨论

3.1 碘化钾处理对红三叶种子吸水率、发芽势和发芽率的影响 采用不同浓度碘化钾溶液浸种时,均可促进红三叶种子的吸水,并表现出了随溶液浓度增加吸水率先增加后降低的变化趋势。在碘化钾溶液浓度为 3.0 mg · L⁻¹ 时,红三叶种子吸水率达到最大值(144.6%)。由此可看出,一定浓度的碘化钾溶液对于红三叶种子萌发时的吸水无副作用,反而会促进种子吸水。但随碘化钾溶液上升,对红三叶种子发芽势和发芽率具有显著负效应。

3.2 碘化钾处理对红三叶苗期 Vc 的影响

研究表明,在碘化钾溶液浓度为 0~3.5 mg · L⁻¹ 时,添加碘化钾使红三叶植株的 Vc 含量显著下降,且随碘化钾溶液浓度的增加下降趋势明显,当碘化钾溶液浓度为 3.5 mg · L⁻¹ 时,红三叶植株 Vc 含量较对照组减少 70.58%。由此可看出,在红三叶水培过程中添加碘化钾会显著降低红三叶苗期植株的 Vc 的含量;同时表明,额外添加碘化钾可能对红三叶的营养品质会造成一定的影响,其影响机理以及正常大田条件下的影响情况有待进一步探讨。但 Shkolnik^[15] 研究发现,碘可使水培的植物体内的 Vc 含量增加,这种差异是来自试验材料还是其他因素亦有待进一步研究。

3.3 碘化钾处理对红三叶苗期碘含量的影响

植物对碘表现出富集能力,红三叶苗期植株碘含量亦随着外源碘化钾的添加而表现出了明显的碘富集现象。在 0~3.5 mg · L⁻¹ 的碘化钾溶液浓度下,

植株碘的含量随添加碘化钾浓度的增加呈现先增加后降低的趋势,在浓度为 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,幼苗植株碘含量达到最大值($38.898 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)。碘在普通牧草中的含量为 $0.06 \sim 0.50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [7],而根据 NRC 建议的奶牛的日摄入量为 $0.05 \sim 0.10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,我国规定肉用牛的可添加碘剂量为 $0.25 \sim 0.60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [16]。可见,能够通过添加碘富集的红三叶饲料来实现家畜饲养中补充碘元素的需求,且通过饲喂常规牧草实现家畜日粮碘元素的补充在实际饲养中操作简便、可行,值得做进一步的探讨。

4 结论

在额外添加 $0 \sim 3.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 碘化钾溶液的水培条件下,红三叶种子吸水率、植株碘含量会明显增加,在碘化钾溶液浓度为 $3.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时达到最大;苗期植株 Vc 含量会随着碘化钾溶液浓度增加而显著降低。可以通过在红三叶生长过程中额外补充碘的方式,改善红三叶的碘元素营养性状,实现红三叶对碘元素的富集。

参考文献

- [1] 樊江文. 红三叶的研究利用[J]. 草业科学, 1994, 11(5):10-14.
- [2] 周兆琼. 红三叶的栽培及加工利用[J]. 草与畜杂志, 1994(3):25-26.
- [3] 曾明义,刘光华,王金生. 巫溪县红池坝红三叶草地考察报告[J]. 牧草与饲料,1988(1):40-43.

- [4] 李国林. 缺碘危害畜禽极大[J]. 农业科技,2000(10):22.
- [5] 王朝芳. 微量元素碘对母牛产奶性能和繁殖力的影响[J]. 草食家畜,1994(4):29.
- [6] 孙金艳,单安山. 微量元素碘在畜牧生产上的应用[J]. 饲料博览,2003(9):7-8.
- [7] 许宗运,李有文. 碘在畜禽体内的营养机制及其影响[J]. 兽药与饲料添加剂,1999,4(2):15-18.
- [8] 戴九兰. 碘在土壤-植物系统中的生物有效性[D]. 泰安:山东农业大学,2004.
- [9] 冯自松. 稳定态碘对黑麦草生理生化特性的影响[D]. 杭州:浙江大学,2008.
- [10] 刘志敏. 钙、碘对芽苗蔬菜的生理效应和芽苗蔬菜对钙、碘的富集现象及机理研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2001.
- [11] 高俊凤. 植物生理学试验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006:55-56.
- [12] 张颖,赵晋铭,顾振新,等. 不同浓度碘化钾处理对绿瓣大豆芽菜生长及营养素的影响[J]. 江西农业学报,2008,20(7):39-42.
- [13] 殷秀杰,燕昌江,李凤兰,等. 混合盐碱胁迫对白三叶萌发的影响[J]. 东北农业大学学报,2009,40(12):58-61.
- [14] 何照范,张迪青. 保健食品化学及其检测技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,1997:99-100,214-215.
- [15] Shkolnik M I. Trace Elements in Plants: Developments in Crop Science[M]. Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1984:276-278.
- [16] 杜忍让. 肉用牛微量元素需要量及中毒量[J]. 兽药饲料添加剂,1997(6):24-25.

Effects of KI on water absorption rate of seed and iodine, Vc content of red clover seedlings

QIAO Zhi-hong^{1,2}, LV Jian-su¹, XU Qing-fang¹, FAN Peng-peng¹

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;

2. College of Animal Science and Technique, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: In room temperature of $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, the dynamics of water absorption rate, vitamin C and iodine contents were studied when Rider red clover was disposed in different concentration of potassium iodine solution of 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and $3.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectively. The results showed that with the rising concentration of potassium iodine solution, water absorption rate and iodine content of red clover seeds increased significantly. The highest iodine content was observed in the concentration of $3.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Vitamin C content of seedling plants significantly reduced with the rising concentration of potassium iodine solution.

Key words: iodine; red clover; vitamin C

Corresponding author: XU Qing-fang E-mail: xqfsx@sohu.com