

喷施锌、碘对大白菜锌、碘累积量、产量及品质的影响

章 衡 李恋卿 李志宏

(山西农业大学)

(山西省农科院蔬菜所)

提 要 田间试验结果表明,喷施锌或碘后,在一定浓度范围内,白菜累积锌、碘量明显增加,最大累积量分别达到 62.2 mg/kg 和 3.32 mg/kg,白菜产量也有一定程度的增加。但是当锌、碘喷施量超过一定浓度后,对白菜会产生毒害作用。同时,喷施锌、碘对白菜硝酸盐含量、维生素C含量也有一定影响。

关键词 锌 碘 累积量 大白菜

The Effect of Spraying Zinc and Iodine on the Accumulation of Zinc and Iodine, Yield and the Quality of Chinese Cabbage

Zhang Heng Li Lian-qing

(Shanxi Agriculture University, Taiyuan)

Li Zhi-hong

(Institute of Vegetable Research, Shanxi Agricultural Science Academy)

Abstract The paper illustrated the effect of spraying Zn and I in plot experiment. The results showed that accumulations of Zn and I are increased by spraying Zn and I in specific range and the maximum accumulation of Zn and I were 62.2 and 3.32 mg/kg respectively and the yield of Chinese cabbage increased, too. But if the concentration of Zn and I was up to a threshold, the toxicity will be produced by both of the elements. In the mean time, the effect of spraying Zn and I on the quality of Chinese cabbage, such as nitrate and Vc content, was also studied too.

Key words Zinc Iodine Accumulation Chinese cabbage

资料表明,施碘可显著增加黄羽扇豆植株中的含碘量。但对于锌、碘混合喷施对富集量的影响尚未见报道。本文以我国北方冬季主要蔬菜大白菜为试验材料,研究了锌、碘混合喷施对白菜锌、碘富集量、产量和品质的影响。

1 试验设计和材料方法

本试验在山西省太谷县胡村乡进行,供试土壤为石灰性褐土。耕层土壤含有机质 1.930%,全氮 0.0896%,碱解氮 47.3 mg/kg,速效磷 13.3 mg/kg,速效钾 120.5 mg/kg,有效锌

收稿日期:1996-04-19 1997-02-20 修订

章衡,副教授,山西太谷 山西农业大学土化系,030801

1. 743 mg/kg, 有效碘 0. 300 mg/kg。

供试作物为直筒型晋谷 2 号大白菜, 1995 年 8 月 10 日播种, 出苗一个月后开始喷施锌、碘处理, 以后每隔 10 天喷施 1 次, 全生育期内共喷 4 次。试验采用锌、碘两因子四水平完全组合设计。其中锌的浓度为 0、450、900、1 350 mg/kg; 碘的浓度为 0、240、360、480 mg/kg。试验重复 3 次, 随机排列。小区面积为 20 m²。供试的锌、碘肥分别为 ZnSO₄ · 7H₂O 和 KI。11 月 7 日收获, 收获后除去展开叶, 用清水冲洗, 然后用蒸馏水洗净。用新鲜样品测定碘、硝酸盐和维生素 C 含量。用 60~70 ℃ 烘干样品测定全锌含量, 其中锌用原子吸收光谱测定, 碘用溴水氧化法测定。

2 试验结果和讨论

2.1 锌、碘富集量与其喷施量的关系

根据大白菜锌、碘富集量的测定结果(表 1、表 2)采用逐步回归方法进行拟合, 得到锌、

表 1 喷施锌、碘对白菜富集碘的影响

mg · kg⁻¹

碘浓度 /mg · kg ⁻¹	锌浓度/mg · kg ⁻¹			
	0	450	900	1350
0	0.206	0.715	0.752	0.318
240	2.200	2.601	2.810	2.141
360	2.810	3.200	3.003	2.360
480	2.840	2.950	2.800	2.110

表 2 喷施锌、碘对白菜富集锌的影响

mg · kg⁻¹

碘浓度 /mg · kg ⁻¹	锌浓度/mg · kg ⁻¹			
	0	450	900	1350
0	35.0	47.2	56.0	58.0
240	30.0	53.0	60.5	58.1
360	32.0	53.1	60.4	60.0
480	40.0	47.0	59.2	56.0

碘富集量与其喷施量的回归方程为

$$Y_I = 0.206 + 13.186 \times 10^{-3} X_I + 1.654 \times 10^{-3} X_Z - 1.60 \times 10^{-5} X_I^2 - 0.10 \times 10^{-5} X_Z^2 - 0.1 \times 10^{-5} X_I X_Z \quad (1)$$

$$Y_Z = 30.925 + 2.685 \times 10^{-2} X_I + 5.200 \times 10^{-2} X_Z - 0.8 \times 10^{-4} X_I^2 - 0.24 \times 10^{-4} X_Z^2 - 0.5 \times 10^{-5} X_I X_Z \quad (2)$$

式中 Y_Z 、 Y_I ——分别为锌和碘的富集量; X_I 、 X_Z ——分别为碘和锌的喷施量。经拟合检验, 式(1)和式(2)的 F 值分别为 41.003* 和 5.249*。两个方程的 R^2 值分别为 $R_1^2 = 0.9764^{**}$, $R_2^2 = 0.8509^{**}$ 。均达到了显著或极显著水平, 方程拟合性较好。同时函数和的 Hesse 矩阵 A 均为负定, 故在各自的可信域 R 内均有极大点。

$$\text{令: } \text{grad } y_{IZ} = \nabla f(x) = \left(\frac{\partial f(x)}{\partial x_I}, \frac{\partial f(x)}{\partial x_Z} \right)^T = 0$$

可以分别求出函数 Y_I 和 Y_Z 的极大点。即锌、碘富集的最大量, 它们分别为 62.2 mg/kg 和

3. 32 mg/kg。

2.1.1 碘、锌喷施量对碘富集量的影响

碘富集量和碘、锌喷施量的关系(式(1))表明,当碘喷施浓度为 392.3 mg/kg, 锌喷施浓度为 630.8 mg/kg 时,白菜中碘的富集量达最大值,为 3.32 mg/kg。当碘喷施浓度低于 392.3 mg/kg, 锌浓度低于 630.8 mg/kg 时,碘富集量与喷施浓度之间完全正相关。随喷施量增加,植株体内碘含量提高。当喷施浓度大于最大富集浓度时,累积量开始下降。其中,碘和锌对累积量贡献分别为 $r = 3.891$ 和 $z = 2.123$,说明喷碘是造成植株碘累积的主要因素,但喷锌也有利于白菜对碘的吸收和累积,二者之间关系有待于进一步研究。

白菜中碘的含量为 0.09~0.23 mg/kg, 平均为 0.19 mg/kg。经过喷碘处理后,白菜中碘的最大累积量可达 3.32 mg/kg, 碘含量增加 10 倍以上。人体每天需正常摄入的碘量为 2.05 mg。经过喷碘处理后的白菜,即可满足人体对碘的正常需要。

碘在土壤中移动性较大,但土壤碘的有效性受许多因素的影响,植物吸收的碘,地上部分含量明显低于地下部分。碘从植物根部向地上部的运转十分有限。植物还可以通过叶面从大气中直接吸收碘^[1]。因此,通过叶面喷施碘可以增加地上部的含碘量,而且通过叶面施碘后,碘在植物体内的移动性也比土施大。

喷施碘浓度超过最大富集量后,造成累积量下降的原因,主要是喷施浓度过大,对植株造成毒害,影响其正常生长。在田间也表现出毒害症状,致使白菜产量下降。由于植物对锌的忍耐能力较强^[2,3],因此,喷施高浓度碘对植株造成的毒害较锌严重。

2.1.2 喷施碘、锌对锌富集量影响

试验结果表明,当碘、锌喷施浓度分别为 1053.7 mg/kg 和 283.97 mg/kg 时,白菜对锌的累积量达到最大值为 62.2 mg/kg。当喷施浓度低于最大富集浓度时,锌富集量随着喷施浓度增加而增加,当喷施浓度超过产生最大富集量浓度时,随喷施量的增加,锌富集量有下降趋势。这种现象也是因为喷施浓度过高对植株造成毒害所致。试验得到的 62.2 mg/kg 最大富集量接近于食物中锌的极限允许量 40~60 mg/kg。

对碘和锌的因子分析表明,喷锌对白菜中碘含量的贡献 $z = 1.782$,而喷碘对白菜中碘富集的贡献 $r = 0$ 。说明喷碘对碘的吸收和累积没有影响,碘的富集量主要取决于喷锌量,但当喷碘浓度过大,对植株造成毒害时,也会影响碘的富集量。

2.2 喷施碘、锌对产量的影响

不同的碘、锌处理,白菜产量也有差异(表 3)。对产量(Y_c , kg/hm²)与不同碘、锌浓度之间的关系进行拟合,得到拟合方程为:

$$Y_c = 6.25 \times 10^4 + 0.184 X_1 + 0.229 X_2 - 2.5 \times 10^{-5} X_1^2 - 1.15 \times 10^{-5} X_2^2 - 6.6 \times 10^{-7} X_1 X_2 \quad (3)$$

上式 $F = 8.285^{**}$, $R^2 = 0.897^{**}$, 均达到极显著水平。由方程(3)可知,碘富集量最高的处理,其产量为 82430.6 kg/hm² 比对照处理增加了 20.0%。锌富集量最高时处理的产量为 78129.9 kg/hm², 比对照处理增加了 14.7%。由表 3 还可知,白菜产量随碘、锌喷施浓度变化的增产趋势基本相似,即喷施低浓度碘、锌时可使产量增加,相反,喷施高浓度碘、锌使产量降低,且碘对产量的影响程度比锌大。这是由于在适宜的浓度范围内,碘和锌对作物生长具有促进作用,但浓度过高,对作物的生长就会起抑制作用,特别是碘,作物对其忍耐力很

弱。

表 3 喷施锌、碘对白菜产量的影响

 10^4 kg/hm^2

碘浓度 $/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	锌浓度 $/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$			
	0	450	900	1 350
0	6.26	7.79	7.75	6.14
240	6.76	8.06	7.77	5.92
360	6.66	7.83	7.42	5.44
480	6.32	7.00	6.84	4.73

2.3 喷施锌、碘对大白菜品质的影响

试验结果表明, 喷施锌、碘对大白菜品质都有影响。但锌、碘对白菜中影响有较大差异。喷碘降低了白菜中 Vc 含量, 当喷碘量达到最大富集量时, 白菜中 Vc 含量为 46.0 mg/kg , 比对照处理约减少 5%; 当碘的用量小于 120 mg/kg 时, 喷碘能降低白菜中 NO_3^- 含量, 但随喷施量进一步增加, NO_3^- 含量则呈增加趋势。当达到碘最大富集量的喷碘浓度时, 白菜中的 NO_3^- 含量为 $1\ 382 \text{ mg/kg}$, 比对照处理增加 9%。因此, 从总体上讲, 如果要达到富集碘的目的, 会造成白菜中 Vc 含量减少和硝酸盐含量增加, 导致品质下降, 但变化幅度不超过 10%。锌对白菜品质的影响完全取决于喷施浓度。当喷施浓度小于 900 mg/kg 时, 随喷施量增加, Vc 含量增加, 当喷施量为 900 mg/kg 时, 白菜中 Vc 含量达到含量最大值, 为 54.7 mg/kg , 比对照处理增加 6.0 mg/kg 。当达到最大富锌量时, Vc 含量比最高含量略有下降, 为 54.0 mg/kg , 仍显著高于对照处理。锌对白菜中 NO_3^- 含量的影响十分明显, 当喷施浓度为 700 mg/kg 时, 白菜中 NO_3^- 含量最少, 为 965.9 mg/kg , 比对照处理降低 23.8%, 显著降低了白菜中硝酸盐含量。达到最大富锌量时, 白菜中 NO_3^- 含量为 $1\ 000 \text{ mg/kg}$, 虽略有上升, 但仍比对照处理低 21%, 表明在获得富锌白菜的同时, 还可大幅度地降低白菜中硝酸盐含量, 从而改善了白菜的品质。由于喷碘造成 Vc 下降和 NO_3^- 浓度提高, 因此, 锌、碘混合喷施可以有效地维持富集锌、碘的白菜品质不致下降。

3 结 论

- 1) 喷施锌、碘可以使白菜富集锌、碘, 其最大富集量分别为 62.2 mg/kg 和 3.32 mg/kg 。
- 2) 锌和碘在一定浓度范围内可以促进白菜生长, 当达到最大富锌和富碘时, 白菜产量分别为 $7.82 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ 和 $8.24 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$, 均比对照处理显著增产。
- 3) 喷施碘造成白菜 Vc 含量降低, NO_3^- 含量增加; 而喷锌可以使 Vc 增加, NO_3^- 降低。因此, 混合喷施既可以获得富碘、富锌白菜, 又可以保持白菜的品质。

参 考 文 献

- 1 廖自基 微量元素的环境化学及生物效应 北京: 中国环境科学出版社 1992 221~ 226
- 2 韩永兰, 魏德明, 张牧侨等 锌肥对蔬菜锌素营养及其施用技术 土壤肥料 1991(2): 34~ 36
- 3 康玉林, 黄新江 茄子对高剂量锌肥的富集及忍耐能力的研究 中国蔬菜 1991(1): 11~ 13