

土施 L-色氨酸对甘蓝产量和养分吸收的影响*

陈振德 黄俊杰 何金明 蔡葵

(青岛市农业科学研究所, 266100)

摘 要

本文就土施 L-色氨酸即 L-TRP 对盆栽甘蓝产量和养分吸收的影响进行了研究。结果表明, 在移植前一周土施 L-TRP, 能明显提高甘蓝产量和干物质积累, 并明显促进了甘蓝植株对 N、P、K 的吸收, 提高了 N、P 在球叶中的分配, 降低了 K 在球叶中的积累。

关键词 L-色氨酸, 产量, 养分吸收, 甘蓝

生长素是发现最早的一种植物激素, 现已能进行人工合成并广泛用于农业生产。作为生长素 IAA (Indole-3-acetic acid, 吲哚-3-乙酸) 的前体物质 L-TRP (L-tryptophan, L-色氨酸) 却很少引起研究者的注意, 对它在农业上的应用更不多见。早在 1935 年, Thimann 首次证明了当 L-TRP 与根霉属 *suinus* 一起培养时, L-TRP 是植物激素 IAA 的前体^[7]。在植物中, L-TRP 是由 3-磷酸莽草酸, 经分支酸和邻氨基苯甲酸合成的^[6]。1987 年, Frankenberger 和 Poth 用离子抑制高效液相色谱 (HPLC)-uv 光谱测定法, 证明了由土壤-根界面分离出来的一种荧光假单胞菌能把 L-TRP 转变为 IAA^[2], 从而建立了由 L-TRP 合成 IAA 的微生物途径。据 Frankenberger 等(1990)报道^[3], 在萝卜幼苗出土时, 每公斤土壤土施 3mg 生长素前体 L-TRP 能使萝卜根干重增加 31%, 并能增大根冠比。Frankenberger 和 Arshad (1991)^[4]将 L-TRP 于移植前 2 周施入土壤, 能明显提高西瓜和甜瓜的单株产量。然而, 关于激素前体物质的研究工作在国内尚未见有报道。本试验旨在研究土施 L-TRP 对盆栽甘蓝产量和养分吸收的影响, 以期探讨将来在农业生产应用的可行性。

1 材料与方 法

1.1 甘蓝育苗

育苗采用 10cm × 10cm (上口直径 × 高) 营养钵, 每钵装土 0.5kg, 把甘蓝(品种, 鲁甘蓝 1 号)种子播种在营养钵中, 待幼苗子叶展开后, 每钵留一株苗, 按设计浓度把 L-TRP 浇施于营养钵中。

* 山东省自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1995-05-17; 收到修改稿日期: 1996-07-17

1.2 试验设计

本试验设置为 0 (CK)、50、5、 5×10^{-1} 、 5×10^{-2} 、 5×10^{-3} 和 5×10^{-4} mg L-TRP /kg 土壤等七个处理; 每处理为 15 个营养钵, 每钵浇施 L-TRP25ml(不同处理浓度各异); CK 洗 25ml 自来水。

1.3 盆栽试验

甘蓝幼苗浇施 L-TRP1 周后定植。盆栽试验采用 30cm × 25cm(上口直径 × 高) 盆钵, 每盆装土 11kg, 加复合肥 (N15%、 P_2O_5 15%、 K_2O 15%) 10g, 与土充分混匀后装盆。从各处理的 15 株甘蓝苗中选取生长一致的 8 株, 移植于盆钵中, 每盆一株, 重复 8 次。在甘蓝莲座期每盆追施尿素 5g, 结球始期追施复合肥每盆 5g。

1.4 样品分析

甘蓝收获后, 每处理选取 4 株, 按球叶和外叶分开, 105 °C 杀青 30min, 60 °C 恒温烘干。取烘干样品粉碎后, 用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮, 按凯氏定氮法测 N, 钼兰比色法测 P, 火焰光度法测 K^[1]。

N 素收获指数 (%) = 球叶含 N 量 / 植株总 N 量 × 100%。

P 素和 K 素收获指数的计算方法与 N 素收获指数相同。

2 结果与分析

2.1 土施 L-TRP 对甘蓝产量和干物质积累量的影响

表 1 土施 L-TRP 对甘蓝产量和全株重量的影响

Table 1 Effects of L-TRP applied to soil on the yield and whole plant fresh weight of cabbage.

L-TRP (mg /kg soil)	产 量 Yield (Fresh weight) (g /pot)	全株重量 Whole plant fresh weight (g /pot)	净菜率 Edible rate (%)
0	446.9 c(100)	765.0 d(100)	58.4 b
50	478.8 bc(107.1)	783.2 d(102.4)	61.1 ab
5	603.1 a(135.0)	941.9 a(123.1)	64.0 a
5×10^{-1}	578.8 a(129.5)	911.9 ab(119.2)	63.5 a
5×10^{-2}	580.0 a(129.8)	891.9 bc(116.6)	65.5 a
5×10^{-3}	589.4 a(131.9)	942.5 a(123.2)	62.5 ab
5×10^{-4}	520.6 b(116.5)	848.1 c(110.9)	61.4 ab

注: (1)按邓肯氏新复极差测验法, 同列中后附不同字母的均值为 0.05 水平, 有显著差异, 下同。

(2)括号中数字为相对值, 下表同。

从表 1 可以看出, 土施 50 — 5×10^{-4} mg L-TRP /kg, 能使甘蓝产量提高 7.1 — 35.0%, 全株重量提高 2.4 — 23.2%, 其中土施以 5 — 5×10^{-3} mg L-TRP /kg

等四个处理的产量较高, 平均增产 31.6%(表 1)。从净菜率来看, 土施 L-TRP 的平均净菜率为 63%, 比对照提高 7.9%。这说明土施 L-TRP 后, 在增加全株重量的基础上, 更重要的是增加了可食部分的产量, 从而提高了净菜率。

从干物质生产角度来看, 土施 L-TRP 有利于干物质积累, 在土施 $5-5 \times 10^{-4}$ mg/kg 范围内, 干物质积累量增加 5.7—21.1%。其中以土施 5mg L-TRP/kg 处理的干物质积累最高, 而土施 50mg L-TRP/kg 处理的干物质积累量比对照降低 4.1%(表 2)。这说明, L-TRP 施用浓度过高, 会抑制甘蓝植株的干物质积累。

表 2 土施 L-TRP 对甘蓝干物质积累的影响

Table 2 Effect of L-TRP applied to soil on the dry matter accumulation of cabbage

L-TRP (mg/kg soil)	干物质积累 Dry matter accumulated (g/pot)
0	72.4 d(100)
50	69.4 d(95.9)
5	87.6 a(121.1)
5×10^{-1}	81.6 b(112.8)
5×10^{-2}	77.9 c(107.7)
5×10^{-3}	81.6 b(112.8)
5×10^{-4}	76.5 c(105.7)

(表 3)。在不施 L-TRP 的条件下, 甘蓝的 N 素收获指数为 44%, 而在土施 L-TRP 条件下, 其 N 素收获指数可提高到 51%。

表 3 土施 L-TRP 对甘蓝植株 N 素吸收分配的影响

Table 3 Effect of L-TRP applied to soil on the N uptake and distribution of cabbage plants.

L-TRP (mg/kg soil)	N 吸收 Nitrogen uptake (g/plant)			N 浓度 Nitrogen concentration (%)	N 素收获指数 Nitrogen harvest index (%)
	球叶 Head leaves	外叶 Outside leaves	全株 Whole plant		
0	1.38 d	1.76 bc	3.14 d	4.34 c	43.95 c
50	1.51 c	1.62 d	3.13 d	4.51 bc	48.24 b
5	2.03 a	2.19 a	4.22 a	4.82 a	48.10 b
5×10^{-1}	1.99 ab	1.86 bc	3.85 b	4.72 ab	51.69 a
5×10^{-2}	1.96 ab	1.71 cd	3.67 c	4.71 ab	53.41 a
5×10^{-3}	2.04 a	1.91 b	3.95 b	4.84 a	51.65 a
5×10^{-4}	1.91 b	1.72 cd	3.63 c	4.31 c	52.62 a

2.2 土施 L-TRP 对甘蓝植株 N、P、K 吸收分配的影响

2.2.1 对甘蓝植株 N 素吸收分配的影响

经 L-TRP 处理后, 明显提高了甘蓝植株对 N 素的吸收能力, 与对照相比, 平均提高 17.4%, 植株 N 浓度平均提高 7.2%(表 3)。在所有供试浓度中, 以土施 5mg L-TRP/kg 处理的 N 素吸收最大, 达到每株吸收 4.22gN, 比对照增加 34.4%(表 3)。从表 3 还可看出, 土施 L-TRP 促进了 N 素向球叶运转和分配, 增加了 N 素在球叶中的积累。在土施 $5 \times 10^{-1} - 5 \times 10^{-4}$ mg/kg 范围内, N 素在球叶中的积累量超过 50%, N 素收获指数明显提高

2.2.2 对甘蓝植株 P 素吸收分配的影响 表 4 的结果表明, 土施 L-TRP 都不同程度地促进了甘蓝植株对 P 素的吸收, 其中以土施 5mg/kg 的促进作用最大, 比对照提高 36.4%。甘蓝植株中 P 的浓度也比对照有所提高。幅度为 3.2 - 12.9%。从 P 素在植株体内的分配状况来看, 球叶是 P 素分配的主要器官(表 4)。在 $5 - 5 \times 10^{-4}$ mg/kg 土壤范围内, P 素收获指数均在 60% 以上。这说明土施 L-TRP 加强了 P 素向球叶的运转能力, 促进了 P 素在球叶中的积累, 从而提高了 P 素收获指数。

表 4 土施 L-TRP 对甘蓝植株 P 素吸收分配的影响

Table 4 Effect of L-TRP applied to soil on the phosphorus uptake and distribution of cabbage plants.

L-TRP (mg/kg soil)	P 吸收 Phosphorus uptake (g/plant)			P 浓度 Phosphorus concentration (%)	P 素收获指数 Phosphorus harvest index (%)
	球叶 Head leaves	外叶 Outside leaves	全株 Whole plant		
	0	0.12 c	0.10 c		
50	0.12 c	0.10 c	0.22 d	0.32 bc	54.55 c
5	0.18 a	0.12 a	0.30 a	0.34 ab	60.00 bc
5×10^{-1}	0.16 b	0.10 c	0.26 c	0.32 bc	61.54 ab
5×10^{-2}	0.17 a	0.10 c	0.27 b	0.35 a	62.96 a
5×10^{-3}	0.17 a	0.11 b	0.28 b	0.34 ab	60.71 ab
5×10^{-4}	0.16 b	0.10 c	0.26 c	0.34 ab	61.54 ab

2.2.3 对甘蓝植株 K 素吸收分配的影响 土施 L-TRP 对甘蓝植株 K 素吸收和植株中 K 素浓度的影响趋势与 N、P 基本相同, 对 K 素吸收促进作用最大的浓度仍为

表 5 土施 L-TRP 对甘蓝植株 K 素吸收分配的影响

Table 5 Effects of L-TRP applied to soil on the Potassium uptake and distribution of cabbage plants.

L-TRP (mg/kg soil)	K 吸收 Potassium uptake (g/plant)			K 浓度 Potassium concentration (%)	K 素收获指数 Potassium harvest index (%)
	球叶 Head leaves	外叶 Outside leaves	全株 Whole plant		
	0	1.04 b	0.77 c		
50	0.95 c	0.83 c	1.78 d	2.57 b	53.37 bc
5	1.27 a	1.06 a	2.32 a	2.66 ab	54.74 ab
5×10^{-1}	1.04 b	1.02 a	2.06 bc	2.52 b	50.49 c
5×10^{-2}	1.22 a	0.91 b	2.13 b	2.73 a	57.28 a
5×10^{-3}	1.26 a	0.99 ab	2.25 a	2.76 a	56.00 ab
5×10^{-4}	1.04 b	0.99 ab	2.03 c	2.65 ab	51.23 c

5mg/kg, 但对 K 素分配的影响则与 N、P 相反。即 L-TRP 降低了 K 素在球叶中的积累, 相对增加了 K 素在外叶中的滞留量, 使 K 素收获指数降低, 比对照平均降低 6.3% (表 5)。此外, 还可看出, 球叶是 K 素积累的主要器官, 积累量为 54%。

3 讨 论

生长素的生物合成不仅仅局限于高等植物, 真菌、细菌和藻类等微生物也能合成长素。L-TRP 作为高等植物和微生物合成长素的前体, 对调控植物的生长发育具有重要的作用。先前的试验结果已表明, 土施 L-TRP 能明显提高萝卜、西瓜和甜瓜产量^[3, 4]。本试验的结果进一步证明, 土施 L-TRP 确能提高甘蓝产量, 并能促进甘蓝植株对 N、P、K 的吸收(表 1, 3, 4, 5)。如果 L-TRP 单纯作为一种营养物质去发挥其营养效应的话, 那么它显然不可能对植物的生长发育产生如此强烈的影响作用。由于施到土壤中的 L-TRP 很容易转变成 IAM (indole-3-acetanide, 吲哚-3-乙酰胺) 和 IAA^[5], 在产量上产生的反应很可能是施到土壤中的 L-TRP 通过土壤微生物产生的生长素的生理效应所致。因此, 我们认为, 甘蓝产量的增加很可能是 L-TRP 影响植物体内激素平衡和促进 N、P、K 吸收的结果。

参 考 文 献

1. 劳家桢主编, 1978: 土壤农化分析手册, 640—649页, 农业出版社, 北京。
2. Frankenberger, W. T., Jr., and M. poth., 1987: Determination of substituted indole derivatives by ion suppression-reverse phase high performance liquid chromatography. *Anal. Biochem.* 165: 300—308.
3. Frankenberger, W. T. Jr., Chang, A. C. and M. Arshad., 1990: Response of *Raphanus Sativus* to the auxin precursor, L-tryptophan applied to soil. *Plant and Soil.* 129: 235—241.
4. Frankenberger, W. T. Jr., and M. Arshad., 1991: Yield response of watermelon and muskmelon to L-tryptophan applied to soil. *Hortscience.* 26: 35—37.
5. Frankenberger, W. T. Jr., and W. Brunner., 1983: Method of detection of auxin-indole-3-acetic acid in soil by high performance liquid chromatography. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 47: 237—241.
6. Lehninger, A. L., 1975: Biosynthesis of the aromatic amino acids. *Biochemistry.* 2nd ed. Worth Publishers. New York. P. 201—230.
7. Thimann, k. v., 1935: On the plant growth hormone produced by *Rhizopus suinus*. *J. Biol. Chem.* 109: 279—291.

INFLUENCE OF L-TRYPTOPHAN APPLIED TO SOIL ON YIELD AND NUTRIENT UPTAKE OF CABBAGE

Chen Zhende Huang Junjie He Jinming and Cai Kui

(*Qingdao Institute of Agricultural Sciences* , 266100)

Summary

A study was conducted to determine the influence of L-TRP (L-tryptophan) applied to soil on the yield and nutrient uptake of cabbage (*Brassica oleracea* Var. *capitata* L.) in a pot experiment. The results showed that L-TRP applied to soil a week before transplanting might obviously increase the cabbage yield, dry matter accumulation and the uptake of nitrogen, phosphorus and potassium of cabbage plants. Nitrogen and phosphorus distributed in the head leaves increased but potassium decreased.

Key words L-tryptophan, Yield, Nutrient uptake, Cabbage