

几种叶菜叶片硝酸盐含量差异及原因的探究

靳亚忠¹, 何淑平¹, 宫宏亮², 廉 华¹, 马光恕¹

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 山西省繁峙县大营镇人民政府, 山西 繁峙 034303)

摘要: 采用相同营养液进行水培的方法研究了 7 种叶菜硝酸盐含积累, 并分析其原因。结果表明: 不同叶菜叶片硝酸盐含量差异较大, 原因是叶片内在硝酸还原酶活性的差异、根系对硝酸盐的吸收速率以及硝酸盐的代谢库和贮存库的不同造成的; 叶片硝酸盐含量与内在硝酸还原酶活性和代谢库的大小有明显的负相关, 与贮存库和吸收速率有明显的正相关。

关键词: 叶菜; 硝酸盐; 硝酸还原酶活性; 代谢库; K_m ; V_{max}

中图分类号: S 636 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)07-0035-03

蔬菜中的硝酸盐含量, 因蔬菜的种属、品种、生长期和栽培条件等因素的不同而不同^[1]。不同种类蔬菜中的硝酸盐含量差别很大, 取食营养器官或贮藏体的叶菜和根菜类蔬菜的硝酸盐含量高于取食繁殖器官的蔬菜, 前者更易富集硝酸盐^[2]。叶菜类硝酸盐含量要高于根菜类的硝酸盐含量^[3,5]。但是对于叶菜硝酸盐的积累能力的差异及其原因还没有形成一致的意见, 高祖明等^[4]认为不同种类蔬菜硝酸盐积累量不同是由于硝酸还原酶活性有差异; 有学者认为, 植物积累硝酸盐的差异往往取决于代谢库和贮存库中比例^[7]。植物体内的硝酸盐累积是一种奢侈消耗, 在氮素供应过剩时, 以超过自身需要的速度吸收硝酸盐, 并将多吸收的硝态氮储存起来, 以便在氮素供应不足时, 维持正常生长的需要^[8]。大多研究是从单方面来说明不同种类蔬菜或同种蔬菜不同品种积累差异的原因, 而且所得结果没有形成一致

意见。该试验以不同种类叶菜为研究对象, 把部位硝酸盐积累与部位内在硝酸还原酶活性、硝酸盐代谢库和贮存库以及根系对硝酸盐吸收动力学参数之间结合起来进行研究, 探讨不同种类叶菜硝酸盐积累能力的差异的原因, 为叶菜类优质高效生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验选用叶菜品种为花叶苦苣、生菜、四季苜蓿菜、苣荬菜、蒲公英、多味奇菜、小白菜(四月蔓)。试验在黑龙江八一农垦大学农学院实验室中进行。

1.2 试验方法

试验采用单因素随机区组设计, 每个处理设 3 次重复, 采用水培方式进行, 营养液为 1/5 剂量的霍格兰营养液。植株生长前期通气 2 次/d, 每次 30 min; 后期生长速度增快, 采用 2/5 剂量的霍格兰营养液, 每间隔 2 h 通气 1 次。采用穴盘进行育苗, 出苗后 15 d 进行移栽, 定植于能盛装 20 L 的苯板箱中, 每箱 30 株苗, 定植后 15 d 进行测定吸收动力学。定植后 30 d 进行采收, 进行其它指标的测定。

吸收动力学参数测定参照汪晓丽等等方法^[9]; 硝酸盐含量的测定采用李合生的方法^[10]; 代谢库和贮存库的

第一作者简介: 靳亚忠(1975-), 男, 讲师, 现从事蔬菜营养生理及逆境生理研究工作。E-mail: jyz751203@163.com。

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究资助项目(105512123); 黑龙江八一农垦大学“硕士科研启动资金”资助项目(200408)。

收稿日期: 2009-12-20

Effects on Growth and Yield of Japanese Chestnut by Spraying PP333

ZHENG Rui-jie WANG De-yong YU Dong-mei

(Liaoning Institute of Economic Forestry, Dalian 116031)

Abstract: Spraying PP333 at suitable concentration can inhibit the vegetative growth of Japanese chestnut, and had no effect on yield and chestnut seed size. But spraying excess PP333 can seriously inhibit normal tree growth, the formation of "small aged trees", the decrease of the yield and the size.

Key words: Japanese chestnut; spray; PP333; growth; yield

测定参照许长嵩,倪晋山的方法^[11];硝酸还原酶活性测定采用活体法^[10]

2 结果与分析

2.1 不同种类叶菜叶片硝酸盐含量

由图 1 可知,在相同条件培养下,7 种叶菜在不同程度上都积累了一定量的硝酸盐,经方差分析和多重比较可知,7 种叶菜体内硝酸盐含量积累差异显著($P < 0.05$)。小白菜(四月蔓)体内硝酸盐含量最高(2 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{WF}$),生菜硝酸盐含量最低(572.5 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{WF}$),四季油麦菜与苜蓿菜、蒲公英与多味奇菜硝酸盐含量差异不显著,从硝酸盐的积累情况来看,硝酸盐含量由低到高的排列是:生菜 < 花叶苦苣 < 四季苜蓿菜 \approx 苜蓿菜 < 蒲公英 \approx 多味奇菜 < 四月蔓。

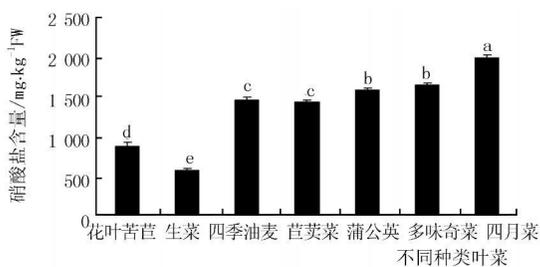


图 1 不同种类叶菜叶片硝酸盐含量

2.2 不同种类叶菜叶片内在硝酸还原酶活性

由图 2 可知,在相同营养液培养条件下,不同种类叶菜叶片内在硝酸盐还原酶活性之间差异显著($P < 0.05$),生菜叶片内在硝酸盐还原酶活性最大,其次是花叶苦苣,四季油麦菜与苜蓿菜叶片内在硝酸盐还原酶活性差异不显著,但大于蒲公英与多味奇菜叶片的内在硝酸盐还原酶活性,蒲公英与多味奇菜的叶片内在硝酸盐还原酶活性大小差异也不显著,小白菜(四月蔓)叶片内在硝酸盐还原酶活性最小。由图 1 和图 2 可知,内在硝酸盐还原酶活性大小排列顺序与硝酸盐含量大小排列顺序相反,说明二者之间有明显的负相关($R = -0.9782$)。

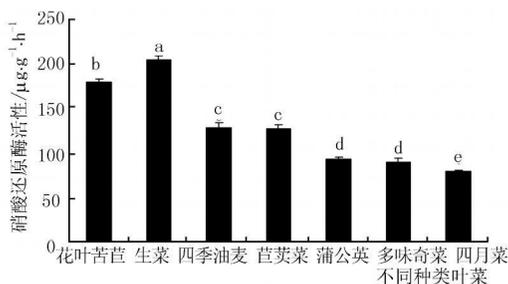


图 2 不同种类叶菜叶片内在硝酸还原酶活性

2.3 不同种类叶菜不同生育期硝态盐吸收动力学参数不同蔬菜对硝酸盐的吸收多寡与根系对硝酸氮的

吸收动力学参数有一定的关系,而且这种特性可以遗传^[12]。一般认为, K_m 为米氏常数,其数值等于 $1/2V_{\max}$ 时,其倒数表示根系细胞膜上某离子吸收位点对该离子的亲和力;作物吸收某种离子的值越小,则对该离子的亲和力越大,吸收能力越强; V_{\max} 表示吸附某个离子的有效载体数目达最大时对该离子的最大吸收速率,反映了植物吸收某种离子的最大潜力; V_{\max} 越大,表明吸收该离子的内在潜力就越大。由表 1 可知,当不同种类叶菜定植 15 d 后,各种叶菜的吸收动力学参数 K_m 最大的是多味奇菜,其次为蒲公英和苜蓿菜,最小的为生菜,说明在定植后 15 d 多味奇菜根系对硝酸氮的亲和力最小,亲和力最大的是花叶苦苣;由 V_{\max} 可知,小白菜(四月蔓)对硝酸氮的最大吸收速率最高,为 $4.687 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,其次是多味奇菜和蒲公英,最小的是生菜。 V_{\max} 值大的小白菜(四月蔓),硝酸盐含量较高; V_{\max} 值较小的生菜硝酸盐含量最低,而且不同种类叶菜硝酸盐含量变化与 V_{\max} 值变化规律一致,呈现一定的正相关($R = 0.9796$);不同种类叶菜硝酸盐含量变化与 K_m 值的变化规律不一致,说明与叶菜根系对硝酸盐的亲和力即 K_m 值关系不明显。

表 1 不同种类叶菜硝酸盐吸收动力学参数

供试蔬菜	硝酸盐含量 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{FW}$	K_m / $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	V_{\max} / $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
花叶苦苣	885.0 ± 49.2d	0.874	1.875
生菜	572.5 ± 30.3e	0.725	1.249
四季苜蓿菜	1467.5 ± 38.5c	0.959	2.847
苜蓿菜	1442.5 ± 24.1c	0.968	2.863
蒲公英	1595.0 ± 24.1b	0.982	3.521
多味奇菜	1652.5 ± 31.2b	1.057	3.856
四月蔓	2000.0 ± 42.6a	0.926	4.687

注:表中不同字母表示处理间差异显著性达 $P < 0.05$ 。下同。

2.4 不同种类叶菜叶片硝酸盐代谢库和贮存库

由表 2 可知,不同种类叶菜叶片硝酸盐代谢库和贮存库中硝酸盐的含量有差异,并且代谢库中硝酸盐的含量占总硝酸盐含量的比例为 5.1%~46.6%,只占总量的少部分,大部分硝酸盐存在于液泡中;代谢库与总量的比值在不同种类叶菜之间有差异,生菜的比例最大为 46.6%,小白菜(四月蔓)的比例最小为 5.1%,说明不同种类叶菜对于硝酸盐的利用程度有差异,因此导致在叶片中硝酸盐的积累就差异。不同种类叶菜叶片内在硝酸盐还原酶活性变化规律与代谢库中硝酸盐含量以及所占总量比例变化规律一致,说明叶片内在硝酸盐还原酶活性大的叶菜,代谢库中硝酸盐代谢量大,贮存库中硝酸盐含量就少,叶片内在硝酸盐还原酶活性小的叶菜,正好相反。因此可知,不同种类叶菜叶片中硝酸盐含量的差异,与内在硝酸盐还原酶活性的大小和代谢库大小有明显的负相关($R = -0.9782$, $R = -0.9781$),而与贮存库有明显的正相关($R = 0.9997$)。

表 2 不同种类叶菜叶片内在硝酸还原酶活性、硝酸盐代谢库和贮存库

种类	硝酸还原酶活性	代谢库	贮存库	代谢库/硝酸盐
	$/\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	$/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	总量/%
花叶苦苣	179.7±2.6b	234.5	650.5	26.5
生菜	204.4±4.2a	266.6	305.9	46.6
四季菠菜	128.1±4.9c	167.2	1300.3	11.4
苜蓿菜	126.5±4.7c	165.0	1277.5	11.4
蒲公英	92.9±1.9d	121.2	1473.8	7.6
多味苣荬菜	88.8±5.1d	115.8	1536.7	7.1
四月蔓	78.6±1.7e	102.5	1897.5	5.1

3 结论与讨论

不同种类蔬菜体内硝酸盐含量的差异主要是由于植株生物量的差异及生长速率的差异造成的,还是有硝酸还原酶活性的差异导致的,多年来一直存在很大争议,尚无明确的结论。在相同培养条件下的不同种类叶菜叶片硝酸盐含量不同。硝酸盐含量积累高的是小白菜(四月蔓),最低的是生菜,而且不同种类叶菜硝酸盐含量高低排序与叶片内在硝酸还原酶活性大小排序相反,说明不同种类叶菜叶片硝酸盐含量积累多少与其内在硝酸还原酶活性大小有明显的负相关;小白菜(四月蔓) V_{\max} 值最大,说明在这样的培养条件下小白菜(四月蔓)对硝酸盐的吸收能力较强;生菜的 V_{\max} 值最小,说明在这样的培养条件下生菜对硝酸盐的吸收能力较弱,而在这几种叶菜中小白菜(四月蔓)的叶片内在硝酸还原酶活性最低,生菜的内在硝酸还原酶活性最高,其他种类的蔬菜硝酸盐含量和内在硝酸还原酶活性处在中间,表现出一定的规律性,说明不同叶菜吸收硝酸盐的能力和叶片内在硝酸还原酶活性的不同导致了叶片硝酸盐积累的差异。叶片硝酸盐含量之间的差异与叶片中硝酸盐的代谢库和贮存库的大小有明显的的相关性。该结果与前人在同一种类不同品种蔬菜上研究的结果一致^[14]。当外界硝酸盐供给不足或中断时,贮藏库内的硝酸盐可通过某种机制,进入代谢库(细胞质)参

与还原^[5],新吸收的硝态盐可能会优先被还原,而一旦累积起来就会成为难以被还原的部分^[19]。

参考文献

- [1] 林冠伯. 蔬菜的硝酸盐含量及其变化[J]. 中国蔬菜, 1981(1): 52-56.
- [2] 陈振德, 程炳嵩. 蔬菜中硝酸盐及其与人体健康[J]. 中国蔬菜, 1988(1): 40-42.
- [3] 侯晶, 陈振德, 姚春霞. 上海市浦东地区蔬菜硝酸盐污染分析[J]. 中国土壤与肥料, 2006(4): 54-57.
- [4] 周焱, 董越勇, 陆若辉. 浙江省主要蔬菜的硝酸盐积累差异及其影响因素的研究[J]. 浙江农业学报, 2005, 17(5): 263-267.
- [5] 杨国义, 罗薇, 张天彬. 广东省典型地区蔬菜硝酸盐与亚硝酸盐污染状况评价[J]. 生态环境, 2007, 16(2): 476-479.
- [6] 高祖明, 张耀栋, 严晓风. 几种叶菜的硝酸盐和亚硝酸盐积累及其与有关酶活性的关系[J]. 植物生理学通讯, 1990(3): 21-24.
- [7] 艾绍英, 唐拴虎, 李生秀. 氮素供应水平对蔬菜硝酸盐积累和分布的影响[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(2): 14-17.
- [8] 艾绍英, 杨莉, 姚建武. 蔬菜累积硝酸盐的研究进展[J]. 中国农学通报, 2000, 16(5): 45-46.
- [9] 汪晓丽, 封克, 盛海君. 不同水稻基因型苗期 NO_3^- 吸收动力学特征及其受吸收液中 NH_4^+ 的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1306-1311.
- [10] 李合生, 陈翠莲, 洪玉枝. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 许长嵩, 倪晋山. 小麦叶内硝酸还原的代谢库[J]. 植物生理学报, 1990, 16(3): 277-283.
- [12] 杜红斌, 王秀峰, 崔秀敏. 植物积累的生理机制研究[J]. 中国蔬菜, 2001(2): 49-51.
- [13] 艾绍英, 姚建武, 黄小红. 蔬菜硝酸盐的还原转化特性研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 40-43.
- [14] 陈新平, 邹春琴, 刘亚萍. 菠菜不同品种累积硝酸盐能力的差异及其原因[J]. 植物营养与肥料学报, 2000, 6(1): 30-34.
- [15] Bremer T. Environmental factors and cultural measures affecting the nitrate content in spinach[J]. Fertilizer Research, 1982, 3(3): 291-292.
- [16] Terman G L, Allen S E. Crop yield-nitrate N, total N, and total K relationship; Leafy vegetable. Commun[J]. Soil Sci. Plant Anal., 1978(9): 813-825.

Study on Nitrate Content and Reson of Different Kinds of Leafy Vegetable's Leaf

JIN Ya-zhong¹, HE Shu-ping¹, GONG Hong-liang², LIAN Hua¹, MA Guang-shu¹

(1. College of Agronomy, Heilongjiang August First Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. Shanxi Province People's Government of Daying in Fanshi Country Fanshi, Shanxi 034303)

Abstract: The nitrate content difference and the reson among seven kinds of leafy vegetable were studied in hydroponical experimen. The results showed that a large difference of nitrate content among seven kinds of leafy vegetable, s leaf; It was the main reason of nitrate content difference among seven kinds of leafy vegetable that the NRase activity of leaf, absorption rate of nitrate, metabolic pool and storage pool of leaf were difference; There was a significant negative line correlation between nitrate content and NRase activit, metabolic pool; There was a significant positive correlation between nitrate content and storage pool, absorption rate.

Key words: leaf vegetables; nitrate; NRase activity; metabolic pool K_m ; V_{\max}