

少花龙葵中的硝酸盐、亚硝酸盐 及维生素C的质量分数^{*}

曾宪锋, 邱贺媛

(韩山师范学院生物系, 广东 潮州 521041)

摘要: 测定了不同发育阶段、不同部位以及不同生长环境的少花龙葵中的硝酸盐、亚硝酸盐和维生素C的质量分数。参考蔬菜中硝酸盐质量分数分级评价标准, 参考我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数限量标准(以 $w(\text{NaNO}_2) \leq 4.0 \times 10^{-6}$ 计), 考虑到各种野菜的维生素C的质量分数, 对这种野菜评价如下: 营养生长期和盛果期的叶, 硝酸盐质量分数低于轻度污染水平 4.44×10^{-4} , 亚硝酸盐质量分数低于我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数的限量标准, 属于一级野菜, 可以安全食用; 花蕾期的叶, 硝酸盐质量分数低于 8.07×10^{-4} , 属于中度污染水平, 亚硝酸盐质量分数低于我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数的限量标准, 属二级蔬菜范围, 不宜生食, 煮熟或盐渍可安全食用; 初花期和初果期的叶的硝酸盐质量分数高于 8.07×10^{-4} 而低于 1.268×10^{-3} , 亚硝酸盐质量分数低于我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数的限量标准, 属于三级蔬菜, 不可生食和盐渍, 可熟食; 少花龙葵的各个发育时期的嫩茎硝酸盐质量分数高, 均不可食用。

关键词: 野菜; 发育阶段; 硝酸盐; 亚硝酸盐; 维生素C; 广东省

中图分类号: Q949.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2005) S1-0268-03

野菜在不同的生长发育阶段, 其硝酸盐、亚硝酸盐和维生素C的质量分数不同^[1-3], 有的时期食用有利于身体健康, 有的时期食用甚至损害健康, 因此, 研究野菜不同的生长发育阶段其硝酸盐、亚硝酸盐和维生素C的质量分数的变化规律, 为科学的采食野菜提供科学依据, 很有意义。少花龙葵 *Solanum nigrum* L. var. *pauciflorum* Liou 为传统的野生蔬菜^[4], 广东省的冬春季节正当采食。它们群落中个体物候期不一致, 可同时同地采到几个不同生长发育阶段的材料, 为较准确地研究不同生长发育阶段野菜中硝酸盐、亚硝酸盐及维生素C质量分数提供了有利条件。

1 材料与方法

1.1 实验材料

供试材料采自广东省潮州市韩江东岸河套香蕉林中, $5\text{ m} \times 20\text{ m}$ 范围内随机采集, 分为营养期、花蕾期、初花期、初果期和盛果期, 不同物候期的材料同时采样。土壤的肥力状况由土壤实验室帮助测定, 每 kg 土壤中有: 有机质 50.94 g, 全氮 3.39 g, 全磷 1.08 g, 碱解氮 124.1 mg, 有效磷 106.6 mg, 速效钾 469.5 mg。

1.2 仪器设备

722s 型分光光度计; JY-501B 型超级恒温水浴; 组织捣碎机。

1.3 试剂

硝酸钾、亚硝酸钠为优级纯试剂, 其它试剂均为分析纯, 水为重蒸馏水。

1.4 测定方法

1.4.1 硝酸盐的测定 取上述不同生长发育期的菜蕨用自来水洗净后用吸水纸吸干表面附着的水, 称取一定量放入组织捣碎机中, 捣碎制成匀浆后, 加一定量的重蒸水定容, 在 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温水浴中浸提 1 h, 取出过滤(如含色素需脱色), 带冷却至室温后, 吸取一定量的提取液, 采用水杨酸比色法测定硝酸盐质量分数^[5]。每份样品重复 3 次。文中引用结果为多次测定的平均值。

1.4.2 亚硝酸盐的测定 利用上述硝酸盐提取液, 采用磺胺-1-萘胺比色法测定亚硝酸盐质量分数^[6]。

1.4.3 维生素C的测定 取待测样品 10 g, 加少量 $\varphi=2\%$ 盐酸, 在组织捣碎机中制成匀浆, 移入 100 mL 容量瓶中, 以 $w=1\%$ 草酸定容到刻度, 脱脂棉过滤, 取 10 mL 滤液, 用已标定过的 2, 6-二

* 收稿日期: 2005-02-02

基金项目: 广东省教育厅高校自然科学基金资助项目 (Z03067)

作者简介: 曾宪锋 (1962年生) 男, 副教授; E-mail, zengxianfeng0325@163.com

氯靛酚溶液滴定测定 Vc 质量分数^[5]。

2 结果

2.1 硝酸盐、亚硝酸盐及维生素 C 质量分数

少花龙葵不同生长发育期不同部位中硝酸盐、亚硝酸盐及维生素 C 质量分数的测定结果见表 1。

表 1 少花龙葵不同生长发育期、不同部位中硝酸盐、亚硝酸盐及维生素 C 质量分数

Tah 1 The contents of nitrate, nitrite and Vc of *Solanum nigrum* L var. *pauciflorum* Liou 10⁻⁶

生长发育阶段	取样部位	w (NO ₃ ⁻)	w (NO ₂ ⁻)	w (Vc)
营养期	叶	295.90	2.72	97.55
营养期	茎	1311.22	2.34	27.05
花蕾期	叶	577.73	3.79	121.05
花蕾期	茎	1552.11	1.77	25.87
初花期	叶	958.70	3.63	114.30
初花期	茎	4552.78	1.27	31.06
初果期	叶	1018.83	3.56	123.50
初果期	茎	3367.78	2.39	23.00
盛果期	叶	333.94	0.62	120.95
盛果期	茎	1617.55	0.55	27.67

从表 1 可以看出，硝酸盐的累积量在不同发育阶段间的差异较大，就叶来看，其规律是：越幼嫩的部位硝酸盐质量分数越低，花期质量分数最高，而后又开始下降。对此结果可做如下分析：硝酸盐主要分布在代谢旺盛部位，在植物整个生长发育过程中，幼嫩时期组织结构正在发育完善，代谢功能较弱，以后的营养生长期代谢有所加强，硝酸盐质量分数有所增加，而到了初花期，营养生长达到最高点，代谢最强，因此硝酸盐质量分数最高^[1]，以后的生长发育阶段（如在果期），代谢逐渐降低，硝酸盐质量分数也随之降低。从茎中的硝酸盐质量分数来看，基本规律与叶一致。

不同生长发育阶段间亚硝酸盐的质量分数也存在较大差异，基本规律是叶中质量分数大于嫩茎，各不同生育期的变化规律与叶中一致。

不同生长发育阶段间维生素 C 质量分数差异不大，叶中质量分数大于茎中质量分数。

很明显，同一发育时期不同部位硝酸盐、亚硝酸盐和维生素 C 质量分数差异很大（表 2）。

从表 2 中可以看出：每个生长发育阶段的少花龙葵，其嫩茎中的硝酸盐的质量分数高于其叶，平均高出 4.0 倍；其叶中的亚硝酸盐质量分数高于其嫩茎，平均高出 1.8 倍；不同部位的维生素 C 的质量分数，以叶中为多，平均叶高于嫩茎 4.4 倍。

表 2 不同发育期少花龙葵的硝酸盐、亚硝酸盐及维生素 C 质量分数

Tah 2 The comparison of the contents of nitrate, nitrite and Vc in different parts of 5 growth stages

不同生长 发育阶段	w (NO ₃ ⁻) 茎大于叶倍数	w (NO ₂ ⁻) 叶大于茎倍数	w (Vc) 叶大于茎倍数
营养期	4.4	1.2	3.6
花蕾期	2.7	2.2	4.7
初花期	4.7	2.86	3.7
初果期	3.3	1.5	5.4
盛果期	4.8	1.1	4.4
平均	4.0	1.8	4.4

3 讨论

1907 年 Richardson 首先发现蔬菜中含有硝酸盐，1943 年 Wilson 又指出蔬菜中的硝酸盐可以还原成亚硝酸盐，随后蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐污染问题得到世界各国的普遍关注。人体摄入的硝酸盐 80% 以上来自蔬菜^[7]。硝酸盐和亚硝酸盐不是人体所必需，摄入量过多，会对人体健康产生危害。进入人体的硝酸盐，其本身毒性不大，但可在人体内经细菌的作用还原成亚硝酸盐，亚硝酸盐能与血红蛋白结合引起高铁血红蛋白症，严重者可危及生命。亚硝酸盐在酸性环境（如胃中）有仲胺、叔胺、酰胺及氨基酸存在时，即可形成具有强烈致癌作用的 N-亚硝基化合物，进而诱发消化系统癌变。按照世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）规定的硝酸盐日允许摄入量，我国很多蔬菜，特别是叶类蔬菜硝酸盐污染已相当严重，其对人类健康的威胁并不亚于蔬菜上残留的农药。根据世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）1995 年规定^[8,9]，硝酸盐的允许日摄入量（Acceptable Daily Intake）ADI 值为 3.7 mg/kg，按中国人的平均体质量 60 kg，则日允许量为 222 mg，若以人均日食菜量 0.5 kg 鲜质量计，则蔬菜的硝酸盐允许量为 444 mg，蔬菜经过盐渍、煮熟后硝酸盐质量分数减少 45% 和 60%~70%，按照通行计算方法，依次折算，则限量可分别扩大为 807 和 1110~1480 mg/kg。而人体中毒的硝酸盐浓度限量为 3099 mg/kg 周泽义等^[10]，因为我国有人提出的蔬菜中硝酸盐含量分级评价标准^[9]是在 1973 年 WHO 的规定的的基础上推算出来的，因此，按照世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）1995 年规定，进行推算，每 kg 鲜质量蔬菜中，一级蔬菜的硝酸盐质量分数应低于 4.44×10⁻⁴，二级

蔬菜应低于 8.07×10^{-4} ，三级蔬菜应低于 1.268×10^{-3} 。

我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数限量标准^[1]为亚硝酸盐(以 NaNO_2 计) $\leq 4.0 \times 10^{-6}$ ，亚硝酸盐质量分数均低于这一标准，符合无公害蔬菜亚硝酸盐限量标准，食用不会影响人体健康，如果亚硝酸盐质量分数超过限量标准，不宜食用或食用时要采取一定的措施。

维生素 C 无论在体内还是体外都是阻断 N—亚硝基化合物形成的很好的阻断剂。有研究表明维生素与亚硝酸盐的摩尔比为 2 : 1 时，阻断率为 100%^[12]。

参考蔬菜中硝酸盐质量分数分级评价标准，参考我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数限量标准以 NaNO_2 计 $\leq 4.0 \times 10^{-6}$ ，考虑到各种野菜的维生素 C 的质量分数，对少花龙葵这种野菜评价如下：每 Kg 鲜质量的少花龙葵中，营养生长期和盛果期的叶，硝酸盐质量分数低于轻度污染水平 4.44×10^{-4} ，亚硝酸盐质量分数低于我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数的限量标准，属于一级野菜，可以安全食用；花蕾期的叶，硝酸盐质量分数低于 8.07×10^{-4} ，属于中度污染水平，亚硝酸盐质量分数低于我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数的限量标准，属二级蔬菜范围，不宜生食，煮熟或盐渍可安全食用；初花期和初果期的叶的硝酸盐质量分数高于 8.07×10^{-4} 而低于 1.268×10^{-3} ，亚硝酸盐质量分数低于我国制定的无公害蔬菜亚硝酸盐质量分数的限量标准，属于三级蔬菜，不可生食和盐渍，可熟食；少花龙葵的各个发育时期的嫩茎硝酸盐质量分数高，均不可食用。

参考文献:

[1] 曾宪锋, 邱贺媛. 不同生长发育阶段芥菜基生叶硝酸盐及维生素 C 含量的研究[J]. 植物学通报, 1994, 11(增刊): 42—43.

[2] 邱贺媛. 不同发育时期朝天委陵菜茎叶中硝酸盐、亚硝酸盐及维生素 C 含量的研究[J]. 资源节约与综合利用, 1998(4): 48—50.

[3] 曾宪锋, 邱贺媛. 不同生长发育阶段菜蕨中硝酸盐、亚硝酸盐及维生素 C 含量[J]. 食品科学, 2004, 25(10): 262—263.

[4] 关佩聪, 刘厚诚, 罗冠英. 广东野生蔬菜资源的分类与利用[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(4): 7—11.

[5] 高朋. 农业化学常用分析方法[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1980, 378—380.

[6] 白宝璋, 王景安, 孙玉霞, 等. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993, 24—25.

[7] 任祖淦, 邱孝渲, 蔡元呈, 等. 化学肥料对蔬菜累积硝酸盐的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1997, 3(1): 81—84.

[8] Sodium Nitrate Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 44th JECFA Report: TRS 857—JECFA44/29, 32. 1995.

[9] Sodium Nitrite Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) Report: TRS 859—JECFA44/29, 31. 1995.

[10] 周泽义, 胡长敏, 王敏健, 等. 中国蔬菜硝酸盐和亚硝酸盐污染因素及控制研究. 环境科学进展, 1998, 7(5): 1—12.

[11] 中华人民共和国国家标准. 水果、蔬菜及其制品亚硝酸盐和硝酸盐含量的测定. 1994, GB/T15401—94.

[12] SIDNEY S. MIRVISH, LAWRENCE W, M et al. Ascorbate-nitrite Possible means of blocking the formation of carcinogenic N—nitroso compounds[J]. Science, 1972, 177(4043): 65—68.

The Contents of Nitrate, Nitrite and Vitamin C of *Solanum nigrum* L. var. *pauciflorum* Liou

ZENG Xian-feng, QIU He yuan

(Department of Biology, Hanshan Teachers College, Chaozhou Guangdong 521041, China)

Abstract: In order to research the scientific data of wild vegetables from Gungdong, The contents of nitrate, nitrite and vitamin C of *Solanum nigrum* L. var. *pauciflorum* Liou are determined. The results and conclusions are as follows: at vegetal and fruit stages, its leaves belong to the first class edible wild vegetables and they can be eaten anyway (in fresh, after salted or cooked); at the flower bud stage, its leaves belong to the second class and it can be eaten by cooked or salted; at primary flowering and primary fruit stages, its leaves belong to the third class edible wild vegetables and must be eaten after cooked; For the contents of intrate are too high, Its tender stem is harmful to be eaten at any stages.

Key words: wild vegetables; growth phase; nitrate; nitrite; vitamin C; Guangdong province