

# 不同基因型萝卜品系硝酸盐含量的差异比较与聚类分析

刘社平, 任喜波, 戴希尧, 王伟玲, 刘畅, 姚太梅

(河北北方学院园艺系, 河北张家口 075131)

**摘要:** 对25个萝卜自交系硝酸盐含量进行了比较与聚类分析。结果表明: 萝卜品系之间硝酸盐含量差异极显著, 最高与最低差异为 472.59 mg/kgFW, 达到了 2.8 倍, 存在基因型差异; 在不同萝卜品系中硝酸盐含量基本呈正态分布; 聚类分析将 25 个品系分成 2 大类(I和II)和 4 个小组(分别是1、2、3、4组), 并筛选得到了高硝酸盐含量和低硝酸盐含量的萝卜品系。其中 1 组为高含量组, 范围为 682.37~734.32 mg/kgFW, 包括自交系 L0922、L091、L0919 和 L0917; 第 3 组为低含量组, 范围为 261.73~304.79 mg/kgFW, 包括自交系 L0913、L0912、L0903 和 L0908。

**关键词:** 萝卜; 硝酸盐含量; 基因型; 聚类分析

中图分类号: S 631.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)24-0146-03

蔬菜含有丰富的维生素、矿物质、碳水化合物、蛋白质、纤维素等, 人体摄入的硝酸盐 72%~94% 来自蔬菜, 硝酸盐会对人体健康构成潜在威胁。大量研究表明, 不同蔬菜作物, 其新鲜可食部分中的硝酸盐含量差异很大。按蔬菜作物的生物学分类, 硝酸盐含量均值的高低顺序依次为: 根菜类、薯芋类、绿叶菜类、白菜类、葱蒜类、豆类、瓜类、茄果类、多年生菜类、食用菌类。同种蔬菜的不同品种在硝酸盐积累上也存在显著差异。早在 1972 年, Cantliffe 首先提出蔬菜品种间硝酸盐含量有显著差异<sup>[1]</sup>。相同蔬菜不同品种硝酸盐积累量的变化范围大概是 1.4~20.8 倍。沈明珠等<sup>[2]</sup> 对 7 种不同蔬菜不同品种的硝酸盐含量进行比较表明, 所有参试蔬菜的品种间硝酸盐含量均有明显差异。此后对于蔬菜硝酸盐的基因型差异开展一些研究例如大白菜<sup>[3]</sup>、小白菜<sup>[4-5]</sup>、菠菜<sup>[6-7]</sup>、雪里蕻<sup>[8]</sup> 等。而萝卜硝酸盐含量较高<sup>[9-10]</sup>, 国外已有关于萝卜低硝酸盐含量育种的研究<sup>[11]</sup>, 但国内的相关报道较少<sup>[12]</sup>。因此, 研究萝卜的硝酸盐含量, 从遗传和生理特性的差异上去筛选低硝酸盐含量, 通过育种的手段降低萝卜硝酸盐含量已成为萝卜育种的重要目标之一, 具有极其重要的实践意义。该研究以 25 个萝卜

自交系为材料, 研究萝卜不同基因型间硝酸盐含量差异, 旨在为进一步进行萝卜低硝酸盐含量育种及遗传和生理特性的研究提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

25 个不同基因型的萝卜自交系, 由河北北方学院园艺系选育, 编号依次为 L0901~L0925。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 2009 年 7 月下旬播种于河北北方学院园艺系试验田, 单行区种植, 每行 12 株。各材料的栽培条件及田间管理等保持基本一致, 以保证结果的可比性。肉质根成熟期时从每个小区随机取样 5 株, 调查主要农艺性状: 株高、展开度、单根重、叶重、叶片数、根长和根粗等。每个自交系随机选取 3 个萝卜, 不同部位取样混合后作为一个样品, 3 次重复, 每次重复平行测定 2 次, 取平均值进行数据处理。

1.2.2 样品中硝酸盐的测定 用天平精确称取混合样品 2 g, 放入刻度试管中, 加入 10 mL 无离子水, 置入沸水浴中提取 30 min。到时间后取出, 用自来水冷却, 将提取液过滤到 25 mL 容量瓶中, 并反复冲洗残渣, 最后定容至刻度。吸取样品液 0.1 mL 于刻度试管中, 然后加入 5% 水杨酸-硫酸溶液 0.4 mL, 混匀后置室温下 20 min, 再慢慢加入 9.5 mL 8% NaOH 溶液, 待冷却至室温后, 以空白作参照, 在 410 nm 波长下测其光密度。

第一作者简介: 刘社平(1964), 男, 河北邢台人, 硕士, 高级实验师, 现从事植物营养方面的研究工作。E-mail: liusheping@126.com。

基金项目: 河北省教育厅自然科学基金资助项目(Z2009303)。

收稿日期: 2010-10-15

2 结果与分析

2.1 不同萝卜硝酸盐含量的差异比较

表 1 列出了 25 个萝卜自交系肉质根的硝酸盐含量的平均值、变异系数及显著水平。可以看出不同自交系之间肉质根的硝酸盐含量达到极显著的差异。其中 L0915、L0917 和 L0919 表现出较高的硝酸盐含量水平，分别为 691. 8、694. 74、734. 32 mg/kg FW，而 L0910、

L0902、L0908、L0903 和 L0913 等硝酸盐含量较低，平均含量低于 350 mg/kgFW 以下。其中 L0917 与 L0913 的肉质根硝酸盐含量差异为 472.59 mg/kgFW，达到了 2.8 倍。其它材料的硝酸盐含量居于高含量组和低含量组之间。这也充分说明 在萝卜的不同基因型材料中存在明显的硝酸盐含量差异。

表 1 不同萝卜自交系硝酸盐含量					mg · kg <sup>-1</sup> FW		
自交系	复复	复复II	复复III	平均值	5%水平	1%水平	变异系数%
L0901	357.48	416.81	384.42	386.24±29.70	fghi	EFGH	7.69
L0902	340.58	300.34	355.84	332.25±28.67	hijk	FGHI	8.63
L0903	303.02	280.12	325.19	302.78±22.53	ijk	GHI	7.44
L0904	464.72	465.42	453.02	461.05±6.97	cdef	CDE	1.51
L0905	435.33	411.69	469.65	438.89±29.14	defg	CDEF	6.64
L0906	361.48	392.16	334.58	362.74±28.81	ghij	EFGHI	7.94
L0907	388.74	384.18	359.62	377.51±15.66	fghi	EFGH	4.15
L0908	311.37	307.03	295.97	304.79±7.94	ijk	GHI	2.61
L0909	550.36	487.81	550.37	529.51±36.11	bc	BC	6.82
L0910	291.8	367.82	362.73	340.78±42.50	hijk	FGHI	12.47
L0911	575.23	543.27	460.76	526.42±59.07	bc	BC	11.22
L0912	395.27	357.49	342.54	365.10±27.18	jk	HI	7.44
L0913	247.86	234.67	302.65	261.73±36.05	k	I	13.77
L0914	516.98	432.55	468.69	472.74±42.36	cde	BCDE	8.96
L0915	715.57	661.98	698.13	691.89±27.34	a	A	3.95
L0916	373.82	387.55	398.59	386.65±12.41	fghi	EFGH	3.21
L0917	692.29	741.79	768.89	734.32±38.84	a	A	5.29
L0918	391.92	410.98	434.93	412.61±21.55	efgh	DEFG	5.22
L0919	665.87	768.1	650.25	694.74±64.01	a	A	9.21
L0920	431.83	637.39	666.07	578.43±127.77	b	B	22.09
L0921	530.98	568.18	536.91	545.36±19.99	bc	BC	3.66
L0922	688.3	667.93	690.88	682.37±12.57	a	A	1.84
L0923	523.17	491.2	487.74	500.71±19.54	bcd	BCD	3.90
L0924	443.18	489.68	390.26	441.04±49.74	defg	CDEF	11.28
L0925	555.73	525.73	530.43	441.04±49.74	bc	BC	3.00

注 大写字母表示 P<0.01 水平;小写字母表示 P<0.05 水平,同一列中不同字母代表差异显著.

2.2 萝卜硝酸盐含量的聚类分析

根据不同基因型萝卜自交系硝酸盐含量进行聚类分析,可以把 25 个自交系分成 2 个大组,4 个小组(图 1)。25 个萝卜自交系在欧式距离 20.5705 处分成 2 组,第 I 组在欧式距离 7.1648 处分成 2 个组;第 1 组硝酸盐含量范围为 682.37 ~ 734.32 mg/kgFW,包括自交系 L0922、L0915、L0919 和 L0917;第 2 组硝酸盐含量为 461.05 ~ 578.43 mg/kgFW,包括自交系 L0904、L0914、L0923、L0911、L0909、L0925、L0921 和 L0920。第II组在欧式距离 1.1924 处分成 2 个小组;第 3 组硝酸盐含量范围为 261.73 ~ 304.79 mg/kgFW,包括自交系 L0913、L0912、L0903 和 L0908;第 4 组硝酸盐含量范围为386.24 ~340.78 mg/kgFW,包括自交系 L0902、L0910、L0906、L0907、L0901 和 L0916。该分类为硝酸盐含量遗传研究和品种选育提供了选择的分类基础。

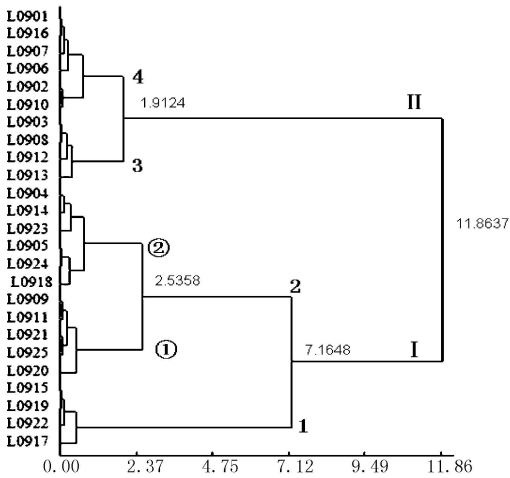


图 1 萝卜硝酸盐含量的聚类结果

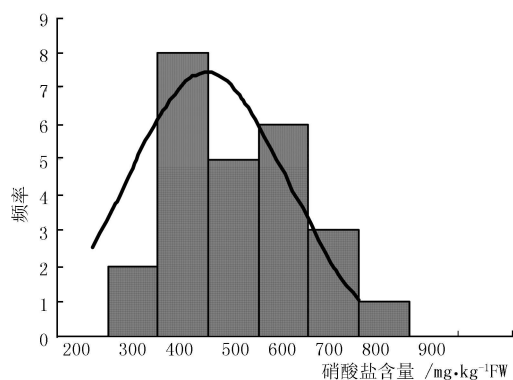


图2 萝卜硝酸盐含量分布频率

### 2.3 不同萝卜自交系硝酸盐含量的分布

由图2可知,萝卜硝酸盐含量在不同自交系中的分布基本呈偏正态分布,并且居中的基因型较多,大部分基因型的材料硝酸盐含量集中分布在400~600 mg/kgFW之间。

### 3 结论与讨论

该试验表明,不同基因型萝卜材料积累硝酸盐的能力存在很大差异,这也说明了通过选育优质品种来进一步降低蔬菜体内硝酸盐积累量是切实可行的。蔬菜作物硝酸盐的积累机制非常复杂,是植株的遗传因素与外部环境共同作用的结果。所以在进行基因型差异筛选研究时,要尽量保持外部环境条件的一致性,所得的数据才具可比性。因此,要求土壤肥力的均匀一致,播种及采样期甚至采样的具体时间一致,栽培施肥浇水等田间管理一致,该研究考虑到了这些因素,保证了试验结果的可比性、可靠性。蔬菜硝酸盐含量的基因型差异一直是国内外众多学者研究的重要问题,该试验采用25份材料,研究结果证明了萝卜基因型差异的存在,通过

聚类分析筛选得到高硝酸盐含量和低硝酸盐含量的萝卜品系,为进一步深入开展硝酸盐遗传规律的研究和硝酸盐积累的机制及造成其硝酸盐含量基因型差异的根本原因提供了材料基础。

### 参考文献

- [1] Cantliffe D J. Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod lightduration [J]. J. Amer. Soc. Hort. Sc., 1972 97(3): 414-418.
- [2] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹, 等. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 园艺学报 1982, 9(4): 41-48.
- [3] 陈振德, 陈建美, 何金明等. 不同基因型大白菜硝酸盐积累研究简报[J]. 山东农业科学 2001(4): 9-11.
- [4] 汪李平, 向长萍, 王运华. 白菜不同基因型硝酸盐含量差异的研究[J]. 园艺学报 2004 31(1): 43-46.
- [5] 田园. 小白菜硝酸盐积累的基因型差异及其生理基础研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2003.
- [6] 林观捷, 林家宝, 陈火瑛. 影响蔬菜硝酸盐含量累积因素的探讨[J]. 上海农学院学报 1995 13(1): 47-52.
- [7] 沈明珠, 李俊国, 东惠茹, 等. 中国菠菜硝酸盐累积和含量水平的研究[J]. 园艺学报, 1986, 13(4): 257-262.
- [8] 卢善玲, 周根娣. 上海地区蔬菜硝酸盐含量状况及食用卫生评价[J]. 上海农业科技 1989(4): 15-16.
- [9] 汪李平, 向长萍, 王运华. 武汉市场蔬菜硝酸盐含量状况及食用卫生评价[J]. 湖北农业科学 2003(3): 71.
- [10] 杨剑坤, 张玉梅. 蔬菜的硝酸盐污染及其控制措施[J]. 云南环境科学, 2003, 22(4): 26-28.
- [11] Nieuwhof M. Breeding for low nitrate content in radish [J]. Euphytica 1991, 55: 171-177.
- [12] 龚义勤, 任同辉, 柳李旺, 等. 低硝酸盐含量萝卜的筛选[J]. 南京农业大学学报 2006, 29(1): 135-137.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 123-124.

(该文作者还有任红霞, 单位同第一作者。)

## Comparison and Clustering Analysis to Nitrate Content in Different Genotype Radish

LIU She ping, REN Xi-bo, DAI Xi-yao, WANG Wei-ling, LIU Chang, YAO Tai-me, REN Hong-xia  
(Horticulture Department of Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075131)

**Abstract:** After nitrate content comparison and clustering analysis of 25 strains of radishes. The results showed that the significant differences have been found in various radishes, the difference between maximum and minimum was 472.59 mg/kg FM and reach 2.8 times, existing genotype difference. The range of nitrate content in different strains tends to fellow a normal distribution. There were two main groups (I and II) and four small groups (1, 2, 3 and 4, respectively) by clustering analysis. By sifting, we got high and low nitrate content lines by sifting. The range of 1 group with high nitrate content was 682.37 to 734.3 mg/kgFW, including L0922, L091, L0919 and L0917; The 3 group with low nitrate content include L0913, L0912, L0903 and L0908 which range was from 261.73 to 304.79 mg/kgFW.

**Key words:** radish; nitrate; genotype; clustering analysis