

五个苋菜品种的硝酸盐积累及品质比较

王廷芹¹, 谭婉菁²

(1. 广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088; 2. 广州阿普米数据处理服务有限公司, 广东 广州 510030)

摘 要:以湛江地区常见的“香港油青尖叶”、“正泰圆叶”、“新一代改良港种大圆叶”、“农蔬大叶”和“台选白尖叶”5个苋菜品种为试材,研究了相同施肥水平下不同苋菜品种的硝酸盐积累及营养品质的差异及相关性,以期筛选品质较高、硝酸盐含量较少的苋菜品种。结果表明:不同苋菜品种之间的形态特征、硝酸盐含量、营养品质及经济产量有显著差异,茎部硝酸盐含量与可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量及维生素C含量呈负相关,5个品种中,以“农蔬大叶”红苋菜的硝酸盐含量最低、营养品质较高、经济产量较好。

关键词:苋菜;硝酸盐;品种;品质;产量

中图分类号:S 636.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0001-05

苋菜(*Amaranthus mangostanus* L.)属苋科苋属 1a 生草本植物,又名米苋、赤苋、雁来红等,苋菜按其颜色可分为红苋、绿苋和红绿杂色3种。

随着社会的发展,硝酸盐逐渐积累产生了新的问题,其不仅给人类生活环境带来污染危害,更重要的是会对人体产生危害。硝酸盐一方面在人体内可被还原成对人体有毒的亚硝酸盐,从而使细胞中携氧的低铁血红蛋白氧化成无携氧能力的高铁蛋白,导致人体缺氧,严重时使人窒息死亡的危险;另一方面,亚硝酸盐在人体内和一甲胺、二甲胺作用后会生成亚硝胺类强烈致癌性化合物,从而诱发消化系统癌变^[1]。

有研究表明,蔬菜是一类易于富集硝酸盐的作物,人体积累的硝酸盐 81.2%来自蔬菜^[2-4]。1995年,FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会重新制定的硝酸盐的每日允许摄入量为 0~3.7 mg/kg 体重^[5]。而不同蔬菜品种间的基因型具有差异,决定了蔬菜硝酸盐积累与矿质元素吸收的差异。近年来,基因型对硝酸盐含量影响的研究开始受到了广泛的重视。沈明珠^[6]、王朝晖等^[7]、黄勇强等^[8]的试验都表明,不同种类蔬菜中硝酸盐含量差别很大。不同地区蔬菜硝酸盐含量的排序也有所不同。虽然蔬菜中硝酸盐含量的排序在地区间有所差别,但总体趋势是一致的,即都是叶菜类、根菜类较高,茄果类和瓜类较低。在对不同品种的大白菜、花椰菜与青花

菜进行的试验结果表明,蔬菜的不同品种在硝酸盐含量上表现出显著的遗传差异。除此之外,蔬菜的不同部位及不同采收期也是影响硝酸盐含量的重要因素。秦玉芝等^[9]研究表明,美国芹菜中硝酸盐的积累量与不同生育期生长势呈正相关关系,不同部位硝酸盐积累程度不一,收获期直接影响芹菜体内的硝酸盐积累量。

人们已对苋菜的发育特征、栽培方式、矿物质营养等方面已有所研究。至于不同品种苋菜硝酸盐积累差异的研究,目前尚不多见。该试验利用土壤栽培的方式,研究了相同施肥水平下,不同品种苋菜硝酸盐积累的差异,寻找其规律以及其营养和产量情况,以为生产提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苋菜为湛江地区常种的5个品种:“香港油青尖叶”苋菜、“正泰圆叶”苋菜、“新一代改良港种大圆叶”红苋菜、“农蔬大叶”红苋菜、“台选白尖叶”苋菜。

1.2 试验方法

试验于广东海洋大学主校区后山园林基地进行。2010年7月2日以撒播形式播种,按 10 cm×10 cm 的密度进行间苗,常规管理。分别在 7 月 19 日(播后 17 d)、7 月 24 日(播后 22 d)、7 月 29 日(播后 27 d)、8 月 3 日(播后 32 d)当天取样、当天测定形态指标及生理指标;同时分别取样测定可溶性蛋白质含量^[10]、可溶性糖含量^[11]、维生素 C 含量^[10]和硝酸盐含量^[12],每处理 3 次重复。

1.3 数据分析

采用 DPS 和 Excel 软件进行数据统计分析,Duncan's 新复极差法进行多重差异比较^[12]。

第一作者简介:王廷芹(1977-),女,博士,讲师,现主要从事园艺栽培生理等研究工作。

基金项目:广东省高等学校本科特色专业建设点资助项目(2010189);湛江市科技攻关计划资助项目(2012C3103001)。

收稿日期:2013-09-13

2 结果与分析

2.1 不同苋菜品种不同时期叶片硝酸盐含量比较

由表 1 可知,播后 17、27、32 d,苋菜 5 个品种间的叶片硝酸盐含量均无显著差异;而在播后 22 d,“台选白尖叶”苋菜叶片硝酸盐含量的含量最低,只有 595.65 $\mu\text{g/g}$,与“香港油青尖叶”苋菜,“正泰圆叶”苋菜、“新一代改良港种大圆叶”红苋菜、“农蔬大叶”红苋菜均达显著差异。可见,苋菜不同品种叶片的硝酸盐含量在不同时期有所不同,但差异不显著。

表 1 不同苋菜品种不同时期叶片硝酸盐含量比较

Table 1 Nitrate content comparison of different amaranth varieties' leaves at different periods

品种 Varieties	硝酸盐含量 Nitrate content/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$			
	播后 17 d 17 days after sowing	播后 22 d 22 days after sowing	播后 27 d 27 days after sowing	播后 32 d 32 days after sowing
“香港油青尖叶”苋菜	110.15 a	1 215.22 a	2 067.02 a	1 367.50 a
“正泰圆叶”苋菜	380.27 a	1 064.86 a	2 292.77 a	1 437.24 a
“新一代改良港种大圆叶”红苋菜	150.38 a	1 182.61 a	1 936.51 a	1 506.97 a
“农蔬大叶”红苋菜	94.83 a	1 113.77 a	1 978.84 a	1 463.74 a
“台选白尖叶”苋菜	127.39 a	595.65 b	2 232.80 a	1 544.63 a

注:同列不同小写字母表示 0.05 水平显著性差异,下同。

Notes: Different lowercase letters show significant difference at 0.05 level, the below is same.

2.2 不同苋菜品种不同时期茎部硝酸盐含量比较

由表 2 可以看出,播后 17 d 和 27 d,各品种茎部硝酸盐含量无显著差异;播后 22 d,“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的硝酸盐含量最低,只有 1 423.28 $\mu\text{g/g}$,与“香港油青尖叶”苋菜、“正泰圆叶”苋菜、“台选白尖叶”苋菜呈显著差异,与“农蔬大叶”红苋菜无显著差异;播后 32 d,“农蔬大叶”红苋菜茎部硝酸盐含量最低,只有 2 250.35 $\mu\text{g/g}$,与“香港油青尖叶”苋菜、“正泰圆叶”苋菜、“台选白尖叶”苋菜呈显著差异,与“新一代改良港种大圆叶”红苋菜无显著差异。可见,不同品种在相同时期茎部硝酸盐含量有显著差异,各个品种茎部硝酸盐含量在播后 32 d 都达到最大值。

表 2 不同苋菜品种不同时期茎部硝酸盐含量比较

Table 2 Nitrate content comparison of different amaranth varieties' stems at different periods

品种 Varieties	硝酸盐含量 Nitrate content/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$			
	播后 17 d 17 days after sowing	播后 22 d 22 days after sowing	播后 27 d 27 days after sowing	播后 32 d 32 days after sowing
“香港油青尖叶”苋菜	211.41 a	1 914.49 a	1 931.22 a	2 650.63 bc
“正泰圆叶”苋菜	189.52 a	1 823.63 a	2 041.30 a	2 970.01 b
“新一代改良港种大圆叶”红苋菜	282.57 a	1 423.28 b	1 829.35 a	2 406.55 cd
“农蔬大叶”红苋菜	168.99 a	1 733.69 ab	1 874.64 a	2 250.35 d
“台选白尖叶”苋菜	210.04 a	1 790.12 a	1 872.8 a	3 784.52 a

2.3 苋菜叶片与茎部硝酸盐总含量比较

由表 3 可知,“农蔬大叶”红苋菜的叶片与茎部硝酸盐总含量最低,只有 2 669.7 $\mu\text{g/g}$,与“正泰圆叶”苋菜和“台选白尖叶”苋菜达显著差异,与“香港油青尖叶”苋菜和“新一代改良港种大圆叶”红苋菜无显著差异;“台选白尖叶”苋菜的叶片与茎部硝酸盐总含量最高,达 3 039.50 $\mu\text{g/g}$,与“新一代改良港种大圆叶”红苋菜和“农蔬大叶”红苋菜达到显著差异,与“香港油青尖叶”苋菜和“正泰圆叶”苋菜无显著差异。

表 3 苋菜叶片与茎部硝酸盐总含量比较

Table 3 The total nitrate content comparison of leaves and stems for amaranth

品种 Varieties	“香港油青尖叶” 苋菜	“正泰圆叶” 苋菜	“新一代改良港种大圆叶” 红苋菜	“农蔬大叶” 红苋菜	“台选白尖叶” 苋菜
硝酸盐含量 Nitrate content / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	2 866.91 ab	3 049.90 a	2 679.56 b	2 669.71 b	3 039.50 a

2.4 播后 17 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

由表 4 可以看出,播后 17 d,各品种叶片与茎部的硝酸盐含量无显著差异;除“正泰圆叶”苋菜的茎部硝酸盐含量比叶片硝酸盐含量低之外,其余 4 个品种苋菜的茎部硝酸盐含量比叶片硝酸盐含量高。

表 4 播后 17 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

Table 4 Nitrate content comparison of leaves and stems for amaranth after sowing for 17 days

品种 Varieties	硝酸盐含量 Nitrate content/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$				
	“香港油青尖叶” 苋菜	“正泰圆叶” 苋菜	“新一代改良港种大圆叶” 红苋菜	“农蔬大叶” 红苋菜	“台选白尖叶” 苋菜
叶片 Leaves	110.15 a	380.27 a	150.38 a	94.83 a	127.39 a
茎部 Stems	211.41 a	189.52 a	282.57 a	168.99 a	210.04 a

2.5 播后 22 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

由表 5 可知,播后 22 d,除“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的叶片与茎部硝酸盐含量无显著差异外,其余 4 种苋菜的叶片硝酸盐含量与茎部硝酸盐含量都达到显著差异;5 个品种的茎部硝酸盐含量均高于叶片硝酸盐含量。可见苋菜各品种的硝酸盐在不同器官积累的情况相似。

表 5 播后 22 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

Table 5 Nitrate content comparison of leaves and stems for amaranth after sowing for 22 days

品种 Varieties	硝酸盐含量 Nitrate content/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$				
	“香港油青尖叶” 苋菜	“正泰圆叶” 苋菜	“新一代改良港种大圆叶” 红苋菜	“农蔬大叶” 红苋菜	“台选白尖叶” 苋菜
叶片 Leaves	1 215.22 b	1 064.86 b	1 182.61 a	1 113.77 b	595.65 b
茎部 Stems	1 914.49 a	1 823.63 a	1 423.28 a	1 733.69 a	1 790.12 a

2.6 播后 27 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

表 6 表明,播后 27 d 各品种叶片与茎部的硝酸盐含量均无显著差异;5 个品种的茎部硝酸盐含量均低于叶片硝酸盐含量。可见苋菜各品种的硝酸盐在不同器官积累的情况相似。

表 6 播后 27 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

Table 6 Nitrate content comparison of leaves and stems for amaranth after sowing for 27 days

品种 Varieties	“香港油青尖叶” 尖叶”苋菜	“正泰圆” 叶”苋菜	“新一代改良港种大圆叶” 大圆叶”红苋菜	“农蔬大叶” 红苋菜	“台选白尖叶” 叶”苋菜
叶片 Leaves	2 067.02 a	2 292.77 a	1 936.51 a	2 041.30 a	2 232.80 a
茎部 Stems	1 931.22 a	2 041.30 a	1 829.35 a	1 829.35 a	1 872.83 a

2.7 播后 32 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

由表 7 可知,播后 32 d 5 个品种的茎部与叶片硝酸盐含量均达到显著差异,且茎部硝酸盐含量均高于叶片硝酸盐含量。可见苋菜各品种的硝酸盐在不同器官积累的情况相似。

表 7 播后 32 d 苋菜叶片与茎部硝酸盐含量比较

Table 7 Nitrate content comparison of leaves and stems for amaranth after sowing for 32 days

品种 Varieties	“香港油青尖叶” 尖叶”苋菜	“正泰圆” 叶”苋菜	“新一代改良港种大圆叶” 大圆叶”红苋菜	“农蔬大叶” 红苋菜	“台选白尖叶” 叶”苋菜
叶片 Leaves	1 367.50 b	1 437.24 b	1 506.97 b	1 463.74 b	1 544.63 b
茎部 Stems	2 650.63 a	2 970.01 a	2 406.55 a	2 250.35 a	3 784.52 a

综合表 4~7 可知,除播后 17 d,“正泰圆叶”苋菜的茎部硝酸盐含量低于叶片硝酸盐含量外,其余各品种各时期都是茎部硝酸盐含量高于叶片硝酸盐含量。说明硝酸盐在不同器官的积累是相似的,总体是茎部硝酸盐积累比叶片硝酸盐积累多。

2.8 苋菜在生长过程中硝酸盐含量的变化

由图 1 可以看出,在苋菜生长发育中,各个苋菜品种的叶片硝酸盐含量的变化趋势基本一致,都是在生长前期叶片硝酸盐含量逐渐上升,在播后 27 d 时,硝酸盐含量上升到一定高度后开始下降。

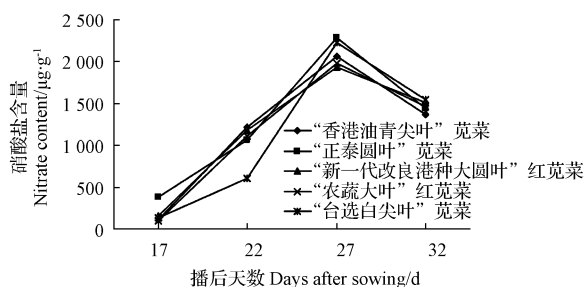


图 1 苋菜在生长过程中叶片硝酸盐含量的变化

Fig. 1 The changes of nitrate content for amaranth stems during the growing period

由图 2 可知,在苋菜生长发育中,苋菜各品种的茎部硝酸盐含量的变化趋势基本一致,都是在生长过程前期茎部硝酸盐含量逐渐上升,在播后 22~27 d,硝酸盐含量变化趋于平缓,在播后 27 d,硝酸盐含量开始逐渐上升。

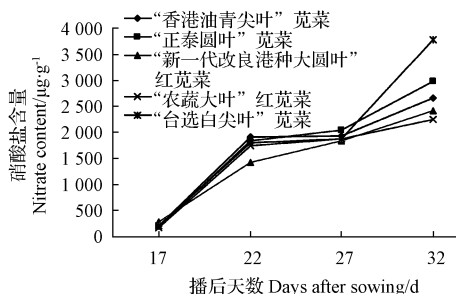


图 2 苋菜在生长过程中茎部硝酸盐含量的变化

Fig. 2 The changes of nitrate content for amaranth leaves during the growing period

总体来看,苋菜各品种在生育期内,叶片与茎部的硝酸盐含量变化趋势基本一致。

2.9 不同苋菜品种品质比较

由表 8 可知,“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的可溶性蛋白质含量最高,达 9.83 $\mu\text{g/g}$,除了与“农蔬大叶”红苋菜无显著差异外,与其它 4 个品种苋菜均达到显著差异;“农蔬大叶”红苋菜的可溶性蛋白质含量次之,达 8.47 $\mu\text{g/g}$,与“香港油青尖叶”苋菜、“正泰圆叶”苋菜、“台选白尖叶”苋菜的可溶性蛋白质含量达到显著差异。

表 8 苋菜不同品种品质比较

Table 8 Quality comparison of different amaranth varieties

品种 Varieties	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	可溶性糖含量 Soluble sugar content / $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	维生素 C 含量 Vitamin C content / $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$
“香港油青尖叶”苋菜	7.53 b	7.46 ab	45.10 a
“正泰圆叶”苋菜	7.49 b	5.11 c	44.28 a
“新一代改良港种大圆叶”红苋菜	9.83 a	8.02 a	49.53 a
“农蔬大叶”红苋菜	8.47 ab	7.73 ab	48.25 a
“台选白尖叶”苋菜	7.09 b	6.49 b	35.46 a

“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的可溶性糖含量最高,达到 8.02 $\mu\text{g/g}$,除了与“香港油青尖叶”苋菜和“农蔬大叶”红苋菜无显著差异外,与“正泰圆叶”苋菜和“台选白尖叶”苋菜均达到了显著性差异;“农蔬大叶”红苋菜可溶性糖含量次之,达 7.73 $\mu\text{g/g}$ 。

各品种维生素 C 含量均无显著性差异,“新一代改良港种大圆叶”红苋菜维生素 C 含量最高,达 49.53 $\text{mg}/100\text{g}$;次之是“农蔬大叶”红苋菜,达 48.25 $\text{mg}/100\text{g}$ 。

可见,各品种的蛋白质含量、可溶性糖含量均有显著差异,维生素 C 含量差异不明显。其中,“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的营养品质在 5 个品种当中相对较

好,“农蔬大叶”红苋菜次之。

2.10 苋菜的品质与硝酸盐含量的相关性比较

由表 9 可知,苋菜 5 个品种的叶片硝酸盐含量与可溶性蛋白质含量无相关性,与可溶性糖含量负相关,与维生素 C 含量存在正相关;苋菜 5 个品种的茎部硝酸盐含量与可溶性蛋白质、可溶性糖、维生素 C 含量均存在负相关,负相关显著性为维生素 C 含量>可溶性糖含量>可溶性蛋白质含量。总体来说,硝酸盐对苋菜营养品质有降低作用,其中对维生素 C 含量影响最大。

表 9 各苋菜的品质与硝酸盐含量的相关性比较

Table 9 Correlative comparison of quality and nitrate content of different amaranth varieties

部位 Position	可溶性蛋白质 Protein	可溶性糖 Soluble sugar	维生素 C Vitamin C
叶片 Leaves	0.00	-0.60	0.35
茎部 Stems	-0.84 *	-0.89 *	-0.96 **

注:表中*表示 $P<0.05$,**表示 $P<0.01$ 。

Note: * means $P<0.05$ and ** means $P<0.01$.

表 10

硝酸盐积累等级及参考卫生性

Table 10

Nitrate accumulation grades and reference sanitation

级别 Grades	一级 Grade I	二级 Grade II	三级 Grade III	四级 Grade IV
硝酸盐含量 Nitrate content	=432(98)	=785(177)	=1 440(325)	=3 100(700)
程度 Level	轻度 Mild	中度 Moderate	高度 High	严重 Severe
参考卫生性 Reference sanitation	允许食用 Permitted edible	生食不宜、盐渍允许、熟食允许 Not proper to eat raw salted permitted cooked permitted	盐渍不宜熟食允许 Not proper to salt cooked permitted	不允许 Not permitted

从该试验数据看来,苋菜不同品种,在不同时期硝酸盐含量差别很大。全部数据中,苋菜硝酸盐含量最高是在播后 32 d,“台选白尖叶”苋菜茎部硝酸盐含量,达 3 784.52 $\mu\text{g/g}$;最低的是播后 17 d,“香港油青尖叶”苋菜叶片硝酸盐含量只有 110.15 $\mu\text{g/g}$,二者之间相差甚大。硝酸盐含量最多的达到四级污染程度,根据参考卫生性是不允许食用的,最低的仅为一级污染,根据参考卫生性是在允许食用的范围。

3.2 品种与苋菜硝酸盐含量的关系

蔬菜的不同品种即使在相同的栽培管理条件下,其硝酸盐的累积程度亦各不相同。早在 1972 年 Cantliffe 就首先提出蔬菜品种间硝酸盐含量有显著差异。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。同种蔬菜的不同品种的硝酸盐含量不同。蔬菜的不同品种即使在相同的栽培管理条件下,其硝酸盐的累积程度亦各不相同。陈火英等^[15]对 15 个莴笋品种进行硝酸盐累积量研究表明,莴笋不同品种的硝酸盐累积量存在极显著差异。

在该试验中,苋菜不同品种间硝酸盐含量存在一定差异。在播后 32 d,苋菜各品种的叶片硝酸盐含量差异虽不大,但茎部硝酸盐含量的差异具有显著性。“台选白尖叶”苋菜的茎部硝酸盐含量最高,达 3 784.52 $\mu\text{g/g}$,”农蔬

3 讨论与结论

随着人们对食品安全的重视和无公害食品的发展,硝酸盐对人体健康的危害受到越来越多的重视^[14-15]。蔬菜是一种易于富集硝酸盐的作物,而蔬菜是人们生活中不可缺少的重要副食品,对维持人体正常生理功能和增进健康具有非常重要且不可替代的地位,尤其是对以素食为主的饮食习惯和食物构成的人群而言,蔬菜的地位尤为重要。因此,需要通过研究,筛选出优良的品种,降低硝酸盐含量及提高品质。

3.1 国家硝酸盐含量安全标准

根据国家标准(GB 18406.1-2001)的规定,叶菜类蔬菜中硝酸盐含量不得高于 3 000 mg/kg 。沈明珠等^[3]提出蔬菜中硝酸盐含量 $\leq 432 \text{ mg/kg}$ 为轻度,属一级污染; $\leq 785 \text{ mg/kg}$ 为中度,属二级污染; $\leq 1 440 \text{ mg/kg}$ 为高度,属三级污染; $\leq 3 100 \text{ mg/kg}$ 为严重,属四级污染(表 10)。

大叶”红苋菜的茎部硝酸盐含量最低,只有 2 250.35 $\mu\text{g/g}$,二者的含量变化范围是 1.7 倍。茎部与叶片硝酸盐的总含量来看,也是“台选白尖叶”苋菜的含量最高,达 5 329.15 $\mu\text{g/g}$,”农蔬大叶”红苋菜的含量最低,只有 3 714.09 $\mu\text{g/g}$,二者含量的变化范围是 1.4 倍。该研究结果与其他研究者在大白菜^[16],生菜^[17],大蒜^[18],十字花科的大白菜、甘蓝、花椰菜和青花菜^[19]的报道相一致。

3.3 不同器官与苋菜硝酸盐含量的关系

该试验中,苋菜不同部位间硝酸盐含量存在一定差异。除了播后 27 d,其余各生长期,叶片硝酸盐含量与茎部硝酸盐含量都存在显著差异;在播后的 17、22、32 d,以苋菜的茎部硝酸盐含量最高,叶片次之。该研究与其他研究者在芹菜^[9],大蒜^[20],大白菜^[21],小白菜^[22],及曾宪锋等^[23]对 6 种野菜的不同部位硝酸盐进行试验的结果一致。蔬菜不同器官硝酸盐含量的不同可能与该部位 NR(硝酸还原酶)活性的不同有关,导致这一差异的原因也可能是各器官功能不同。

3.4 硝酸盐与苋菜品质的关系

硝酸盐与蔬菜营养品质有一定关系。叶勤^[20]为了解叶类蔬菜硝酸盐与营养品质的关系,对冬白菜、生菜、芹菜、葛笋(叶片)4 种叶类蔬菜研究表明,4 种蔬菜中硝酸盐含量与维生素 C 含量,氨基酸含量 2 种营养品质呈

不同程度的负相关。硝酸盐含量与可溶性糖含量之间的关系因叶菜种类而异。硝酸盐的积累一定程度上降低了4种叶类蔬菜的营养品质。

该试验中,苋菜茎部硝酸盐含量与可溶性蛋白质、可溶性糖、维生素C含量存在着显著负相关的关系,其中与维生素C含量的负相关关系达到极显著负相关。“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的营养品质最好,可溶性蛋白质、可溶性糖、维生素C含量都是最高的,分别达到9.83 $\mu\text{g/g}$ 、8.02 $\mu\text{g/g}$ 、49.3 $\text{mg}/100\text{g}$;“农蔬大叶”红苋菜次之,可溶性蛋白质含量达8.47 $\mu\text{g/g}$,可溶性糖含量达7.73 $\mu\text{g/g}$,维生素C含量达48.25 $\text{mg}/100\text{g}$ 。前面已讨论了“农蔬大叶”红苋菜茎部硝酸盐含量与叶片硝酸盐含量都是最低的。这一结论与林观捷等^[24]、王朝晖等^[7]、林志刚等^[25]的结论一致。

该试验通过对苋菜各项指标的测定,对不同品种间进行比较。试验结果表明,“新一代改良港种大圆叶”红苋菜的品质相对较好,“台选白尖叶”苋菜品质相对较差。

参考文献

- [1] 陈君石,闻芝梅,译. 食物营养与癌症预防[M]. 上海:上海医科大学出版社,1999.
- [2] 熊国华,林咸永,章永松,等. 施肥对蔬菜累积硝酸盐影响的研究进展[J]. 土壤通报,2004,35(2):218-221.
- [3] 沈明珠,翟宝杰,东惠茹. 蔬菜硝酸盐累积的研究[J]. 园艺学报,1982,9(4):41-48.
- [4] 刘景春,陈彦卿,晋宏. 国内蔬菜生产中的硝酸盐污染[J]. 福建农业学报,2003,18(1):59-63.
- [5] FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Sodium Nitrate Summary of Evaluation 44th JECFA Report: TRS857 - JECFA44/29 [R]. 1995.
- [6] 沈明珠. 蔬菜中的硝酸盐[J]. 农业环境保护,1982(2):23-27.
- [7] 王朝晖,李生秀. 蔬菜不同器官的硝态氮与水分、全氮、全磷的关系[J]. 植物营养肥料学报,1996,6(2):144-152.
- [8] 黄勇强,王利群,董英. 蔬菜硝酸盐含量测定与食用安全性探讨[J]. 现代生物仪器,2003(1):56-58.
- [9] 秦玉芝,陈学文,刘明月,等. 芹菜硝酸盐积累量变化的研究[J]. 湖南农业大学学报,2000,26(2):100-101.
- [10] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002:54-55.
- [11] 张宪政,陈凤玉,王荣富. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994:144-145,150-151.
- [12] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000:54-55.
- [13] 刘魁英,王有年. 园艺植物试验设计与分析[M]. 北京:中国科学技术出版社,1999:118-122.
- [14] 陆景陵. 植物营养学[M]. 2版. 北京:中国农业大学出版社,2003:25-35.
- [15] 陈火英,张建华,林家宝,等. 关于低硝酸盐莴笋品种筛选技术研究[J]. 上海农学院学报,1995(1):7-10.
- [16] 陶正平. 大白菜不同品种对硝酸盐积累差异的研究[J]. 园艺学报,2005,32(4):698-700.
- [17] 谢伟平,陈胜文,张华,等. 3个引进生菜品种的品质和硝酸盐含量分析[J]. 广东农业科学,2009(5):56-57.
- [18] 孟焕文,程智慧,苏莉,等. 大蒜不同品种硝酸盐积累规律研究[J]. 西北植物学报,2006,26(10):2051-2055.
- [19] 王芳,王树忠,朱莉,等. 十字花科4种蔬菜硝酸盐与亚硝酸盐含量分析与评价[J]. 中国蔬菜,2009(14):17-22.
- [20] 叶勤. 几种叶类蔬菜硝酸盐与营养品质的关系[J]. 西南农业大学学报,2002,24(2):112-114.
- [21] 奕非时,陈克农,陈友,等. 大白菜不同品种硝酸盐含量累积因素的探讨[J]. 东北农业大学学报,2000,31(2):141-146.
- [22] 罗金葵,陈巍,张攀伟,等. 小白菜适当增铍下硝酸盐累积机理研究[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(6):800-803.
- [23] 曾宪锋,邱贺媛. 六种野菜不同部位硝酸盐、亚硝酸盐及维生素C的含量[J]. 云南植物研究,2005,27(3):321-326.
- [24] 林观捷,林家宝,陈火英. 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.
- [25] 林志刚,赵仪华,薛耀英. 叶菜类蔬菜的硝酸盐积累规律及其控制方法研究[J]. 土壤通报,1993,24(6):253-255.

Comparison on Quality and Nitrate Accumulation of Five Different Amaranth Varieties

WANG Ting-qin¹, TAN Wan-jing²

(1. Agronomy College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088; 2. GZAPMEA Data Processing Co., Ltd, Guangzhou, Guangdong 510030)

Abstract: Taking five different *Amaranthus mangostanus* L. varieties that were common planted in Zhanjiang city as materials, the difference and relation of five different *Amaranthus mangostanus* L. varieties on nitrate accumulation and quality were studied. The results showed that there was significant difference about morphological characters, nitrate accumulation, quality and economic yield. Analysis suggested that nitrate level in the amaranth was in a negative correlation with soluble protein content, soluble sugars content and vitamin C content to different extents. Among five varieties, 'Nongshudaye' had the lowest nitrate content, the best quality and highest yield as well.

Key words: *Amaranthus mangostanus* L.; nitrate; variety; quality; yield