

文章编号: 1001-1498(2007)03-0404-04

牛奶子果实性状及营养成分的产地与株间变异研究

倪穗^{1,2}, 李纪元^{2*}, 李辛雷², 范正琪², 田敏², 鲁仪增²

(1. 南京林业大学, 江苏 南京 210037; 2. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要:对采自不同产地和单株的牛奶子的果实性状、氨基酸含量、番茄红素、 β -胡萝卜素、Vc以及微量元素进行了分析。牛奶子浆果平均鲜质量 0.13 g, 变幅 0.07~0.15 g, 鲜果平均果肉率 75.01%。6个单株的17种氨基酸总含量在 146.596~179.634 mg·g⁻¹之间, 平均总含量为 167.839 mg·g⁻¹。其中谷氨酸含量最高, 占氨基酸总含量的 18.07%; 其次精氨酸 (11.66%) 及天冬氨酸含量 (10.78%), 甲硫氨酸最低 (0.84%), 其余氨基酸均在 7.00% 以下。3个单株的番茄红素含量, 最高的为 342.000 mg·kg⁻¹, 最低为 78.000 mg·kg⁻¹, 两者相差 3.38倍, 其含量是番茄的 2.6~11.4倍。 β -胡萝卜素平均含量为 6.480 mg·kg⁻¹, 可溶性糖平均含量 7.312 mg·g⁻¹, 可滴定酸平均含量 3.240 mg·g⁻¹。Vc的平均含量为 0.049 mg·g⁻¹。Fe、Mn、Zn、Cu平均含量分别为 97.881、77.553、23.384、12.129 mg·kg⁻¹。K、Ca平均含量分别为 11.190、3.720 mg·g⁻¹。

关键词: 牛奶子; 果实性状; 番茄红素; 氨基酸; 营养成分

中图分类号: S759.83

文献标识码: A

Variations of Fruit Characters and Nutrient Compositions among Source Sites and Individuals of Autumn Olive

NI Su^{1,2}, LI Ji-yuan², LI Xin-lei², FAN Zhen-qi², TIAN Min², LU Yi-zeng²

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract: The variations of berry characters, amino acid, lycopene, β -carotene as well as micro elements were measured for autumn olive berries collected in various seed sources and individuals. The average weight of fresh berries was 0.13 g with the range from 0.07~0.15 g. The average rate of berry pulp was 75.01%. The total content of 17 amino acids in 6 individual plants ranged from 146.596 to 179.634 mg·g⁻¹ with average of 167.839 mg·g⁻¹, of which relative content of glutamic acid to total amino acids was the highest (18.07%), followed by arginine (11.66%) and asparagines (10.78%), and the lowest were methionine (0.84%), and others (7.00%). The lycopene content in 3 individual plants ranged from 78.000 to 342.000 mg·kg⁻¹ and was 2.6 to 11.4 times that in fresh tomato. The averages of β -carotene, dissolvable sugar, dissociative acids and Vc are 6.480 mg·kg⁻¹, 7.312 mg·g⁻¹, 3.24 mg·g⁻¹ and 0.049 mg·g⁻¹ respectively. The average content of Fe, Mn, Zn, Cu were 97.881, 77.553, 23.384 and 12.129 mg·kg⁻¹, and K, Ca were 11.190 and 3.720 mg·g⁻¹ separately.

Key words: autumn olive; berry character; lycopene; amino acid; nutrient composition

收稿日期: 2006-07-13

基金项目: 国家林业局国外先进林业技术引进项目“优质水土保持植物秋橄榄新品种引进”(2002-22); 浙江省重大项目“植物源新型抗氧化剂番茄红素开发利用技术与中试”(2006C12030)

作者简介: 倪穗 (1965—), 女, 浙江宁波人, 副教授, 在职博士生。

* 通讯作者。

牛奶子 (*Elaeagnus umbellata* Thunb.), 属胡颓子科 (*Elaeagnaceae*) 胡颓子属 (*Elaeagnus* L.), 俗称剪子果、甜枣、麦粒子。其英文名称为秋橄榄 (autumn olive)。牛奶子主要分布于我国长江流域及东北南部、华北、华东、西北、西南各地^[1], 通常与其他灌木组成灌木层与乔木树种混生^[2,3]。牛奶子适应性强, 具有固氮特性, 因而在水土保持、立地植被恢复以及半干旱、干旱地区造林中均具有重要应用前景。

牛奶子浆果可作鲜果食用、榨汁、酿酒、制果酱等。果、根和叶也可药用。叶作土农药可灭棉蚜虫 (*Aphis gossypii* Glover)^[11]。2001 年美国农业部果树实验室发现牛奶子富含番茄红素, 比番茄 (*Lycopersicon esculentum* Mill) 高 17 倍^[4]。番茄红素是一种重要的植物抗氧化剂, 在制药、食品及化妆品工业具有重要开发前景。国内有关牛奶子的营养成分有零星报道^[5], 而有关不同产地间牛奶子的营养成分及其他活性成分的研究则未见报道。本文关于野生牛奶子果实性状及重要营养成分的产地及株间变异的研究为野生牛奶子资源优良群体选育及番茄红素深度开发利用提供依据。

1 材料与方法

1.1 果实性状测定

从牛奶子产区收集的浆果样品中, 每份随机抽取 30 个浆果, 实测果高、果宽、单果鲜质量并计算果肉率。

1.2 牛奶子营养成分及微量元素测定

采用 Waters 公司 AccQ · Tag 氨基酸分析方法测定鲜浆果的 17 种水解氨基酸含量; 可溶性糖采用蒽酮比色法; 可滴定酸采用滴定法; K、Fe、Mn、Cu 和 Zn 用原子吸收法测定^[6], 仪器为美国热电公司 Solar M6 型石墨炉原子吸收光谱仪。

1.3 番茄红素及胡萝卜素等测定

取样品 10 g, 加入水、乙醇、正己烷各 10 mL, 充分摇振, 离心, 吸出上层正己烷相。重复提取 3 次, 合并正己烷提取液, 真空浓缩干燥。用 5 mL 丙酮重新溶解, 0.5 μ m 有机膜过滤, 清液待测。色谱条件: Waters Alliance 液相色谱系统, Empower 软件工作站。色谱柱: μ Bond pak C18 (3.9 mm \times 300 mm, 4.6 μ m); 流动相: A 水, B 丙酮。梯度洗脱, 流速为 1 mL \cdot min⁻¹。检测器: UV450 nm, 柱温: 30 $^{\circ}$ C。

2 结果与分析

2.1 牛奶子浆果性状的产地变异

牛奶子果实较小, 形如椭圆状, 直径 5 mm 左右, 果高略大于果宽。果实平均鲜质量 0.13 g, 变幅 0.07 ~ 0.15 g, 最大值与最小值相差 1.14 倍 (表 1)。鲜浆果平均果肉率 75.01%, 变幅 61.99 ~ 81.87%, 最大值与最小值相差 32.07%。在 A 和 B 两个产地间, 产地 A 鲜果的果高、果宽及单果鲜质量分别比产地 B 低 5.39%、5.24% 和 7.69%; 但产地 A 果肉率比产地 B 高 6.92%。因此, 在牛奶子天然林分中, 果实性状变异是丰富的, 开展大果型单株及高果肉率单株选择具有较大的潜力。

表 1 牛奶子浆果性状

单株号	果高/mm	果宽/mm	单果鲜质量/g	果肉率/%
LJN1	5.30	5.09	0.12	80.49
A	5.65	5.14	0.15	80.94
FZ3	4.39	3.85	0.07	77.68
FZ6	5.68	5.43	0.15	76.22
(产地 A 平均值)	5.26	4.88	0.12	78.83
C1	5.67	5.29	0.15	73.39
C2	5.73	5.29	0.13	61.99
H3	5.65	5.60	0.15	72.85
C	5.50	5.10	0.13	81.87
C3	5.61	5.35	0.13	73.45
H6	5.41	4.94	0.12	80.00
H7	5.27	4.96	0.11	66.67
H8	5.39	5.23	0.14	81.07
H9	5.75	4.68	0.09	66.08
H10	5.29	4.78	0.12	81.36
H11	5.79	5.56	0.15	70.79
H12	5.69	4.97	0.10	75.26
(产地 B 平均值)	5.56	5.15	0.13	73.73
(总平均值)	5.49	5.08	0.13	75.01

注: 为保护牛奶子野生资源, 产地名称和单株编号用代号表示。

牛奶子果实大小与鲜浆果果肉率的相关性较弱, 果高、果宽及单果质量与果肉率的相关系数分别为 -0.338 7, -0.158 1 和 0.104 6。因此, 大果型单株选择与高果肉率单株选择可以独立进行, 既可以在大果型单株中再选择高果肉率的单株, 也可考虑在高鲜果果肉率的单株中再筛选出大果型单株。

2.2 牛奶子果实氨基酸含量的株间变异

经测定, 在牛奶子果实中检测出 17 种氨基酸, 其中包括 9 种人体必需氨基酸 (表 2)。在 17 种氨基酸中, 谷氨酸含量最高, 占氨基酸总含量的 18.07%; 其次精氨酸 (11.66%) 及天冬氨酸含量 (10.78%), 甲硫氨酸最低 (0.84%), 其余氨基酸均

在 7.00% 以下。

在 6 个不同的单株间,氨基酸总含量在 146 596 ~ 179.634 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 之间,最大值与最小值间相差 22.54%。人体必需氨基酸在 6 个单株间也存在明显的差异,变异幅度在 62 915 ~ 78 995 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 之

间,最大值与最小值间相差 25.56%。在牛奶子野生群体中,氨基酸总含量及人体必需氨基酸含量均有较大的株间差异,因而完全有可能从中选择高氨基酸含量的单株加以利用。

表 2 牛奶子果实水解氨基酸含量

氨基酸种类	单株含量 / ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)						平均值
	LJN1	C1	C2	A	C	C3	
精氨酸*	20.873	21.193	19.891	19.534	18.973	16.939	19.567
亮氨酸*	11.359	11.700	11.249	10.910	10.807	9.653	10.946
赖氨酸*	8.638	8.161	7.786	6.803	7.097	6.070	7.426
苯丙氨酸*	7.261	7.286	7.019	7.496	6.942	6.445	7.075
缬氨酸*	7.319	7.444	7.047	6.934	6.816	5.968	6.921
组氨酸*	7.526	6.957	6.789	6.999	6.755	6.102	6.855
苏氨酸*	7.400	6.761	6.401	6.172	6.143	5.494	6.395
异亮氨酸*	6.388	6.474	6.127	5.961	5.902	5.117	5.995
甲硫氨酸*	2.231	1.562	1.189	1.146	1.171	1.127	1.404
(小计)	78.995	77.538	73.498	71.955	70.606	62.915	72.585
谷氨酸	34.600	33.581	31.259	28.304	28.982	25.275	30.334
天冬氨酸	18.366	18.833	18.365	18.278	18.691	16.015	18.091
脯氨酸	9.123	9.848	10.881	12.385	11.255	10.360	10.642
丝氨酸	10.362	10.212	9.637	9.062	9.426	8.144	9.474
甘氨酸	8.124	8.086	7.620	7.460	7.387	6.516	7.532
酪氨酸	7.552	7.169	6.778	6.968	6.710	6.115	6.882
丙氨酸	6.594	6.930	6.200	6.518	6.212	5.241	6.283
半胱氨酸	5.918	6.009	6.138	6.180	5.843	6.015	6.017
(合计)	179.634	178.206	170.376	167.110	165.112	146.596	167.839

注: * 为人体必需氨基酸。

2.3 牛奶子果实番茄红素及营养成分的株间变异

从 3 个单株的番茄红素含量来看(表 3),果肉中最高的为 342 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,最低的仅有 78 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,两者相差 3.38 倍。其番茄红素含量是番茄的 2.6 ~ 11.4 倍,但与国外报道的最高值 17 倍

(54 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)还有差距^[4]。从鲜果的着色程度来,黄色果皮浆果含番茄红素最高(342 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$),而青皮浆果中的含量较低(132 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)。

表 3 牛奶子果实番茄红素及营养成分株间变异

项目	单株									平均值	番茄
	LJN2-B	LJN2-C	D1	LJN1	C1	C2	C3	C	A		
果皮色泽	橙色	青色	黄色	红色	红色	红色	红色	红色	红色		
Vc / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	0.054	0.053	0.071	0.059	0.039	0.033	0.039	0.054	0.036	0.049	0.170
胡萝卜素 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	7.860	6.120	5.460							6.480	11.000
番茄红素 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	132.000	78.000	342.000							184.000	30.000
可溶性糖 / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)				5.768	8.277	9.243	5.961	5.382	9.243	7.312	
可滴定酸 / ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)				5.630	4.100	3.070	2.050	2.050	2.560	3.240	
Ca / ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)				6.720	3.320	2.850	3.310	2.640	3.480	3.720	
K / ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)				13.450	10.070	10.420	11.500	10.140	11.600	11.190	
Fe / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)				122.307	80.987	61.861	59.388	144.080	118.664	97.881	50.000
Cu / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)				13.592	12.868	11.768	12.222	13.713	8.613	12.129	
Mn / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)				54.788	103.641	100.110	103.797	55.052	47.927	77.553	
Zn / ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)				21.735	16.092	19.615	17.201	19.833	45.828	23.384	

牛奶子 Vc 含量平均为 0.049 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,约为番茄的 1/3。株间变异非常大,极值间相差 115.15%。

所含 胡萝卜素平均值为 $6\ 480\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 约为番茄的 $1/2$ 。单株间差异较大, 极值间相差 43.96% 。可溶性糖、可滴定酸等指标也有较大的株间变异, 极值间分别相差 71.74% 和 174.63% 。

微量元素如 Fe、Mn、Cu、Zn 等含量较低, 且株间差异较大。但 Fe 的含量是这 4 种微量元素中最高的, 达到 $97.881\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 极值间相差 142.61% 。K 的含量是所有微量元素中最高的, 约为 Ca 含量的 3 倍, 且在不同单株之间比较稳定, 极值间相差 33.56% 。

3 小结与讨论

牛奶子野生种群的果实性状变异丰富, 不同单株间平均鲜果质量的极差达 114.28% , 鲜浆果平均果肉率的极差达 32.07% 。但两个产地间的平均果肉率差异较小, 仅相差 5.1% 个百分点, 单果的平均鲜质量差异也较小。相关分析结果表明, 果实大小与鲜果果肉率的相关性较弱, 因此可以考虑这样的优良材料选择策略, 即在野生牛奶子群体中同时筛选大果型及高果肉率的优良种群, 也可考虑在大果型牛奶子种群的基础上, 进一步筛选高果肉率的单株, 经过遗传测定, 最终培育出优良无性系应用于牛奶子高效规模栽培体系中。

在牛奶子浆果中检测出 17 种氨基酸, 其中包括 9 种人体必需氨基酸, 氨基酸平均含量达 $167.839\ \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。不同单株间氨基酸含量相差较大, 极差达 22.54% 。牛奶子浆果中重要功能性成分番茄红素的平均含量是番茄的 6.13 倍, 最高达 11.4 倍。牛奶子浆果中还含有丰富的微量元素 Fe、Cu、Mn、Zn、Ca、K 等。因此, 牛奶子是一种极具开发潜力的天然的营养补充剂及天然抗氧化剂, 也有可能成为番茄红素原料番茄的重要替代原料。目前已开始引起国内外鲜果汁加工业和制药业的重视和关注。

参考文献:

- [1] 郑万钧. 中国树木志 (第三卷) [M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 3 749 ~ 3 781
- [2] 龚得福. 甘肃森林 [R]. 兰州: 甘肃省林业厅, 1998: 100 ~ 150
- [3] 周光裕. 山东森林 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1986: 93 ~ 152
- [4] Fordhan IM, Clevidence B A, Wiley ER, *et al* Fruit of autumn olive: a rich source of lycopene [J]. Hort Science, 2001, 36 (6): 1 136 ~ 1 137
- [5] 柴发熹. 牛奶子营养成分及开发利用途径 [J]. 林业科技开发, 1995 (1): 50
- [6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978