

孙士咏,郑慧军,郭言言,等. 6 个南瓜杂交组合(F_1)营养成分分析[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):200-202.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.057

6 个南瓜杂交组合(F_1)营养成分分析

孙士咏, 郑慧军, 郭言言, 王士苗, 孙 丽, 李新峥
(河南科技学院,河南新乡 453003)

摘要:以蜜本南瓜为对照,对 6 个南瓜杂交组合(F_1)果实中的多糖、还原糖、总糖、果胶、氨基酸、水分、胡萝卜素以及 7 种微量元素含量进行了测定。并用主成分分析法比较其营养成分,筛选出营养品质优良的南瓜杂交组合。结果发现,009-1×十姐妹中多糖和还原糖含量以及 Ca、Cu、Mg、Mn、Zn 含量在所有杂交组合中最高;十姐妹×辉 4 中总糖、果胶和水分含量最高;十姐妹×长 2 氨基酸含量最高;甜面瓜×十姐妹 Fe 含量最高;041-1×321 Na 含量和胡萝卜素含量最高。综合营养品质从高到低依次是 009-1×十姐妹、甜面瓜×十姐妹、十姐妹×辉四、041-1×321、蜜本南瓜、十姐妹×长 2、009-1×浙江七叶。

关键词:南瓜;杂交组合(F_1);营养成分;主成分分析
中图分类号: S642.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0200-03

南瓜(*Cucurbita moschata*)是葫芦科一年生蔓生植物,栽培历史悠久,适应性广,抗逆性强,是世界性主要蔬菜之一^[1]。南瓜营养价值较高,果肉中富含南瓜多糖、果胶、甘露醇、蛋白质、膳食纤维、维生素、脂肪及人类必需的氨基酸等^[2]。但由于南瓜品种繁多,生态环境条件差异大,形成南瓜营养成分的千差万别。杂种优势现象在瓜类作物中普遍存在,但杂种优势表现的方向和程度不尽相同^[3-4],如车瑞香等研究表明南瓜品种间营养成分的差异是由各个品种的杂交组合和基因型不同造成的^[5]。因此,选育出优良的南瓜杂交组合是开发利用南瓜营养成分的首要条件。

本研究以 6 个南瓜杂交组合(F_1)为材料,对其果实中的多糖、总糖、还原糖、 β -胡萝卜素、果胶、氨基酸、水分、微量元素等营养成分进行测定,旨在筛选出营养品质较高的南瓜组合,为南瓜营养资源利用提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验中所使用的材料如表 1 所示。

1.2 试验方法

果胶测定时取果实中部的果皮,然后将其磨碎待测。多糖、总糖、还原糖、 β -胡萝卜素、果胶、氨基酸、水分、微量元素测定时采集果实中部的果肉进行分析测定,各重复 3 次。

水分含量的测定采用鲜质量法^[6],多糖含量测定采用苯酚—硫酸分光光度计法^[7],总糖还原糖含量测定采用斐林试剂法^[8],果胶含量测定采用用咔唑比色法^[9],氨基酸含量测定采用茚三酮比色法^[10],微量元素含量测定采用火焰原子吸收光谱^[11], β -胡萝卜素含量测定用高效液相色谱法^[12]。

表 1 供试南瓜材料来源

供试材料	来源
十姐妹×辉四	河南科技学院南瓜课题组
甜面瓜×十姐妹	河南科技学院南瓜课题组
041-1×321	河南科技学院南瓜课题组
十姐妹×长 2	河南科技学院南瓜课题组
009-1×浙江七叶	河南科技学院南瓜课题组
009-1×十姐妹	河南科技学院南瓜课题组
蜜本南瓜	汕头市金韩种业有限公司

注:蜜本南瓜为对照。

1.3 统计分析方法

用 SPSS 19.0 软件进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 6 个南瓜杂交组合(F_1)的营养成分

6 个南瓜杂交组合(F_1)的主要营养成分含量存在较大差

收稿日期:2015-03-23
基金项目:河南省高校科技创新团队支持计划(编号:2012IRTSTHN016)。
作者简介:孙士咏(1990—),女,硕士研究生,从事蔬菜种质资源的创新和利用研究。E-mail:sunsy085@163.com。
通信作者:李新峥(1965—),男,教授,E-mail:lx2283@126.com。

[37] Hu S, Chapin F S, Firestone M K, et al. Nitrogen limitation of microbial decomposition in a grassland under elevated CO₂ [J]. Nature, 2001, 409(6817): 188-191.
[38] Walker T S, Bais H P, Grotewold E, et al. Root exudation and rhizosphere biology [J]. Plant Physiology, 2003, 132(1): 44-51.
[39] Lesaulnier C, Papamichail D, McCorkle S, et al. Elevated atmospheric CO₂ affects soil microbial diversity associated with trembling

Aspen [J]. Environmental Microbiology, 2008, 10(4): 926-941.
[40] Kuz'yakov Y. Review: factors affecting rhizosphere priming effects [J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2002, 165(4): 382-396.
[41] 孙凤霞, 张伟华, 徐明岗, 等. 长期施肥对红壤微生物生物量碳氮和微生物碳源利用的影响 [J]. 应用生态学报, 2010, 21(11): 2792-2798.

异(表 2),其中多糖含量最高的是十姐妹×长 2,为 4.89%,是蜜本南瓜的 2 倍多;009-1×浙江七叶最低,为 2.56%,略高于蜜本南瓜。009-1×十姐妹的还原糖含量最高,为 4.03%,是蜜本南瓜的 1.6 倍多;十姐妹×长 2 和 041-1×321 低于蜜本南瓜,分别是 2.37%、1.51%。十姐妹×辉四的总糖含量为 10.50%,高于蜜本南瓜,其他均低于蜜本南瓜,最低的是 009-1×浙江七叶,为 3.65%。6 个南瓜杂交组合

(F₁)的果胶含量均低于蜜本南瓜。氨基酸含量最高的是十姐妹×长 2,为 4.89%;009-1×浙江七叶最低,为 2.56%,但均高于蜜本南瓜,最高的为蜜本南瓜的 2 倍多。水分含量最高的是 009-1×浙江七叶,为 93.80%,高于蜜本南瓜;041-1×321 的胡萝卜素含量最高,为 230.09 μg/g,是蜜本南瓜的 3.3 倍,含量最低的十姐妹×长 2,是蜜本南瓜的 1.5 倍多。

表 2 供试南瓜材料部分营养成分含量

供试材料	多糖 (%)	还原糖 (%)	总糖 (%)	果胶 (%)	氨基酸 (%)	水分 (%)	胡萝卜素 (μg/g)
十姐妹×辉四	4.80	3.99	10.50	3.54	4.79	90.32	115.15
甜面瓜×十姐妹	4.23	3.51	4.43	0.28	4.25	92.57	168.15
041-1×321	4.39	1.51	5.96	0.31	4.39	89.39	230.09
十姐妹×长 2	4.89	2.37	4.54	0.39	4.89	92.32	105.26
009-1×浙江七叶	2.56	2.66	3.65	0.17	2.56	93.80	128.11
009-1×十姐妹	4.80	4.03	5.85	0.17	4.79	89.34	189.10
蜜本南瓜	2.31	2.43	7.69	4.11	2.31	84.08	69.57

2.2 6 个南瓜杂交组合(F₁)中的微量元素

6 个南瓜杂交组合(F₁)中的微量元素含量有存在较大差异(表 3),其中钙元素含量较高的有 009-1×十姐妹、十姐妹×辉四、甜面瓜×十姐妹、十姐妹×长 2,分别为 566、460、150、149 μg/g,高于蜜本南瓜,其他 2 个组合低于蜜本南瓜。所有 F₁ 组合的铜元素含量均低于蜜本南瓜。甜面瓜×十姐妹、009-1×十姐妹、009-1×浙江七叶的铁元素含量高于蜜本南瓜,其他 3 个组合低于蜜本南瓜。009-1×十姐妹的镁元素含量最高,为 118.71 μg/g,009-1×浙江七叶含量最低,

为 35.08 μg/g,均低于蜜本南瓜。009-1×十姐妹锰元素含量最高,为 0.46 μg/g,009-1×浙江七叶锰元素含量最低,为 0.06 μg/g,009-1×十姐妹、甜面瓜×十姐妹的锰元素含量高于蜜本南瓜,其余 4 个组合低于蜜本南瓜。041-1×321、甜面瓜×十姐妹钠元素含量分别是 108.3、100.6 μg/g,均高于蜜本南瓜;其他 4 个组合均低于蜜本南瓜,其中十姐妹×辉四最低,只有 38.8 μg/g。009-1×十姐妹的锌元素含量最高,为 12.17 μg/g,高于蜜本南瓜,其他组合均低于蜜本南瓜,最低的是 009-1×浙江七叶,为 3.59 μg/g。

表 3 供试南瓜材料部分微量元素含量

供试材料	Ca (μg/g)	Cu (μg/g)	Fe (μg/g)	Mg (μg/g)	Mn (μg/g)	Na (μg/g)	Zn (μg/g)
十姐妹×辉四	460	0.42	10.64	94.49	0.08	38.8	4.65
甜面瓜×十姐妹	150	0.48	18.41	102.73	0.35	100.6	5.16
041-1×321	102	0.79	10.23	73.31	0.1	108.3	4.85
十姐妹×长 2	149	0.25	10.26	57.5	0.15	79.1	5.01
009-1×浙江七叶	110	0.23	14.57	35.08	0.06	88.8	3.59
009-1×十姐妹	566	0.91	17.06	118.71	0.46	53.4	12.17
蜜本南瓜	125	1.34	14.09	121.14	0.15	99.6	11.37

2.3 6 个南瓜杂交组合(F₁)营养品质主成分分析

2.3.1 主成分特征值、贡献率和累积贡献率分析 利用 SPSS 19.0 软件对 6 个南瓜杂交组合(F₁)及蜜本南瓜进行主成分分析,结果发现,特征值大于 1 的主成分共 4 个,其方差贡献率分别是 33.651%、28.77%、19.651%、11.24%,总方差贡献率为 93.321%(表 4)。此结果表明,这 4 个主成分反映了全部营养信息 93.321%的综合信息。

表 4 主成分的特征值、贡献率和累积贡献率

主成分	特征值	贡献率 (%)	累积贡献率 (%)
第 1 主成分	4.711	33.651	33.651
第 2 主成分	4.082	28.770	62.421
第 3 主成分	2.751	19.651	82.072
第 4 主成分	1.574	11.240	93.321

2.3.2 主成分荷载阵分析 第 1 主成分主要反映镁、锌、钙、

铜、总糖、还原糖和果胶的含量;第 2 主成分包括多糖、氨基酸和水分;第 3 主成分包括铁、锰、钠,第 4 主成分主要反映胡萝卜素含量(表 5)。

2.3.3 主成分值及营养品质得分 根据公式 $y = \lambda_i u_i$ (λ 为主成分特征值, u 为主成分值; i 为 1~4)求出 6 个杂交组合(F₁)的营养品质总分并排名。结果发现,6 个杂交组合(F₁)营养品质从高到低依次是 009-1×十姐妹、甜面瓜×十姐妹、十姐妹×辉四、041-1×321、十姐妹×长 2、009-1×浙江七叶,其中 009-1×十姐妹、甜面瓜×十姐妹、十姐妹×辉四、041-1×321 的营养品质优于蜜本南瓜,十姐妹×长 2、009-1×浙江七叶劣于蜜本南瓜(表 6)。

3 讨论

分析南瓜营养成分,对开发利用其营养保健价值具有极其重要的理论指导意义。本试验结果表明,不同的南瓜杂交

表 5 主成分分析因子荷载阵

因素	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分	第 4 主成分
多糖	0.126	0.848	-0.203	0.416
还原糖	0.612	0.556	-0.045	-0.535
总糖	0.638	-0.117	-0.699	0.128
果胶	0.552	-0.562	-0.569	-0.115
氨基酸	0.123	0.848	-0.198	0.416
水分	-0.675	0.649	0.023	-0.344
胡萝卜素	-0.137	0.498	0.428	0.567
Ca	0.722	0.589	-0.179	-0.101
Cu	0.673	-0.572	0.291	0.356
Fe	0.304	0.113	0.787	-0.480
Mg	0.920	-0.083	0.217	0.137
Mn	0.530	0.465	0.687	-0.025
Na	-0.508	-0.563	0.523	0.281
Zn	0.816	-0.234	0.377	0.075

组合(F₁)的各营养成分含量存在很大的差异。近年来研究发现南瓜中含有酸性多糖,即南瓜多糖,在降血糖、降血脂、抗肿瘤、抗氧化等方面有明显的功效^[13-17]。6 个杂交组合(F₁)

中十姐妹×长 2、十姐妹×辉四、009-1×十姐妹、041-1×321、甜面瓜×十姐妹的多糖含量均较高,可用于南瓜多糖的开发利用。南瓜富含β-胡萝卜素,β-胡萝卜素在机体内能被分解为维生素 A,β-胡萝卜素和维生素 A 均具有一定的防癌抗肿瘤作用^[18]。6 个杂交组合(F₁)中的胡萝卜素含量均高于对照蜜本南瓜,胡萝卜素含量最高的是 041-1×321,是蜜本南瓜的 3.3 倍,胡萝卜素含量从高到低依次是:041-1×321、009-1×十姐妹、甜面瓜×十姐妹、009-1×浙江七叶、十姐妹×辉四、十姐妹×长 2。

主成分分析是一种多指标综合评价法,原理就是降维,原指标所包含的信息用少量的综合指标来代替,客观地确定各个指标权重,避免主观随意性^[19]。杨秀莲等通过主成分分析确定 25 个桂花品种花瓣营养品质并筛选出 4 个营养品质较高可食用的品种^[20]。本试验中对 6 个南瓜杂交组合(F₁)及对照样品蜜本南瓜果实中的营养成分进行主成分分析,结果表明 009-1×十姐妹、甜面瓜×十姐妹、十姐妹×辉四、041-1×321 优于蜜本南瓜,十姐妹×长 2、009-1×浙江七叶劣于蜜本南瓜。

表 6 供试南瓜材料各主成分值和营养品质得分

供试材料	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4	得分	排名
009-1×十姐妹	2.882 1	2.083 8	1.563 2	0.077 2	2.020 3	1
甜面瓜×十姐妹	-0.339 9	1.015 2	1.843 1	-0.571 4	0.509 7	2
十姐妹×辉四	1.501 1	1.115 8	-3.131 5	-0.425 2	0.174 7	3
041-1×321	-1.568 7	-0.383 9	0.142 7	2.433 9	-0.360 8	4
蜜本南瓜	2.065 8	-4.024 0	0.160 7	-0.104 3	-0.474 5	5
十姐妹×长 2	-1.743 5	0.868 5	-0.857 4	0.295 3	-0.505 9	6
009-1×浙江七叶	-2.796 9	-0.675 5	0.279 2	-1.705 5	-1.363 5	7

参考文献:

[1]熊 玲,陈京晓,牟明远,等. 南瓜的营养保健价值分析及产品的开发现状[J]. 食品工业科技,2013,34(23):395-400.

[2]王 昱,李海燕,张世忠. 南瓜功能性成分的研究及其发展[J]. 天津农业科学,2010,16(5):133-135.

[3]郭文忠,李 锋,秦 昱,等. 南瓜的价值及抗逆栽培生理研究进展[J]. 长江蔬菜,2002(9):30-32.

[4]Mohanty B K,Mishra R S. Variation and genetic parameters of yield and its components in pumpkin[J]. Indian Journal of Horticulture, 1999,56(4):337-342.

[5]车瑞香,徐 华,何洪巨. 不同南瓜品种的营养成分及营养评价[J]. 保定师范专科学校学报,2005,18(4):60-62.

[6]吴增娟,金同铭. 用高效液相色谱法测定不同南瓜中的β-胡萝卜素[J]. 华北农学报,1998(3):141-144.

[7]范文秀,李新峥. 南瓜生长过程中多糖含量的测定[J]. 光谱实验室,2005,22(4):834-836.

[8]Loy J B. Morphophysiological aspects of productivity and quality in squash and pumpkin(*Cucurbita* spp.)[J]. Critical Reviews in Plant Sciences,2004,23:337-363.

[9]尚雪波,帅 鸣. 柑橘皮中果胶含量的测定[J]. 湖南农业科学, 2010(9):88-90.

[10]大连轻工业学院. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,

1999:235-260.

[11]李新峥,杨鹏鸣,范文秀,等. 南瓜多糖及可溶性固形物含量与口感性状相关性分析[J]. 中国蔬菜,2009(4):26-29.

[12]侯曼玲. 食品分析[M]. 北京:化学工业出版社,2004:116-118.

[13]Roden M,Stingl H,Chandramouli V,et al. Effects of free fatty acid elevation on postabsorptive endogenous glucose production and gluconeogenesis in humans[J]. Diabetes,2000,49(5):701-707.

[14]Fu C L,Shi H,Li Q H. A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin[J]. Plant Foods for Human Nutrition,2006,61(2):73-80.

[15]张高帆,苏东洋,张拥军,等. 南瓜多糖对不同糖尿病模型小鼠的降糖作用[J]. 中国食品学报,2014,14(2):23-27.

[16]丁宏伟,李志香,蔡云飞. 微波辅助超声提取南瓜多糖及其抗氧化性研究[J]. 食品研究与开发,2013,33(1):35-38.

[17]刁文超,吴 昊,杨绍兰,等. 南瓜多糖的分离、纯化及抗氧化活性研究[J]. 中国食品学报,2012,12(11):24-31.

[18]任永新. 浅谈南瓜的保健功能及药理作用[J]. 食品工程,2007(2):10-12,37.

[19]豆俊峰,邹振扬. 主成分分析法在大气环境质量综合评价中的应用[J]. 三峡环境与生态,2001,23(2):32-33.

[20]杨秀莲,赵 飞,王良桂. 25 个桂花品种花瓣营养成分分析[J]. 福建林学院学报,2014,34(1):5-10.