

基于相关性和主成分分析评价南瓜的营养品质

任广乾¹, 杨世康², 卞世杰², 郭卫丽², 李新峥²

(1. 新乡市农业科学院 河南新乡 453003; 2. 河南科技学院园艺园林学院 河南新乡 453003)

摘要:为评价南瓜品种果实品质,测定14个南瓜品种的果实外观性状、口感品质、营养成分和微量元素含量,并进行相关性分析和主成分分析。结果表明,果实还原糖含量(w ,后同)为 $3.59\sim 2.49\text{ g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$;氨基酸含量为 $118.39\sim 66.61\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$;水分含量为 $83.51\%\sim 90.31\%$;灰分含量为 $0.58\%\sim 1.84\%$;微量元素Ca含量最高($240.66\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$),Mn含量最低($4.88\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)。灰分与还原糖、水分含量存在显著负相关,与Ca含量存在极显著正相关。主成分分析综合得分最高品种是汕美2号,其次依次是优丰蜜本、兴蔬大果蜜本和金困蜜本。试验结果可为今后南瓜品种评价及应用推广提供基本信息。

关键词:南瓜;果实性状;营养成分;微量元素;相关性分析;主成分分析

中图分类号:S642.1

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2023)06-037-06

Evaluation of pumpkin nutrient quality based on correlation and principal component analysis

REN Guangqian¹, YANG Shikang², BIAN Shijie², GUO Weili², LI Xinzheng²

(1. Xinxiang City Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang 453003, Henan, China; 2. College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan, China)

Abstract: In order to evaluate the fruit quality of *Cucurbita moschata* Duchesn, the appearance traits, taste, nutrients and mineral elements of 14 pumpkin varieties were determined and summarized by its correlation analysis and principal component analysis. The results showed that the reducing sugar content of the fruit ranged from $3.59\text{ g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ to $2.49\text{ g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$; the amino acid content ranged from $118.39\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ to $66.61\text{ mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$; the water content was $83.51\%\sim 90.31\%$. The content of ash is between 0.58% and 1.84% . The content of Ca in mineral elements was the highest ($240.66\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) and the content of Mn was the lowest ($4.88\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). There was a significant negative correlation between ash content and reducing sugar and water, and a significant positive correlation with Ca. Principal component analysis indicated that the best variety is Shanmei 2, followed by Youfeng Miben, Xingshudaguo Miben, and Jinqun Miben.

Key words: *Cucurbita moschata*; Fruit traits; Nutrients; Mineral elements; Correlation analysis; Principal component analysis

我国主栽南瓜品种有中国南瓜(*Cucurbita moschata*)和印度南瓜(*Cucurbita maxima*),中国南瓜以食用老熟瓜为主,果肉中富含糖类、维生素C、果胶、淀粉、微量元素等多种营养成分,具有极高的营养、保健与药用价值,其中微量元素具有降血压、降血糖等功效^[1-4]。据中国园艺学会南瓜研究分会2020年统计,我国南瓜种植面积28.67万 hm^2 ,产量达1126万t。

目前,老熟瓜的重要经济指标是营养成分和口感品质,国内生产中把口感品尝作为南瓜口感品质鉴定的主要手段,果肉营养成分研究多注重干物

质、可溶性固形物、可溶性糖、淀粉、多糖等成分含量的测定。杨宏等^[5]对47份南瓜材料进行老熟瓜口感评价及营养成分研究,测定了干物质、可溶性固形物、可溶性糖、维生素C、淀粉、纤维含量等6个指标,得出干物质、淀粉、可溶性糖、维生素C及可溶性固形物含量升高、纤维含量降低导致口感变好,且采用逐步回归分析建立一个评价南瓜食用口感的分级标准和快速鉴定方法(口感评价公式 $Y=-5.481+17.974 X_1+10.716 X_2+12.473 X_3$, X_1 为干物质百分含量, X_2 为可溶性糖百分含量, X_3 为淀粉百

收稿日期:2022-10-26;修回日期:2023-04-18

基金项目:国家自然科学基金项目(U2004161;31401876);河南省科技攻关项目(212102110129);河南省重大公益专项(201300111300)

作者简介:任广乾,男,助理研究员,主要从事瓜类品种选育研究。E-mail:2521836963@qq.com

通信作者:郭卫丽,女,副教授,从事南瓜分子育种及种质创新研究。E-mail:guoweili1226@sina.com

李新峥,男,教授,从事南瓜种质资源与育种研究。E-mail:lxz2283@126.com

分含量)。刘文君等^[6]对 21 份南瓜材料进行研究发现,干物质含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、淀粉含量相互之间呈极显著正相关,且平均隶属函数值 ≥ 0.6 时,南瓜风味很甜,品质优良。乔丹丹^[7]对百蜜系列 10 个南瓜品种口感品质和营养成分含量进行分析,可溶性糖含量、淀粉含量与甜度、质地和综合品质呈显著正相关。闫春冬等^[8]对 20 份肉用南瓜进行营养品质测定以及老熟瓜品尝鉴定,结果表明可溶性固形物含量与干物质含量、甜度和面度呈极显著正相关,与可溶性糖含量和淀粉含量呈显著正相关,得出可溶性固形物含量可作为肉用南瓜品质评价的简易指标。但由于南瓜品种繁多,品种间差异大,营养成分的含量因品种不同存在差异^[3,9-10],而且肉用南瓜营养成分综合评价复杂,目前尚无统一的鉴定方法。笔者通过对 14 个南瓜新品种农艺性状、果实品质的调查分析和营养成分、微量元素的测定,采用相关性及主成分分析法对其进行综合品质的评价,为选育具有特定营养和保健功能的南瓜新品种提供充分依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试材料为 14 个中国南瓜品种(表 1),试验于 2015 年 4—8 月在河南科技学院南瓜试验基地(辉县常村)进行,4 月 29—30 日定植,7 月 27—28 日统一采收。老熟瓜采收标准:老熟瓜在谢花后 35~60 d 采收。南瓜应在充分成熟、皮蜡粉浓、难以刻划、皮色转黄后采收。小区设计双行种植,行长 12 m,行距 3.6 m,株距 1 m,每行定植 12 株,每小区定植 24 株,占地 86.4 m²,随机区组排列,3 次重复。

1.2 方 法

1.2.1 感官评价 严格按照国家标准(NYT 2762—2015)对 14 个中国南瓜品种进行外观品质和口感品质的评定。南瓜果实的性状分析调查内容主要是:果实数量性状有纵径(代码 5)、单瓜质量、横径(代码 5)、果肉厚度(代码 5);外观性状有嫩瓜皮色、熟瓜皮色(代码 4)、瓜棱深度(代码 3、5、7)、果实形状(代码 4、9、11、12)、瓜瘤大小(代码 9);瓜把长:瓜纵向切开后,从果蒂到瓜腔近端的距离;瓜肚长:瓜腔的两长端距离;熟瓜肉色分黄白、浅黄、黄、金黄、深黄、橙黄、橙红。果实口感性状指标:(1)口感甜度,蒸熟后召集 10 人以上进行品尝(每尝一个瓜进行一次漱口),包括甜上、甜、中甜、甜下;(2)口感面度,蒸熟后召集 10 人以上进行品

表 1 14 个中国南瓜品种来源

序号	品种名称	来源
1	蜜本	广东省农科院蔬菜研究所
2	金困蜜本	江西新余市百园丰实业有限责任公司
3	改良蜜本	北京中农绿亨种子科技有限公司
4	优丰蜜本	北京中农绿亨种子科技有限公司
5	白沙蜜本	汕头市白沙蔬菜原种研究所
6	兴蔬大果蜜本	广东省农科院蔬菜研究所
7	蜜本 3 号	广东省农科院蔬菜研究所
8	百蜜 5 号	河南科技学院南瓜课题组
9	百蜜 6 号	河南科技学院南瓜课题组
10	百蜜 2 号	河南科技学院南瓜课题组
11	甜蜜 1 号	北京市农林科学院
12	汕美 2 号	广东汕头市金韩种业有限公司
13	惠研早蜜 6 号	广州市惠研园艺种苗有限公司
14	七叶早	安阳地方品种

尝,面度可分为不面、微面、中面、面;(3)熟后质地,蒸熟后召集 10 人以上进行品尝,包括细腻有丝、细腻、中、较粗、粗糙;(4)综合品质根据口感性状进行综合评价,包括下、中下、中、中上、上、上上。

1.2.2 营养指标测定 在 14 个南瓜品种中,每个品种选取 3 个果实,每个果实测定 1 次,取 3 次的平均值。还原糖含量采用葡萄糖直接滴定法测定^[11];氨基酸含量采用茚三酮分光光度法测定^[12];水分含量采用直接测定法中的常压干燥法测定^[13];灰分含量采用高温灼烧的方法测定^[14];微量元素含量采用等离子体原子发射光谱法测定^[15]。

1.2.3 数据分析 以上数据均取 3 次重复的平均值,用 SPSS 19.0 进行单因素新复极差法(Duncan)方差分析和变异性分析,用 Excel 2007 作图。

2 结果与分析

2.1 14 个中国南瓜品种果实性状调查

由表 2 可知,兴蔬大果蜜本单果质量最大,为 5.8 kg;金困蜜本果实相对较小,但果实果肉厚度较厚,为 4.2 cm;优丰蜜本、白沙蜜本和兴蔬大果蜜本为甜度最高品种;优丰蜜本和白沙蜜本含丝最少。综合分析表 2 中 16 个果实性状指标,品质表现为上等的有:蜜本、金困蜜本、优丰蜜本、白沙蜜本、兴蔬大果蜜本、蜜本 3 号、百蜜 2 号、甜蜜 1 号、汕美 2 号。

2.2 14 个中国南瓜品种果实主要营养成分的含量

由表 3 可知,果实还原糖含量为 2.49~3.59 g·100 g⁻¹,其中最高是百蜜 6 号;氨基酸含量为 66.61~118.39 mg·100 g⁻¹,其中最高是优丰蜜本;

表 2 中国南瓜品种果实性状指标

品种	综合品质	熟后质地	瓜肚长/cm	瓜把长/cm	面度	甜度	肉质	果肉厚度/cm	熟瓜肉色	横径/cm	纵径/cm	单瓜质量/kg	瓜瘤	瓜棱	果实形状	熟瓜皮色	嫩瓜皮色
蜜本	上	细腻,丝少	24	15	面	甜	较疏松	3.9	橙黄	15	41	3.6	大	中	椭圆	棕黄	绿
金困蜜本	上	细腻,有丝	22	17	面	甜下	中等致密	4.2	橙黄	14	38	4.2	中	中	长筒	棕黄	浅绿
改良蜜本	中下	较粗,丝多,粗	22	22	中面	中甜	致密	3.4	金黄	14	46	3.8	中	微	长颈圆筒	黄白	浅绿
优丰蜜本	上	细腻,无丝	26	22	面	甜上	较疏松	4.8	金黄	17	45	4.8	大	深	长颈圆筒	土黄	绿
白沙蜜本	上	细腻,无丝	26	19	面	甜上	疏松	4.4	橙黄	15	47	4.3	中	浅	长颈圆筒	土黄	绿
兴蔬大果蜜本	上	细腻,有丝	20	21	面	甜上	中等致密	4.3	橙黄	19	43	5.8	大	微	长颈圆筒	土黄	深绿
蜜本3号	上	细腻,有丝	22	18	面	甜	致密	3.8	金黄	15	38	4.0	大	浅	长筒	黄白	绿
百蜜5号	中上	细腻,有丝	23	18	中面	甜下	中等致密	2.5	黄色	11	42	1.9	中	无	长颈圆筒	橙黄	深绿
百蜜6号	中上	中,丝多,粗	30	18	中面	甜	中等致密	2.2	黄色	11	47	2.3	中	浅	柱形	棕黄	深绿
百蜜2号	上	细腻,有丝	26	16	面	甜	较疏松	2.9	金黄	16	42	3.6	小	无	长颈圆筒	黄褐	浅绿
甜蜜1号	上	细腻,有丝	23	14	面	中甜	较疏松	3.0	橙红	12	37	2.2	中	浅	长筒	土黄	绿
汕美2号	上	细腻,有细丝	21	17	面	甜	中等致密	4.6	橙黄	17	35	4.3	大	中	长筒	黄白	浅绿
惠研早蜜6号	中上	中,丝多	24	15	面	甜	较疏松	5.4	橙黄	15	36	4.6	大	中	长筒	橙黄	绿
七叶早	下	较粗,丝粗	25	20	微面	中甜	较疏松	2.7	浅黄	11	43	2.5	中	无	柱形	黄白	浅绿

表 3 中国南瓜品种果实中的营养成分含量

品种	w(还原糖)/(g·100g ⁻¹)	w(氨基酸)/(mg·100g ⁻¹)	w(水分)/%	w(灰分)/%
蜜本	3.48 ab	70.06 ef	86.23 abcd	1.30 bc
金困蜜本	3.38 abcd	67.62 ef	89.79 ab	0.58 g
改良蜜本	3.13 ef	82.35 de	87.75 abcd	1.07 bcdef
优丰蜜本	3.14 ef	118.39 a	87.55 abcd	1.16 bcde
白沙蜜本	2.49 g	97.44 cd	83.75 cd	1.84 a
兴蔬大果蜜本	3.37 bcd	75.73 def	84.60 cd	1.48 ab
蜜本3号	3.25 cde	68.81 ef	86.44 abcd	0.81 defg
百蜜5号	3.27 bcde	105.32 bc	87.47 bcd	0.71 defg
百蜜6号	3.59 a	85.77 ab	85.31 abcd	0.81 efg
百蜜2号	2.94 f	66.61 f	89.65 ab	0.68 fg
甜蜜1号	2.96 f	97.84 cd	83.51 d	0.99 cdefg
汕美2号	3.07 f	75.93 def	87.35 abcd	1.20 bcd
惠研早蜜6号	3.17 def	74.63 def	88.32 abc	1.29 bc
七叶早	3.46 abc	117.77 a	90.31 a	1.14 bcde
均值	3.19	86.02	87.00	1.07
变异系数/%	28.03	1 822.02	216.57	34.59
极大值	3.59	118.39	90.31	1.84
极小值	2.49	66.61	83.51	0.58

注:同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

水分含量为 83.51%~90.31%，其中最高是七叶早；灰分含量为 0.58%~1.84%，其中最高是白沙蜜本。各营养元素中氨基酸含量的变异系数最大(1 822.02%)，其次是水分含量的变异系数(216.57%)，还原糖含量变异系数最小(28.03%)。

2.3 14个中国南瓜品种果实微量元素的含量

由表 4 可知,综合 14 个南瓜品种每 g 鲜果实微量元素含量,由高到低依次是 Ca、Fe、Mg、K/Na、Cu/Zn、Mn。其中 Ca 元素含量最高,为 240.66 μg·g⁻¹,其次是 Fe 元素含量,为 166.87 μg·g⁻¹,Ca 元素与 Fe 元素占据南瓜果实所含微量元素中的绝大比重。其中,Ca 含量最高的是蜜本 3 号,为 383.17 μg·g⁻¹,Fe 含量最高的是汕美 2 号,为 753.00 μg·g⁻¹,Cu/Zn 最高的是百蜜 2 号,为 15.71 μg·g⁻¹,K/Na 最高的是惠研早蜜 6 号,为 18.37 μg·g⁻¹,Mg 含量最高的是惠研早蜜 6 号,为 338.81 μg·g⁻¹,Mn 含量最高的是优丰蜜本,为 25.61 μg·g⁻¹。各微量元素中 Mn 的变异系数最

表4 14个中国南瓜品种果实微量元素的含量

($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)

品种	Ca	Fe	Cu/Zn	K/Na	Mg	Mn
蜜本	203.93 d	56.93 b	2.55 bc	13.75 bc	51.90 b	1.38 b
金困蜜本	235.23 bcd	263.30 b	11.73 ab	8.47 d	79.20 b	4.74 b
改良蜜本	205.63 d	143.93 b	4.76 bc	11.88 bcd	54.70 b	3.40 b
优丰蜜本	208.00 d	282.84 b	3.11 bc	13.60 bc	79.65 b	25.61 a
白沙蜜本	167.28 d	34.70 b	2.39 bc	13.47 bc	75.37 b	1.17 b
兴蔬大果蜜本	211.63 d	249.54 b	8.03 bc	13.64 bc	72.91 b	8.78 ab
蜜本3号	383.17 a	30.81 b	1.11 c	17.69 ab	119.13 b	1.08 b
百蜜5号	204.93 d	216.72 b	3.24 bc	10.86 bcd	56.04 b	4.50 b
百蜜6号	260.90 bcd	58.02 b	4.04 bc	8.76 d	73.85 b	1.23 b
百蜜2号	222.80 cd	85.75 b	15.71 a	12.46 bcd	56.84 b	2.05 b
甜蜜1号	199.07 d	50.88 b	3.17 bc	12.23 bcd	71.58 b	2.31 b
汕美2号	353.03 ab	753.00 a	12.32 ab	10.41 bcd	99.38 b	8.59 ab
惠研早蜜6号	279.50 bcd	12.62 b	0.65 c	18.37 a	338.81 a	1.18 b
七叶早	234.20 bcd	97.12 b	1.52 c	10.40 bcd	74.35 b	2.27 b
均值	240.66	166.87	5.31	12.57	93.12	4.88
变异系数/%	25.28	115.72	89.08	22.99	78.37	133.20
极大值	383.17	753.00	15.71	18.37	338.81	25.61
极小值	167.28	30.81	0.65	8.47	51.90	1.08

大(133.20%),其次是Fe元素的变异系数(115.72%),K/Na变异系数最小(22.99%)。在对微量元素有特殊需求时,依据微量元素变异系数和最大值可指导南瓜品种的选择。

2.4 14个中国南瓜品种果实营养成分相关性分析

对14个南瓜品种营养成分进行相关性分析(表5),Ca与灰分含量在0.01水平上呈极显著正相

关,即灰分含量高的南瓜品种微量元素Ca含量较高;Fe含量与Cu/Zn、Mg含量与K/Na在0.05水平上呈显著正相关;还原糖与氨基酸、灰分、多种微量元素含量呈负相关,即还原糖含量高的南瓜品种营养物质和微量元素含量较低;水分含量与灰分含量、Ca含量、K/Na呈负相关;Mn含量与K/Na、Mg含量呈负相关;其他成分间无显著相关性。

表5 14个中国南瓜品种果实中营养成分含量的相关性分析

指标	还原糖含量	氨基酸含量	水分含量	灰分含量	Ca含量	Fe含量	Cu/Zn	K/Na	Mg含量	Mn含量
还原糖含量	1.00									
氨基酸含量	-0.10	1.00								
水分含量	0.30	-0.05	1.00							
灰分含量	-0.42	0.19	-0.49	1.00						
Ca含量	-0.42	0.19	-0.49	1.00**	1.00					
Fe含量	0.00	-0.03	0.16	-0.01	-0.01	1.00				
Cu/Zn	-0.10	-0.48	0.33	-0.34	-0.34	0.54*	1.00			
K/Na	-0.24	-0.21	-0.18	0.36	0.36	-0.38	-0.44	1.00		
Mg含量	-0.03	-0.20	0.15	0.17	0.17	-0.15	-0.29	0.63*	1.00	
Mn含量	-0.01	0.43	0.07	0.09	0.09	0.49	0.09	-0.03	-0.13	1.00

注:*表示在置信度(双侧)为0.05时,相关性是显著的;**表示在置信度(双侧)为0.01时,相关性是极显著的。

2.5 14个中国南瓜品种果实营养成分含量的主成分分析

2.5.1 主成分特征值、累积贡献率和特征向量分析 14个南瓜品种中主成分的特征值和方差贡献率如表6所示,特征值大于1的主成分共4

表6 14个中国南瓜品种主成分的特征值及累计贡献率

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	3.22	32.15	32.15
2	2.03	20.34	52.50
3	1.49	14.87	67.37
4	1.28	12.75	80.12

个,累计贡献率达到了80.12%,表明4个主成分反映了80%全部果实营养成分的综合特征。

由表7可知,在第1主成分的特征向量中,特征值较大且为正的性状是灰分含量、Ca含量和K/Na,第2主成分的特征向量特征值较大且为正的成分是氨基酸含量、Fe含量、Mn含量,第3主成分的特征向量特征值较大且为正的成分是Cu/Zn,第4主成分的特征向量特征值较大且为正的成分是Mg含量。

2.5.2 主成分值及营养品质得分 按照公式:综合得分 $Y=0.321 \times F1+0.203 \times F2+0.148 \times F3+0.127 \times F4$ 计算14个南瓜品种综合营养含量并排名(表8),汕美2号营养品质最优,其次为优丰蜜本、兴蔬大果

表7 14个中国南瓜品种营养成分重要主成分的特征向量

营养成分	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4
X_1	-0.261	-0.196	-0.330	0.174
X_2	0.124	0.346	-0.605	0.155
X_3	-0.333	-0.133	0.010	0.467
X_4	0.480	0.237	0.151	-0.012
X_5	0.480	0.237	0.151	-0.012
X_6	-0.198	0.458	0.335	0.273
X_7	-0.360	0.186	0.536	-0.097
X_8	0.365	-0.327	0.169	0.312
X_9	0.208	-0.379	0.205	0.526
X_{10}	-0.020	0.467	-0.096	0.519

注: X_1 代表还原糖含量; X_2 代表氨基酸含量; X_3 代表水分含量; X_4 代表灰分含量; X_5 代表Ca含量; X_6 代表Fe含量; X_7 代表Cu/Zn; X_8 代表K/Na; X_9 代表Mg含量; X_{10} 代表Mn含量。

表8 供试南瓜材料各主成分值和营养品质得分

品种名	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	综合得分	排名
蜜本	-16.111	15.799	-9.015	99.337	9.359	14
金困蜜本	-58.693	103.265	70.712	170.489	34.390	4
改良蜜本	-33.366	60.530	13.985	127.357	19.904	7
优丰蜜本	-50.279	136.707	41.104	196.100	42.760	2
白沙蜜本	-1.901	6.966	-27.861	108.349	10.477	13
兴蔬大果蜜本	-50.547	102.782	58.634	166.303	34.581	3
蜜本3号	4.337	-23.944	-3.354	128.676	12.431	9
百蜜5号	-44.779	101.691	23.479	151.789	29.135	6
百蜜6号	-12.377	15.137	-13.879	111.447	11.245	11
百蜜2号	-28.021	28.462	10.531	109.449	12.301	10
甜蜜1号	-7.452	16.564	-23.778	110.951	11.583	12
汕美2号	-148.386	324.543	234.316	317.324	93.619	1
惠研早蜜6号	54.526	-113.669	32.161	241.375	29.966	5
七叶早	-15.880	42.922	-21.032	130.947	17.194	8

蜜本、金困蜜本、惠研早蜜6号,这些品种多含有较多营养元素与微量元素,结合其果实性状(表2),多表现为果实长筒形、果肉较厚、瓜把较长、瓜肚大、单瓜质量较大。

3 讨论与结论

南瓜外观品质,如果皮、形状、瓜棱、瓜瘤、肉色等,以及内部特征,如肉质、甜度、面度、熟后质地等,直接影响产品的经济价值和营养价值。笔者对14个中国南瓜品种果实性状进行综合分析,品质表现为上等的是:蜜本、金困蜜本、优丰蜜本等。南瓜果肉中富含干物质、还原糖、蛋白质和果胶等多种营养成分,这些物质与南瓜的营养品质、成熟度和耐贮藏性密切相关^[6],而且南瓜中含有人体所需的营养成分和对糖脂代谢相关的矿质元素,如Ca、Mg

等^[6]。本试验结果表明,100g中国南瓜鲜质量中平均还原糖含量为3.19g,略低于杨红娟等^[17]测定的印度南瓜还原糖含量5.54g,远高于郭言言等^[18]测定的印度南瓜还原糖含量0.906g;其氨基酸含量86.02mg·100g⁻¹远低于郭言言等^[18]测定的印度南瓜氨基酸含量1.37g·100g⁻¹、范文秀等^[19]测定的南瓜老熟瓜氨基酸含量0.91%;灰分含量1.07%,与林德佩等^[20]测定的灰分含量0.8g·100g⁻¹相近;水分含量为87.00%,与褚盼盼等^[21]测定的中国南瓜老瓜水分为92.80%相近。此外,本试验中Ca、Mg含量较高,Ca含量240.66μg·g⁻¹略高于范文秀等^[19]测定的Ca含量205.456μg·g⁻¹和郭言言等^[18]测定的Ca含量222.9μg·g⁻¹,Mg含量93.12μg·g⁻¹略低于范文秀等^[19]测定的Mg含量103.40μg·g⁻¹和孙士咏等^[22]测定的Mg含量121.14μg·g⁻¹。以上这

些南瓜营养成分和微量元素含量的变化可能是品种或采收时期不同造成的。4种营养成分和6种矿物质营养变异系数均超过20%，氨基酸变异系数和Mn变异系数最大。变异系数越大表明其遗传基础越广泛，可为育种工作提供育种材料。

蔬菜营养品质综合评价和品种评价方法常用主成分分析法，在南瓜、生姜、大葱、菜心上均有应用^[22-25]。孙士咏等^[22]通过主成分分析6个南瓜杂交组合果实营养品质差异并筛选出最优杂交组合。在本试验中利用相关性主成分分析营养成分和微量元素指标变化，将14份中国南瓜综合营养成分进行评价，筛选出汕美2号、优丰蜜本和兴蔬大果蜜本等优质南瓜品种，果实性状多表现为果实长筒形、果肉较厚、瓜肚大、瓜把较长、单瓜质量较大，熟后质地细腻，适合北方南瓜品种的市场需求。

笔者将肉用南瓜中的多种营养成分通过相关性分析和主成分分析，得出影响南瓜营养品质的主要成分为灰分、Ca、氨基酸、Fe、Mn、Mg含量和K/Na，综合外观性状、口感品质和以上品质指标来衡量14个南瓜品种的品质优劣。在今后的研究中，笔者将继续收集大量有代表性的南瓜品种材料进行多个地点的广泛研究，有望能够推广应用于南瓜品种的育种实践。

参考文献

- [1] 李俊星, 钟玉娟, 罗文龙, 等. 广东南瓜的品种改良及发展[J]. 中国瓜菜, 2019, 32(2): 50-52.
- [2] 熊建华, 罗秋水, 闵嗣璠, 等. 蜜本南瓜不同部位营养成分分析与评价[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(9): 2239-2241.
- [3] 王士苗, 智利红, 刘骏, 等. 12个南瓜品种果实营养成分含量的测定与分析[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(7): 13-17.
- [4] 郭卫丽, 郭言言, 李新峥. 中国南瓜苗期性状与白粉病抗性的关系[J]. 北方园艺, 2016(24): 104-108.
- [5] 杨宏, 李跃建, 王长林, 等. 南瓜口感评价与营养成分的相关性和回归分析[J]. 中国蔬菜, 2016(11): 25-32.
- [6] 刘文君, 黄凤婵, 范爱丽, 等. 南瓜果肉营养成分相关性分析及综合营养品质评价[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 150-153.
- [7] 乔丹丹. 百蜜系列南瓜品种植物学性状、营养品质及耐涝性研究[D]. 河南新乡: 河南科技学院, 2022.
- [8] 闫春冬, 王云莉, 田金丽, 等. 肉用印度南瓜营养品质的简易鉴定方法[J]. 北方园艺, 2018(21): 76-80.
- [9] 王萍, 刘杰才, 赵清岩, 等. 南瓜营养品质与功能成分研究现状与展望[J]. 内蒙古农业大学学报, 2002, 23(3): 52-54.
- [10] BILJANA B R, ETELKA B D, MIROSLAV M N, et al. The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds[J]. Food Science and Technology, 2014, 55(2): 521-527.
- [11] 张高翔. 南瓜果实生长发育过程中还原糖的动态变化[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(32): 18017-18018.
- [12] 俞向东, 伏孟瑜, 陈路琼, 等. 云南省部分兰科植物中总氨基酸的含量测定[J]. 大理大学学报, 2016, 1(8): 20-23.
- [13] 田纪春. 谷物品质测试理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [14] 万涛. 浮梁山野菜马兰主要营养成分的测定与分析[J]. 吉林农业, 2019(9): 63-64.
- [15] 沈育伊, 周玉恒, 陈海珊, 等. 贝加尔唐松草微量元素和氨基酸含量测定[J]. 广东农业科学, 2012, 39(14): 116-118.
- [16] 林海明, 刘照德, 詹秋泉. 因子分析综合评价应该注意的问题[J]. 数理统计与管理, 2019, 38(6): 1-10.
- [17] 杨红娟, 宋荣浩, 马坤, 等. 南瓜果实发育中肌醇、多糖和还原糖含量的变化[J]. 园艺学报, 2008, 35(1): 127-130.
- [18] 郭言言, 郭卫丽, 孙丽, 等. 印度南瓜果实营养成分分析[J]. 北方园艺, 2017(8): 28-31.
- [19] 范文秀, 李新峥. 南瓜营养成分分析及功能特性的研究[J]. 广东微量元素科学, 2005, 12(2): 38-41.
- [20] 林德佩, 华启衡. 印度南瓜及其杂种一代[J]. 长江蔬菜, 1997(10): 30-33.
- [21] 褚盼盼, 向长萍. 中国南瓜营养品质的变化规律和相关性[J]. 中国蔬菜, 2007(12): 15-19.
- [22] 孙士咏, 郑慧军, 郭言言, 等. 6个南瓜杂交组合(F1)营养成分分析[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 200-202.
- [23] 谭金霞, 李萌, 韩太利, 等. 基于主成分和聚类分析评价山东地区生姜品质[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(14): 14-20.
- [24] 王玲燕, 刘贺娟, 任福森, 等. 98份大葱种质资源农艺性状相关性主成分分析[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(8): 38-43.
- [25] 史卫东, 罗海玲, 康红卫, 等. 基于主成分分析与聚类分析的菜心品种评价[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(24): 46-49.