不同南瓜品种制粉加工特性的综合评价

范明月[1]，吴昊[1]，张宏斌[2]，王成荣[1]
（1. 青岛农业大学食品科学与工程学院，山东青岛 266109）（2. 青岛市农业科学研究院，山东青岛 266100）

摘要：以 10 种不同品种南瓜为实验材料，以得率、淀粉含量、Vc、类胡萝卜素含量为主要指标，应用灰色关联度分析法对不同品种南瓜的制粉特性进行综合评价。结果表明，桔栗七号南瓜粉的各项指标为，得率 21.96%，淀粉含量 66.24%，Vc 含量 0.5235 mg/g，类胡萝卜素含量 0.0807 mg/g。品系桔栗七号南瓜粉与参考品种关联度最大，综合性状最好，具有较好的市场开发前景。

关键词：南瓜；粉；加工特性；灰色关联
文章篇号：1673-9078(2013)1-112-114

Evaluation on Different Pumpkin Varieties for Powder Processing

FAN Ming-yue[1], WU Hao[1], ZHANG Hong-bin[2], WANG Cheng-rong[1]
(1.College of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)
(2.Qingdao Academy of Agricultural Services, Qingdao 266100, China)

Abstracts: In order to select suitable varieties of pumpkin for processing pumpkin powder, ten varieties of pumpkin were investigated. The processing characteristics of pumpkin varieties including yield, starch content, Vc, and content of carotenoid were evaluated comprehensively by the grey correlative degree and clustering analysis. The results showed that the yield of Juli Seven pumpkin of power, starch content, Vc and carotenoid content were respectively 21.96%, 66.24%, 0.5235 mg/g and 0.0807 mg/g. Juli Seven pumpkin has the best processing characteristics.

Key words: pumpkin; powder; processing characteristics; grey correlative

南瓜(Pumpkin, Cushaw)，又叫番瓜、倭瓜、金瓜等，系葫芦科南瓜属中一年生蔓性草本植物[1]。南瓜的营养丰富，药用价值高[2]，南瓜含有较丰富的无机盐和微量元素，对维持肌体健康具有极其重要的作用[3]。南瓜果实还富含各种维生素、矿物质、果胶、类胡萝卜素、氨基酸、多糖和生物碱等营养成分和活性成分[4]，具有降血糖、降血脂、预防心血管病、防癌抗癌、解毒驱虫、延缓衰老、减肥等多种保健功效。在我国南瓜总产量约 180 万 t，约占世界总产量的 30%。南瓜具有较好的加工适应性，南瓜粉就是其中的一类产品。南瓜脱水后制成粉，不仅可以充分利用南瓜资源，提高南瓜的加工附加值，同时也可以最大限度的保留南瓜中的营养成分[5]，方便食用，将食品、营养和用药于一身，被人们誉为保健食品之新星。

灰色关联度分析，是一种灰色系统理论中对于一个系统发展变化态势进行定量描述和比较的分析方法[6]。因具有计算简单易行，评价全面合理等特点，灰色关联度分析法在农产品品种评价中得到较多的应用[7~10]，对于指导生产和科学研究发挥了积极的作用。

本试验选用的 10 种南瓜原料名称分别为：栗南瓜一号、栗南瓜二号、栗南瓜四号、栗南瓜五号、栗南瓜六号、栗南瓜七号、青农一号、京红栗、桔栗三号和桔栗七号，均为杂交一代（F1），其中青农一号南瓜品种来自青岛农业大学，京红栗南瓜品种来自北京市农林科学院，另外 8 个品种来自青岛市农业科学院，均属于市场表现较好、比较稳定的品种。该 10 种南瓜的抗病性、抗逆性和适应性强，并且兼顾产量及商品性，从中能够选育出鲜食、加工和鲜食加工兼用型品种。本实验通过对 10 个品种南瓜进行组成和加工特性分析，对其制粉特性进行比较研究，通过灰色关联度分析法进行综合分析，最终选出适合制粉加工的南瓜品种，为南瓜粉的工业化生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

南瓜：栗南瓜一号、栗南瓜二号、栗南瓜四号、栗南瓜五号、栗南瓜六号、栗南瓜七号、青农一号、京红栗、桔栗三号和桔栗七号，10 个品种经青岛农业科学研究院培育，采于其南瓜基地。

咔唑、半乳糖醛酸、β-胡萝卜素、没食子酸、淀

收稿日期：2012-09-14
基金项目：山东省现代蔬菜产业技术体系（SDSXDSCCYJSTX）
作者简介：范明月(1987-)，女，在读研究生，研究方向为食品科学
通讯作者：王成荣(1958-)，男，教授

粉、抗坏血酸、无水乙醇等均为分析纯。

1.2 仪器与设备

DHG-9016A 电热恒温鼓风干燥箱，太仓精宏仪器设备有限公司；FDV 气引式粉碎机，北京兴时利和科技发展有限公司；GB/T6003-1997 标准检验筛，浙江省上虞市庐江仪器纱筛厂；754 型紫外分光光度计，上海精宏实验设备有限公司；GL-12B 冷冻离心机，上海安亭科学仪器厂；WAY-2S 阿贝折光仪，上海精密科学仪器有限公司；TCP2 全自动测色色差仪，北京鑫奥依克光电技术有限公司；AR2140 电子天平，奥豪斯国际贸易（上海）有限公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

南瓜→清洗、去皮瓤→切片→护色→干燥→超微粉碎→南瓜粉→包装→备用

1.3.2 工艺参数

将各种不同品种南瓜清洗、去皮瓤，然后切片，称取各 200 g 南瓜片放入电热恒温鼓风干燥箱，采用 70 ℃，干燥 8 h。将南瓜片干燥至水分含量<10%，立即用气引式粉碎机粉碎 1 min，得到的南瓜粉过 500 目标准筛，PE 包装袋包装，低温避光贮藏备用。

1.3.3 分析检测方法

得率：得率(%)=南瓜粉重/南瓜鲜重×100%[11]。

Vc：2,6-二氯酚靛酚滴定法[12]。

类胡萝卜素：纸层析法。

淀粉：酶水解法[13]。

1.3.4 综合评价方法采用灰色关联度分析法

设参考数列(本研究中根据南瓜生产实际情况，确定南瓜主要性状的理想值基本为参试品种的最高值左右，组成“参考品种”数列)为 X_0，被比较数列(即参试品种数列)为 X_i，则称 $\zeta i(k)$ 为 X_i 与 X_0 在 k 点的关联系数。i 代表任一参试品种(系)，i=1,2,…,10；k 代表任一性状，k=1,2,3,4。

$$\zeta_i(k)=\frac{\min\limits_i\min\limits_k|X_i(k)-X_0(k)|+\rho\times\max\limits_i\max\limits_k|X_i(k)-X_0(k)|}{|X_i(k)-X_0(k)|+\rho\times\max\limits_i\max\limits_k|X_i(k)-X_0(k)|} \quad (1)$$

$$r_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\zeta_i(k) \quad (2)$$

$$R_i=\sum_{k=1}^{n}\zeta_i(k)\times W_k \quad (3)$$

式(1)中，$|X_i(k)-X_0(k)|=\Delta i(k)$，表示 X_i 数列与 X_0 数列在 K 点的绝对差值，其中 $\min|X_i(k)-X_0(k)|$ 和 $\max|X_i(k)-X_0(k)|$ 称为一级最小差值和一级最大差值，表示找 X_i 数列与 X_0 数列对应点的差值中的最小值和最大值；$\min\limits_i\min\limits_k|X_i(k)-X_0(k)|$ 和 $\max\limits_i\max\limits_k|X_i(k)-X_0(k)|$ 称为二级最小差值和二级最大差值，表示在第 1 级最小差和最大差的基础上再找出其中的最小差和最大差；ρ 为分辨系数，ρ∈(0，1)，一般取 0.5。式(2)r_i 表示被比较数列 X_i 对参考数列 X_0 的等权关联度。实际上，由于各性状的相对重要性不同，通常用式(3)表示被比较数列 X_i 对参考数列 X_0 的加权关联度 R_i，式中 W_k 表示各性状的权重系数。在南瓜粉加工中，南瓜粉得率是第一位的，它决定了加工的经济性，其次为 Vc 含量、淀粉含量和类胡萝卜素含量。本研究中淀粉、得率、Vc 含量和类胡萝卜素含量的权重系数分别定为 0.35、0.25、0.20 和 0.20；式(2)、(3)中，n 表示考性状数，n=4。由 R_i 的排序即关联序确定各被比数列对参考数列的相对重要性。

2 结果与分析

2.1 参试南瓜品种(系)与参考品种主要性状数据

表 1 参试南瓜品种与参考品种主要形状数据

Table 1 Original data of experimental pumpkin varieties and given variety for evaluation

品种代号	品种名称	淀粉/%	得率/%	Vc /(10^{-2} mg/g)	类胡萝卜素 /(10^{-2} mg/g)
X_0	参考品种	67.00	22.00	53.00	9.00
X_1	栗南瓜一号	36.93	13.33	28.86	4.5
X_2	栗南瓜二号	60.23	20.09	18.72	3.92
X_3	栗南瓜四号	42.15	13.64	42.92	4.71
X_4	栗南瓜五号	65.83	21.65	16.67	3.96
X_5	栗南瓜六号	30.57	10.14	38.29	4.74
X_6	栗南瓜七号	62.45	20.46	16.87	6.55
X_7	青农一号	59.6	20.83	24.67	4.98
X_8	京红栗	30.82	14.15	41.02	8.03
X_9	桔栗三号	36.19	15.33	47.86	7.69
X_{10}	桔栗七号	66.24	21.96	52.35	8.07

2.2 数据无量纲化处理

本研究中采用初值化方法，将原始数据进行无量纲化处理，即 X_0 数列(参考品种)分别去除 X_i 数列(参试品种数列)，得到一个新数列，见表 2。

2.3 求关联系数

根据表 2 计算 X_0 数列与 X_i 数列在第 k 点的绝对差值 $\Delta i(k)$，见表 3。再根据式(1)和表 3 计算参试胡萝卜品种(系)与参考品种的关联系数 $\zeta i(k)$，取 ρ=0.5，结果见表 4。

2.4 求关联度和关联序

根据式(2)和(3)分别计算参试胡萝卜品种(系)与参考品种的等权和加权关联度及关联序，结果见表 5。

表 2 无量纲化后参试南瓜品种与参考品种主要性状数据

Table 2 Normalization of original data of experimental pumpkin varieties and given variety

k	1	2	3	4
X_0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
X_1	0.5512	0.6059	0.5445	0.5000
X_2	0.8990	0.9132	0.3532	0.4356
X_3	0.6291	0.6200	0.8098	0.5233
X_4	0.9825	0.9841	0.3145	0.4400
X_5	0.4563	0.4609	0.7225	0.5267
X_6	0.9321	0.9300	0.3183	0.7278
X_7	0.8896	0.9468	0.4655	0.5533
X_8	0.4600	0.6432	0.7740	0.8922
X_9	0.5401	0.6968	0.9030	0.8544
X_{10}	0.9887	0.9982	0.9877	0.8967

表 3 参试南瓜品种与参考品种的绝对差值

Table 3 Δi(k) value between experimental pumpkin varieties and given variety

k	1	2	3	4
$\Delta_1(k)$	0.4488	0.3941	0.4555	0.5000
$\Delta_2(k)$	0.1010	0.0868	0.6468	0.5644
$\Delta_3(k)$	0.3709	0.3800	0.1902	0.4767
$\Delta_4(k)$	0.0175	0.0159	0.6855	0.5600
$\Delta_5(k)$	0.5437	0.5391	0.2775	0.4733
$\Delta_6(k)$	0.0679	0.0700	0.6817	0.2722
$\Delta_7(k)$	0.1104	0.0532	0.5345	0.4467
$\Delta_8(k)$	0.5400	0.3568	0.2260	0.1078
$\Delta_9(k)$	0.4599	0.3032	0.0970	0.1456
$\Delta_{10}(k)$	0.0113	0.0018	0.0123	0.1033

表 4 参试南瓜品种与参考品种之间的关联系数

Table 4 Correlative coefficient between experimental pumpkin varieties and given variety

k	1	2	3	4
$\zeta_1(k)$	0.4353	0.4676	0.4316	0.4088
$\zeta_2(k)$	0.7764	0.8021	0.3482	0.3798
$\zeta_3(k)$	0.4828	0.4767	0.6465	0.4205
$\zeta_4(k)$	0.9565	0.9607	0.3351	0.3817
$\zeta_5(k)$	0.3887	0.3907	0.5555	0.4222
$\zeta_6(k)$	0.8390	0.8348	0.3363	0.5603
$\zeta_7(k)$	0.7603	0.8702	0.3927	0.4365
$\zeta_8(k)$	0.3903	0.4925	0.6058	0.7648
$\zeta_9(k)$	0.4293	0.5334	0.7835	0.7056
$\zeta_{10}(k)$	0.9730	0.9999	0.9705	0.7724
权重系数 W_k	0.35	0.25	0.20	0.20

根据灰色系统理论，关联度大的数列与参考(理想)数列最为接近，由表 5 可以看出，本研究中实验材料的等权关联度的综合评价结果-关联序变化较大，这是由于权重系数不同所致。在这十个南瓜品种中，不论是等权关联度和加权关联度品系桔栗七号都是最大的，最接近适宜加工南瓜制粉的“参考品种”，即具有高得率、高淀粉含量、Vc 含量和高类胡萝卜素含量。

表 5 参试南瓜品种与参考品种的关联度及排序

Table 5 Correlative degree between experimental pumpkin varieties and given variety and its order

南瓜品种	等权关联度	等权关联序	加权关联度	加权关联序
栗南瓜一号	0.4358	10	0.4373	9
栗南瓜二号	0.5766	6	0.6178	5
栗南瓜四号	0.5066	8	0.5016	8
栗南瓜五号	0.6585	2	0.7183	2
栗南瓜六号	0.4393	9	0.4292	10
栗南瓜七号	0.6426	3	0.6817	3
青农一号	0.6149	4	0.6495	4
京红栗	0.5633	7	0.5338	7
桔栗三号	0.6130	5	0.5814	6
桔栗七号	0.9290	1	0.9391	1

根据表 1 的数据对南瓜制粉品种进行聚类分析。结果表明（图 1），10 个南瓜品种可划分为三类。第一类是桔栗七号，属高得率、高淀粉含量、高 Vc 含量和高类胡萝卜素含量品种；第二类是栗南瓜二号、栗南瓜五号、青农一号、栗南瓜七号，属高得率、高淀粉含量、中低 Vc 含量和中低类胡萝卜素含量品种；第三类是栗南瓜一号、栗南瓜四号、栗南瓜六号、京红栗、桔栗三号，属中低淀粉含量、中低得率、高中 Vc 含量、高中类胡萝卜素含量。

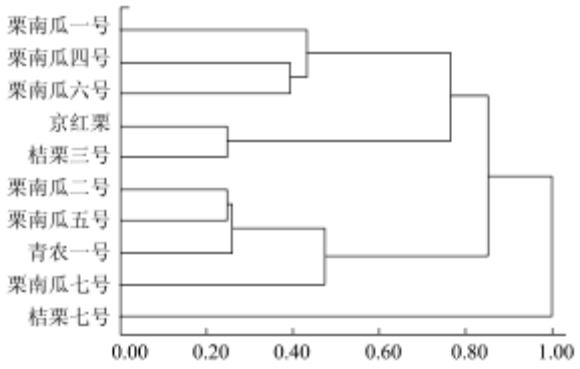


图 1 南瓜加工制粉品种的聚类分析

Fig.1 Clustering analysis of pumpkin processing powder varieties

3 结论

灰色关联综合评价表明：在 10 个南瓜品种(系)中，桔栗七号最具有作为南瓜粉加工原料的潜力，其加工特性最接近适宜加工南瓜粉的“参考品种”，即具有高得率、高类胡萝卜素含量、高 Vc 含量和高淀粉含量的加工特性。

参考文献

[1] 田秀红,刘鑫峰,姜灿.b 南瓜的营养保健作用与产品开发[J].食品研究与开发,2009,30(2)

[2] Murkovic M, Mulleder U, Neunteufl H. Carotenoid content in different varieties of pumpkins [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2002, 15(6): 633-638

[3] 黄黎慧,黄群,于美娟.南瓜的营养保健价值及产品开发[J].现代食品科技,2005, 21(3): 176-179.

[4] Hanna Kowalska, Andrzej Lenart, Dominika Leszczyk. The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 86(1): 30-38

[5] 周爱梅,万艳娟,李少华,等.喷雾干燥及热风干燥对南瓜粉营养特性和感官品质的影响[J].现代食品科技, 2011, 27(5): 528-533

[6] 唐启义.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002

[7] 王秀萍,张国新,鲁雪林,等.灰色关联度分析法综合评价水稻新品系[J].中国农学通报,2006,22(8):557-559

[8] 齐乃敏,朱为民,丁海东.温室番茄品比试验中品质性状的灰色关联度综合评估[J].上海农业学报,2005,21(1):33-36

[9] 李强,马代夫,李洪民,等.灰色关联度分析在甘薯品种综合评价上的应用[J].杂粮作物,2001,21(1):15-18

[10] 张传珂.灰色系统理论在甜瓜品种综合评估中的应用[J].安徽农业科学,2005,33(7):1214;1311

[11] 彭建恩.制粉工艺与设备[M].北京:中国财政经济出版社,1998

[12] 大连轻工业学院等主编.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,1994

[13] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所、北京市疾病预防控制中心.GB/T 5009.9-2008 食品中淀粉的测定[S].北京:中国标准出版社,2009

现代食品科技