研究论文

不同品种糯玉米组分对其煮制后食用品质的影响

唐明霞[1]，邱启程[1]，袁春新[1]，冯英委[2]，陈国清[1]，陈 洁[*2]
（1. 江苏沿江地区农业科学研究所，江苏 如皋 226541；2. 食品科学与技术国家重点实验室，江南大学，江苏 无锡 214122）

摘要：为了研究影响糯玉米的感官品质的主要因素，对11种糯玉米的鲜食感官品质、组分特征及种皮厚度之间的相关性进行分析。感官评定结果表明：11种糯玉米在味道和口感方面差异不显著，但是在香气和色泽方面差异显著。色差分析结合感官数据结果显示，除了彩糯以外，白糯玉米品种中亮度和黄度值高的品种作为鲜食品种更受人们欢迎。还原糖与玉米棒的色泽呈现极显著正相关（$P<0.01$）。11种鲜糯玉米的组分差异比较大，水分、直链淀粉、支链淀粉、还原糖和总糖含量各个品种间都有较大差异，其余组分如游离氨基酸、脂肪、灰分等差异相对较小；各个品种的种皮厚度也有较大差异。但是组分变量与感官结果之间相关性不显著，种皮厚度与感官结果之间的相关性也不显著。

关键词：糯玉米，感官品质，组分，种皮厚度，相关性
中图分类号：S 513　**文献标志码**：A　**文章编号**：1673—1689(2013)10—1070—05

Effect of the Components of the Different Varieties of Waxy Corn on Their Sensory Quality

TANG Ming-xia[1]，*QIU Qi-cheng*[1]，*YUAN Chun-xin*[1]，*FENG Ying-wei*[2]，*CHEN Guo-qing*[1]，*CHEN Jie*[*2]
（1. Institute or Agriculrural Sciences of the Changjiang River Bank District，Rugao 226541，China；2. State Key Laboratory of Food Science and Technology，Jiangnan University，Wuxi Jiangsu 214122，China）

Abstract：The relationship among sensory quality，components and pericarp thickness of 11 varieties of waxy corn were investigated in order to study the main effectors on sensory quality of the waxy corn. Sensory evaluation results showed that the differences in taste and chewing quality among 11 waxy corns after cooking were almost unobvious，while the flavor and color are significantly different. The results of colorimeter and sensory evaluation suggested that except colored waxy corn，corn varieties with high value of L and b would be more accepted. The content of reduced sugar and surface color of corn showed a very significant positive（$p<0.01$）. The difference among the components content like water，amylose，amylopectin，reduced sugar and total sugar and pericarp thickness of the 11 waxy corn are obvious，while others like free amino acid，lipid，ash are

收稿日期：2013-05-18
基金项目：江苏省农业科技自主创新资金项目（CX(11)2068）。
作者简介：唐明霞（1972—），女，江苏如皋人，副研究员，主要从事食品加工技术研究。E-mail：782641021@qq.com
* **通信作者**：陈 洁（1969—），女，江苏无锡人，工学博士，教授，博士研究生导师，主要从事食品蛋白质功能研究。E-mail：chenjie@jiangnan.edu.cn

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

unobvious. However，there are no obvious correlation between the sensory evaluation results and components and pericarp thickness.

Keywords：waxy corn，sensory quality，components，pericarp thickness，relationship

随着国民经济发展和人民生活水平提高，人们饮食结构正由以细粮为主逐渐向全面营养的粗粮化发展，玉米由于其含有多种功能性的酚类化合物[1]以及良好的营养价值而深受消费者的欢迎。各种玉米制品包括即食的真空包装玉米、玉米饮料[2]、玉米粥等不断推向市场。玉米品种众多，其成分也不同，特别是淀粉种类、含糖量等存在显著差异，这些差异对玉米的食用品质和加工性能产生很大影响。目前国内外对于各种玉米的遗传性状、栽培、品种改良等研究比较多，而对各类玉米的食用品质与品种及其组成成分之间的关联度研究较少。刘正等[3]探讨了感官评定方法用于评价不同品种糯玉米鲜食品质的可行性；刘萍等[4]研究了 8 个鲜食糯玉米品种授粉后 17~29 d 不同采收期籽粒粗淀粉含量、可溶性糖含量、皮渣率、淀粉黏度性状的变化与鲜穗蒸煮品后感官评分间关系，并认为籽粒粗淀粉含量、淀粉黏度性状和皮渣率可作为糯玉米品种品质评价的客观理化指标。Schmidt 和 Tracy 等[5]研究认为，子粒种皮厚度是决定其口感品质最重要的因子之一。

上述研究尽管说明了某些原料组分性质等可用于评价糯玉米鲜食性质好坏的指标，但是研究的玉米品种偏少，且与感官评定结合度不紧密，现有的研究结果相互间难以印证，因此现有的研究结果尚不足以指导如何选择合适品种的糯玉米进行加工。作者考察了江苏地区的 11 种糯玉米种皮厚度、水分含量、直链淀粉/支链淀粉、蛋白质以及还原糖等组分因素，并考察了其加工成鲜食玉米棒子后的感官品质，探讨了不同品种玉米的组分与感官评定之间的相关性，以期探索影响糯玉米加工成真空包装玉米产品食用品质的因素，为糯玉米的品种筛选和深加工提供基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 *材料与试剂* 11 个品种的新鲜糯玉米，由江苏沿江地区农业科学研究所提供；直链和支链淀粉标准品：Sigma 公司产品；其他试剂为国产分析纯。

1.1.2 *仪器* UV-2800H 型紫外可见分光光度计：上海仪器有限公司产品；pH 计：梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司产品；TGL-16G 台式离心机：上海安亭科学仪器厂产品；CR-400 色差仪：Konica minolta 公司产品；DS-1 高速组织捣碎机：上海精科实业有限公司产品；SHAHE 数显游标卡尺：成都市三和量具有限公司产品；氨基酸自动分析仪：Ag1100，美国安捷伦公司产品。

1.2 实验方法

1.2.1 *蒸煮感官评定* 对鲜食期采摘的 11 种新鲜糯玉米进行剥皮、清洗处理，分锅各蒸煮 20 min，组织 35 位消费者进行感官评定（每个批次不超过 5 个品种，各品种随机编号），参照刘春菊等人[5]的方法以玉米的色泽、香气、味道和口感为因素集，以很好、较好、一般、较差、差为评语集进行 5 分制打分，每个因素集的最终评分为 35 位消费者对每个因素评分的平均值。

1.2.2 *成分测定* 淀粉：采用双波长法[7]测定直链和支链淀粉含量；还原糖：参照刘杰等人[8]的直接滴定法；蛋白质：凯氏定氮法（氮换算成蛋白质的系数为 6.24）；脂肪：索氏抽提法；总糖：苯酚硫酸法；水分含量：烘箱法；游离氨基酸：精确称取 5.0 g 左右的样品，用 5 g/μL 的 TCA 溶液定容至 25 mL，超声两次，每次 15 min，静置 1 h，取 1 mL 滤液 10 000 r/min 离心 10 min，上清液经过柱前衍生后，用氨基酸自动分析仪 Agilent HP1100 检测。色谱柱为 HYPERSIL ODSD 4.6×250 mm×5 μm，采用梯度洗脱，流动相 A 相为 0.01 moL/L pH 7.20 的乙酸钠溶液（含质量分数 0.0225%三乙胺，0.5%四氢呋喃），B 相为 0.005 moL/L pH 7.20 的乙酸钠溶液（v（水）:v（乙腈）:v（甲醇）=1:2:2，流量 1 mL/min，流动相从体积分数 92%到 27.5 min 后体积分数 40%。采用紫外检测，波长 338 nm 和 262 nm。

1.2.3 *玉米皮厚度测定* 使用数显游标卡尺对不同品种鲜玉米的种皮进行厚度测定。

1.2.4 *色差测定方法* 使用 CR-400 手持色差仪对

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

蒸煮后的玉米进行色差测定。

1.2.5 数据分析 感官评定采用 one-way ANOVA 分析法[9]。其他数据均为 2 次重复 3 次平行数据，使用 SPSS19.0 软件进行双变量相关性分析，结果以 Pearson 相关系数表征。

2 结果与讨论

2.1 蒸煮感官评定

11 种糯玉米在最适合鲜食的阶段采摘，24 h 内煮制后经过 35 位感官评定人员采用嗜好法进行感官评定，结果如表 1 所示。从表 1 结果可以看出，11 种糯玉米在味道和口感方面相互间无显著性差异，但是在香气和色泽方面差异显著。具体而言，香气方面，苏科花糯 2008 香气最受人欢迎，天紫 23 的香气略差，苏玉糯 11 号和彩糯 206 再次，沪紫黑糯 1 号最差（$P<0.05$），其余 6 种都比较好且无差别（$P>0.05$）。味道方面，苏玉糯 639 最好，彩糯 206 较差（$P<0.05$），其余都比较好且无差别（$P>0.05$）。口感方面，苏玉糯 5 号和 14 号最好，彩糯 206 较差（$P<0.05$），其余都比较好且无差别（$P>0.05$）。色泽方面，苏玉糯 14 号与彩糯 206 号最受人欢迎，沪紫黑糯 1 号略差，苏玉糯 18 号最差（$P<0.05$），其余都比较好且无差别（$P>0.05$）。

表 1 不同品种玉米的蒸煮感官评定结果*

Table 1 Sensory evaluation of different cooked waxy corns

品 种	香 气	味 道	口 感	色 泽
苏科花糯 2008	3.518 0±1.121 2^{A}	3.272 9±1.120 5^{AB}	3.402 0±0.913 9^{AB}	3.607 8±1.062 7^{AB}
苏玉糯 13 号	3.486 9±1.268 9^{AB}	2.975 5±0.984 7^{AB}	3.343 1±0.968 4^{AB}	3.250 0±0.980 5^{ABC}
苏玉糯 639	3.459 2±1.010 0^{AB}	3.514 7±1.094 7^{A}	3.315 4±1.182 5^{AB}	3.715 7±1.045 2^{AB}
苏玉糯 5 号	3.294 1±1.168 5^{ABC}	3.088 2±1.264 1^{AB}	3.558 8±1.235 6^{A}	3.147 1±0.925 5^{ABC}
苏玉糯 2 号	3.117 6±1.008^{ABCD}	3.235 3±0.818 7^{AB}	3.235 3±0.889 6^{AB}	3.264 7±0.863 7^{ABC}
苏玉糯 14 号	2.941 2±1.204 6^{ABCD}	3.382 4±0.817 0^{AB}	3.529 4±1.079 7^{A}	3.882 4±1.037 6^{A}
苏玉糯 18 号	2.941 2±1.301 3^{ABCD}	3.323 5±1.007^{AB}	3.323 5±0.976 1^{AB}	2.676 5±1.199 0^{C}
天紫 23	2.918 3±0.919 4^{BCD}	2.830 1±0.984 7^{AB}	3.318 6±1.254 9^{AB}	3.343 1±0.937 5^{ABC}
苏玉糯 11 号	2.810 5±1.324 0^{CD}	3.323 5±1.231 2^{AB}	3.320 3±1.022 4^{AB}	3.710 8±0.893 5^{AB}
彩糯 206	2.717 3±1.126 5^{CD}	2.634 0±1.031 4^{B}	3.006 5±1.236 7^{B}	3.800 7±0.933 1^{A}
沪紫黑糯 1 号	2.550 7±1.010 0^{D}	2.802 3±1.132 4^{AB}	3.374 2±1.087 0^{AB}	3.004 9±1.283 4^{BC}

* 大写字母相同表示无显著性差异，不同表示有显著性差异。

2.2 蒸煮后的玉米色差分析

色差仪测定的结果可以定量表示对色知觉的差异，L^* 值表示亮度，a^* 表示红值，a^* 为负数表示偏绿，b^* 表示黄值，b^* 为负数表示偏蓝。表 2 结果表明：除了 4 种花色品种外，其余 7 种糯玉米多为白糯品种，蒸煮后变为黄色，其中沪紫黑糯 1 号亮度和黄值最小。玉米品种间的色差差异，与玉米黄色素、多酚类物质、类胡萝卜素等呈色物质的含量和种类有关。结合表 1 和表 2 可以看出，可以看出，亮度高和黄度值高的苏玉糯 639、苏玉糯 13、14、2 和 5 号都比较受欢迎。

2.3 不同糯玉米的组分和种皮厚度差异

从糯玉米主要组分的含量以及种皮厚度分析结果（表 3）看出，11 种糯玉米鲜玉米的组分差别比较大，水分、直链淀粉、支链淀粉、还原糖和总糖含量各个品种间都有较大差异。另外从表 3 还可以看出各个品种之间种皮厚度也有较大差异。

表 2 不同品种玉米蒸煮后的色差

Table 2 Chromatic aberration of different cooking maize varieties

品 种	L^*	a^*	b^*
苏玉糯 2 号	66.42±0.71	4.01±0.07	31.87±0.27
苏玉糯 5 号	62.29±0.91	6.66±0.21	31.58±1.24
苏玉糯 14 号	62.13±0.30	4.25±0.02	30.78±1.87
苏玉糯 13 号	69.24±0.61	−5.39±0.14	31.50±0.61
苏玉糯 639	71.97±0.08	−3.30±0.05	28.53±0.09
天紫 23	66.02±0.82	−2.21±0.28	24.68±0.91
沪紫黑糯 1 号	39.77±0.84	2.03±0.35	2.63±0.12

注：苏玉糯 18 号、苏科花糯 2008、苏玉糯 11 号和彩糯 206 号为花色品种，未测定色差。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3　不同品种糯玉米的组分质量分数和种皮厚度

Table 3　Component*(g/100 g)and pericarp thickness(mm)of different waxy corn

品种	质量分数/%									种皮厚度/mm
	水分	脂肪	灰分	蛋白质	直链淀粉	支链淀粉	还原糖	总糖	游离氨基酸	
苏玉糯 2 号	53.24	2.27	0.75	4.50	3.89	17.38	1.01	14.13	0.15	0.047
苏玉糯 5 号	55.16	1.51	0.66	5.27	4.17	22.86	0.95	8.44	0.18	0.050
苏玉糯 14 号	56.10	2.30	0.66	3.43	2.90	16.00	2.00	13.05	0.14	0.033
苏玉糯 18 号	53.93	1.58	1.01	5.36	4.08	18.81	1.00	10.78	0.22	0.053
苏玉糯 13 号	56.68	1.64	0.70	4.49	2.84	16.31	1.37	12.93	0.14	0.050
苏科花糯 2008	60.37	1.74	0.55	3.43	3.18	15.99	1.26	9.80	0.18	0.073
苏玉糯 639	52.08	1.38	0.51	3.96	4.57	27.00	1.51	8.32	0.20	0.060
苏玉糯 11 号	53.30	1.35	0.67	5.04	3.58	25.66	1.21	8.94	0.21	0.040
彩糯 206	51.89	1.64	0.67	4.65	4.47	26.19	1.55	8.63	0.19	0.060
天紫 23	55.30	1.04	0.58	4.34	4.23	22.05	1.42	9.55	0.23	0.100
沪紫黑糯 1 号	56.48	1.41	0.34	3.61	4.02	23.66	0.75	8.80	0.16	0.080

* 所有测定均为 2 次重复 3 次平行，由于篇幅关系正负误差未标注。

2.4　不同糯玉米品种组分与感官评定之间相关性

为了进一步分析糯玉米组分、种皮厚度与鲜食玉米感官评定之间是否存在相关性，作者利用 SPSS19.0 软件，采用双变量相关性分析法分析了 11 种糯玉米组分、种皮厚度与感官评定之间的相关性，结果如表 4 所示。还原糖与玉米棒的色泽呈现极显著相关（$P<0.01$，相关系数为 0.769）；其余组分变量与感官结果之间相关性不显著。这可能是由于 11 种糯玉米本身口感和味道之间的差异显著性不足导致的。

种皮厚度与感官结果之间的相关性也不显著。Schmidt 和 Tracy 等[4]的研究显示甜玉米的鲜食口感与种皮厚度有最直接的关联。作者针对糯玉米的玉米棒子的口感，从感官评定结果来看，糯玉米的种皮厚度与口感和味道之间并无直接关联效应。

表 4　11 种糯玉米组分、种皮厚度与感官评定之间的相关性

Table 4　Correlation of waxy corn component，pericarp thickness and sensory evaluation

指标	水分	脂肪	灰分	蛋白质	直链淀粉	支链淀粉	还原糖	总糖	游离氨基酸	种皮厚度
色泽	−0.101	0.201	−0.319	−0.433	−0.174	0.194	0.769**	−0.082	−0.156	−0.218
香气	0.324	0.123	0.072	−0.085	−0.283	−0.369	0.133	0.184	−0.200	−0.127
味道	−0.015	0.320	0.272	−0.067	−0.235	−0.222	0.169	0.221	−0.011	−0.520
口感	0.549	0.101	−0.132	−0.187	−0.438	−0.373	−0.039	0.091	−0.219	−0.169

**0.01 水平（双侧）上显著相关，* 在 0.05 水平（双侧）上显著相关。

3　结　语

研究了 11 个品种糯玉米口感与其组分之间的相关性。感官评定结果显示 11 个品种在味道和口感方面差异不显著，但是在香气和色泽方面差异显著。色差分析结合感官数据结果显示，亮度高和黄度值高的糯玉米品种作为鲜食品种更加受欢迎。还原糖与玉米棒的色泽间呈现极显著正相关（$P<0.01$）。11 种糯玉米鲜玉米的组分之间差别比较大，水分、直链淀粉、支链淀粉、还原糖和总糖含量，各个品种间都有较大差异，种皮厚度各个品种之间也有较大差异。但是组分变量与感官结果之间相关性不显著，种皮厚度与感官结果之间的相关性也不显著。综上而言，影响糯玉米鲜食的感官品质的因素可能不仅仅局限于组分、种皮等因素，可能还有其他因素，因此还有待于进一步探讨。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参考文献:

[1] Hu Q P, Xu J G. Profiles of carotenoids, anthocyanins, phenolics, and antioxidant activity of selected color waxy corn grains during maturation[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2011, 59: 2026-2033.

[2] **初峰, 陈传阳. 玉米乳酸饮料的研制**[J]. **食品与生物技术学报**, 2003, 22(4): 87-90.
YUE Chun, CHU Feng, CHEN Chuan-yang, HUANG Zhen-hua. Development of corn beverage containing lactic acid [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2003, 22(4): 87-90. (in Chinese)

[3] **刘正. 鲜食糯玉米品质综合评价方法的探讨**[J]. **安徽技术师范学院学报**, 2003, 17(1): 32-36.
LIU Zheng. Method of quality comprehensive evaluate on fresh-eatable glutinous maize [J]. **Journal of Anhui Agrotechnical Teachers College**, 2003, 17(1): 32-36. (in Chinese)

[4] **刘萍, 陆卫平, 陆大雷. 鲜食糯玉米品质差异及品质评价理化指标的筛选**[J]. **扬州大学学报: 农业与生命科学版**, 2009, 30(3): 16-21.
LIU Ping, LU Wei-ping, LU Da-lei. Quality differences and physicochemical index screening for quality evaluation in waxy corn [J]. **Journal of Yangzhou University: Agricultural and Life Science Edition**, 2009, 30(3): 16-21. (in Chinese)

[5] Schmidt D H, Tracy W F. Effects of starchy sugary-2 and sugary sugary-2 endosperm on pericarp thickness in sweet and waxy corn[J]. **Hort Science**, 1998, 23(5): 885-886.

[6] **刘春菊, 刘春泉, 朱丹宁, 等. 即食玉米加工工艺参数的优化**[J]. **西北农业学报**, 2010, 19(6): 201-206.
LIU Chun-ju, LIU Chun-quan, ZHU Dan-yu, et al. Optimization of processing technological parameters for ready-to-eat corn[J]. **Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica**, 2010, 19(6): 201-206. (in Chinese)

[7] **加列西·马那甫, 景伟文, 削合来提·再丁. 双波长法测定谷类和豆类作物籽粒中直链和支链淀粉的含量**[J]. **新疆农业科学**, 2010, 47(3): 564-568.
JIALIEXI Manafu, JING Wei-wen, XUELAITI Zaiyiding. Determination of amylose and amylopectin in grain and bean by dual-wavelength spectrophotometry[J]. **Xinjiang Agricultural Sciences**, 2010, 47(3): 564-568. (in Chinese)

[8] **刘杰, 张添, 曾洁. 食品分析实验**[M]. **北京: 化学工业出版社**, 2009.

[9] Collins K, Biles C L, Wann E V, et al. Flavour qualities of frozen sweetcorn are affected by genotype and blanching [J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 1996, 72: 425-429.

会　议　信　息

会议名称(中文): 第九届中国酶工程学术研讨会

所属学科: 生物物理学、生物化学及分子生物学,细胞生物学,生物技术与生物工程

开始日期: 2013-11-14　　**结束日期:** 2013-11-15

所在城市: 广西壮族自治区　南宁市

主办单位: 中国微生物学会酶工程专业委员会

摘要截稿日期: 2013-10-10　　**联系人: 黎贞崇**

联系电话: 0771-2503999　　E-MAIL: 2503915@163.com

会议网站: http://csm.im.ac.cn/templates/team/introduction.aspx?nodeid=9&page=ContentPage&contentid=2022

会议背景介绍: 为了加速酶工程技术基础研究及成果的转化,促进酶工程科研、生产与应用的相互合作,提高中国生物催化工业的水平,中国微生物学会酶工程专业委员会将在全国范围内邀请高等院校、科研单位的专家、教授、青年学者以及全国酶工程、酶制剂生产与应用相关的企业的专家代表参加第八届中国酶工程学术研讨会。

会议内容:酶研究的基础问题、热点及新生长点;酶工程新技术、新工艺在新领域中的应用;国内外酶制剂生产及应用发展及前景;基因工程及蛋白质工程优良菌种及工程酶;新酶、极端环境酶、抗体酶及核酶及其应用等。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net