

18种玉米组分对其饮料产品颜色和稳定性的影响

唐明霞¹, 陈惠¹, 顾拥建¹, 冯英委², 陆虎华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, 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:以18种玉米为对象, 研究糯玉米、甜糯玉米、甜玉米的主要组成成分(水分、灰分、脂肪、蛋白质、糖类、淀粉及游离氨基酸)以及相应的玉米饮料的色差、黏度和稳定性, 并通过分析玉米组分和玉米饮料的特性间的相关性, 研究原料玉米的品种及组成成分对玉米饮料品质的影响要素。结果表明: 甜玉米的水分和糖含量均远大于糯玉米, 淀粉含量和灰分都显著低于糯玉米。甜糯玉米水分含量介于两者之间, 其他组成和糯玉米相似。18种玉米制成的饮料产品中甜玉米的黄度显著高于糯玉米, 甜糯玉米介于两者中但更偏向于糯玉米; 糯玉米中苏科花糯2008和苏玉糯639及甜玉米中晶甜7号和8号的稳定性较好。显著性分析结果显示: 甜玉米制得的饮料的稳定性与其原料中直链淀粉、总淀粉含量呈显著负相关; 与总糖含量则呈显著正相关。

关键词: 玉米; 饮料; 稳定性; 组分; 相关性

Effect of Major Components of 18 Kinds of Corn on the Color and Stability of Corn Beverage Products

TANG Ming-xia¹, CHEN Hui¹, GU Yong-jian¹, FENG Ying-wei², LU Hu-hua¹, CHEN Jie^{2,*}

(1. Institute of Agricultural Sciences of the Changjiang River Bank District, Rugao 226541, China; 2. State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The main components (moisture, ash, lipid, protein, sugar, starch, and free amino acids) of three types of corn including waxy corn, sweet-waxy corn and sweet corn and their effect on the color difference, viscosity and stability of the corresponding corn beverages were analyzed. Based on the analytical results obtained, corn variety and major components were identified as important factors that influence the quality of corn beverage by examining the correlation between corn components and properties of corn beverage. The results showed the contents of moisture and sugar in waxy corn were much higher than in sweet corn, but the contents of starch and ash in waxy corn were lower than in sweet corn. Although the moisture content of sweet-waxy corn was between waxy corn and sweet corn, sweet-waxy corn was similar to waxy corn in terms of all other major components tested. Among beverage products made from 18 kinds of corn, sweet corn beverage had a significantly higher yellowness than waxy corn beverage, and sweet-waxy corn was between the two others, being closer to waxy corn. The stability of beverages made from waxy corns Sukehuamuo 2008 and suyunuo 639, as well as sweet corns Jingtian No. 7 and No.8 was higher than that of other kinds of corns. The correlation analysis showed that the stability of sweet corn beverage was negatively correlated to the activity of amylase and total starch contents but was positively correlated to sugar content.

Key words: corn; beverage; stability; component; correlation

中图分类号: TS272.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)03-0076-04

doi:10.7506/spkx1002-6630-201403016

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, 玉米由于其含有多功能性的酚类化合物^[1]以及良好的营养而成为消费热点之一, 各种玉米制品包括即食的真空包装玉米、玉米饮料、玉米粥等不断推向市场。其中玉米

饮料由于其口感独特、风味宜人以及健康导向, 而深受消费者喜爱。

通常玉米饮料以鲜玉米为原料, 加水打浆过滤后, 通过亲水胶体稳定体系^[2]。众所周知, 玉米品种众多, 其成分也不同, 特别是淀粉种类、含糖量、蛋白质含量

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, 副研究员, 本科, 研究方向为食品加工技术研发及科研管理。E-mail: 782641021@qq.com

*通信作者: 陈洁(1969—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品蛋白质功能。E-mail: chenjie@jiangnan.edu.cn

等存在显著差异, 这些差异对玉米饮料稳定性有着巨大影响。目前国内外关于玉米饮料加工工艺的研究和专利相对比较多^[3-6], 关于玉米饮料稳定性的研究也逐渐增多^[7-8], 还有不少研究进行了混合玉米汁的研究^[9-11]。但是玉米品种对于饮料稳定性的研究相对偏少, 现有的研究结果也尚不足以指导如何选择合理的玉米品种用于饮料加工。基于此, 本研究考察18种玉米的蛋白质、脂类、灰分、淀粉、还原糖等组分因素, 并考察其加工成饮料后的黏度和稳定性, 重点探讨不同品种玉米的组分与加工成饮料后的稳定性之间的相关性, 以期了解影响玉米饮料产品的稳定性的品种因素, 为玉米的品种筛选和深加工提供基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

18个品种的新鲜糯玉米、甜糯玉米和甜玉米, 由江苏沿江地区农业科学研究所提供。

福临门白砂糖 无锡欧尚超市; 直链、支链淀粉标准品 美国Sigma公司; 魔芋粉(食品级) 汕头市捷成生物科技有限公司; 黄原胶(食品级)、CMC(食品级) 丹尼斯克(中国)有限公司; 其他试剂为国产分析纯。

1.2 仪器与设备

UV-2800H型紫外-可见分光光度计 上海仪器有限公司; TGL-16G台式离心机 上海安亭科学仪器厂; T18高速乳化均质机 德国IKA工业设备(广州); AH-basic型高压均质机 ATS工业系统有限公司; DS-1高速组织捣碎机 上海精科实业有限公司; DV-II+Pro型黏度计 美国Brookfield公司; LDZX-30KBS立式压力蒸汽灭菌器 上海申安医疗器械厂; Agilent 1100液相色谱仪 美国安捷伦公司。

1.3 方法

1.3.1 饮料制作

工艺流程: 玉米脱粒清洗→打浆→过滤→糊化→调配→均质→灌装排气→杀菌

其中原料与水按照1:4 (m/V) 打浆, 过滤过程粗虑后再过100目筛进行精滤, 加热煮沸10 min糊化, 加入黄原胶0.03%、魔芋粉0.04%、CMC0.04%和砂糖5%进行调配, 在25 MPa条件下均质压力, 装罐杀菌, 杀菌条件为121 °C、15 min。

1.3.2 成分含量测定

1) 淀粉含量: 采用双波长法^[12]测定直链和支链淀粉含量。2) 还原糖含量: 参照刘杰等^[13]的直接滴定法。3) 蛋白质含量: 凯氏定氮法(氮换算成蛋白质的系数为6.24)。4) 脂肪含量: 索氏抽提法。5) 总糖含量: 苯

酚硫酸法。6) 水分含量: 烘箱法。7) 灰分含量: 依据GB5009.4—2010《食品中灰分的测定》; 8) 游离氨基酸含量: 精确称取5.0 g左右的样品用5 g/100 mL的TCA溶液定容至25 mL, 超声2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HYPERASIL ODS (4.6 mm×250 mm, 5 μ m), 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0.022 5%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(水、乙腈、甲醇体积比1:2:2), 流速1 mL/min, 流动相从92%到27.5 min后40%。采用紫外检测, 波长338 nm和262 nm。

1.3.3 饮料黏度测定

使用DV-II+Pro型黏度计的2#中号转子, 在25 °C条件下, 以100 r/min的转速对18种玉米饮料进行黏度测定^[14]。

1.3.4 饮料稳定性测定

玉米饮料稳定性按照文献[15]方法以稳定系数表示。稳定系数测定: 将玉米饮料稀释50倍, 在660 nm波长测定样品的吸光度 A_1 , 然后将稀释后的样品在3 000 r/min离心20 min, 再在660 nm波长测定吸光度 A_2 , 则 $A = A_2 / A_1$ ($A < 1$), A 值越大, 说明玉米饮料的稳定性越好。

1.3.5 色差测定

使用CR-400手持色差仪对蒸煮后的玉米进行色差测定。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。

1.4 数据分析

感官评定采用One-Way ANOVA 分析法^[16]。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 结果与分析

2.1 18种玉米的组分和饮料产品的黏度和稳定性

由表1可知, 玉米的组分差别比较大, 水分、直链淀粉、支链淀粉、还原糖和总糖之间不仅甜玉米、糯玉米和甜糯型(苏玉糯10号京科糯2000)3种种间差别很大, 11种糯玉米之间以及5种甜玉米之间差别也很大。甜玉米水分、还原糖和总糖(以固形物计算)含量远远大于糯玉米, 而支链淀粉含量远远低于糯玉米, 直链淀粉含量略低于糯玉米, 这与已知的报道结果一致^[17-18]。另外, 灰分含量也显著低于糯玉米。甜糯玉米的水分含量稍低于甜玉米, 但总体高于糯玉米, 其他成分相似。11种糯玉米中, 苏玉糯2号和14号的脂肪含量都显著高于其他糯玉米品种, 在支链淀粉含量上6种糯玉米品种(苏玉糯5号、

苏玉糯639号、苏玉糯11号、天紫23、彩糯206、沪紫黑糯1号)显著大于其他5种糯玉米,其中以苏玉糯639号的含量为最高。5种甜玉米中晶甜3号和5号的直链和支链淀粉总和要大于其他3个品种;脂肪含量上晶甜3号和6号的脂肪含量要显著大于晶甜7号;而在稳定性上晶甜6、7、8号要高于晶甜3号和5号。而采用了相同工艺制造的18个饮料产品中,苏科花糯2008和苏玉糯639号稳定性较好,甜玉米中晶甜7号和8号制作的饮料样品稳定性也比较好。

表1 不同品种玉米的组分含量以及制成的各玉米饮料产品的黏度和稳定系数 (n=2)

Table 1 Major components of different kinds of corn and viscosity and stability coefficient of the corresponding corn beverages (n = 2)

品种	含量/(g/100 g)									黏度/ (mPa·s)	稳定性 系数
	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	6.00	0.246 8
苏玉糯5号	55.16	1.51	0.66	5.27	4.17	22.86	0.95	8.44	0.18	4.00	0.144 1
苏玉糯10号	62.27	1.29	0.40	4.69	4.21	16.28	1.79	8.75	0.30	4.00	0.120 5
苏玉糯14号	56.10	2.30	0.66	3.43	2.90	16.00	2.00	13.05	0.14	4.50	0.177 4
苏玉糯18号	53.93	1.58	1.01	5.36	4.08	18.81	1.00	10.78	0.22	3.50	0.117 2
苏玉糯13号	56.08	1.64	0.70	4.49	2.85	16.31	1.37	12.93	0.14	6.00	0.205 9
京科糯2000	64.18	0.63	0.37	3.56	4.04	17.06	1.35	8.62	0.19	6.75	0.127 8
苏科花糯2008	60.37	1.74	0.55	3.43	3.18	15.99	1.26	9.80	0.18	5.50	0.360 0
苏玉糯639	52.08	1.38	0.51	3.96	4.57	27.00	1.51	8.32	0.20	4.50	0.358 3
苏玉糯11号	53.30	1.35	0.67	5.04	3.57	25.66	1.21	8.94	0.21	6.50	0.214 3
彩糯206	51.89	1.64	0.67	4.65	4.47	26.19	1.55	8.63	0.19	7.00	0.218 8
天紫23	55.30	1.04	0.58	4.34	4.23	22.05	1.42	9.55	0.23	6.00	0.236 8
沪紫黑糯1号	56.48	1.41	0.34	3.61	4.02	23.66	0.75	8.80	0.16	5.50	0.266 1
晶甜3号	70.19	2.28	0.19	3.31	3.21	7.83	2.47	10.26	0.19	7.50	0.165 1
晶甜5号	70.47	1.72	0.19	3.61	3.02	8.53	1.63	10.10	0.37	10.00	0.076 3
晶甜6号	70.65	2.12	0.25	3.97	1.98	7.80	1.55	11.45	0.19	6.50	0.206 8
晶甜8号	72.11	1.94	0.22	3.26	2.21	6.41	1.45	12.07	0.28	7.50	0.278 1
晶甜7号	73.32	1.43	0.23	3.30	2.02	6.40	1.37	11.53	0.15	5.75	0.284 2

2.2 不同品种玉米饮料的色差分析

表2 不同品种玉米制作的饮料产品杀菌后的色差

Table 2 Color parameters of different corn beverage products after sterilization

品种	L*	a*	b*
苏玉糯2号	56.03±0.02	0.76±0.08	6.08±0.05
苏玉糯5号	57.19±0.03	0.71±0.01	5.87±0.03
苏玉糯10号	54.53±0.04	0.58±0.01	4.85±0.04
苏玉糯14号	56.14±0.03	0.85±0.05	5.89±0.05
苏玉糯18号	56.75±0.08	0.71±0.04	5.65±0.04
苏玉糯13号	58.40±0.05	0.85±0.04	6.48±0.07
京科糯2000	54.06±0.03	0.66±0.02	4.98±0.09
苏科花糯2008	59.74±0.01	0.78±0.05	6.74±0.02
苏玉糯639	58.01±0.06	0.68±0.02	6.72±0.07
苏玉糯11号	56.46±0.03	0.84±0.04	5.89±0.08
彩糯206	59.44±0.04	0.78±0.06	6.53±0.05
天紫23	62.10±0.01	0.72±0.05	6.68±0.04
沪紫黑糯1号	56.92±0.11	0.87±0.00	7.02±0.10
晶甜3号	55.19±0.13	-1.44±0.05	14.40±0.61
晶甜5号	54.27±0.10	-0.84±0.08	13.72±0.25
晶甜6号	53.61±0.05	-1.45±0.06	19.86±0.09
晶甜8号	56.77±0.01	-2.33±0.01	13.11±0.03
晶甜7号	55.29±0.01	-2.06±0.04	15.52±0.18

18种玉米中,除了苏玉糯10号和京科糯2000是甜糯品种,5个晶甜系列是甜玉米品种外,其余11个品种皆为糯玉米。由表2可知,糯玉米制成的饮料整体黄色度低于甜玉米饮料,而甜糯与糯玉米的颜色更为接近;同时甜玉米的a*值整体都为负值,说明色调偏绿,糯玉米的a*值均为正值,色调微微偏红。综合而言,13种糯性玉米包括甜糯型玉米多为白糯品种,制成饮料后经过杀菌处理,整体乳白色微微偏黄;而5种甜玉米制成的饮料经杀菌后,颜色仍能呈现自然的黄色,微暗。上述结果表明,甜玉米制的经杀菌处理的饮料在色泽(黄度)上要优于糯玉米及甜糯玉米品种。

2.3 18种玉米品种组分与饮料产品稳定性之间的相关性

表3 18种玉米组分及其饮料产品的黏度和稳定性之间的相关性
Table 3 Correlations between major components of 18 kinds of corn and either stability or viscosity of corn beverages

指标	水分含量	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
稳定系数	-0.134	0.067	-0.041	-0.330	-0.103	0.166	-0.213	0.056	-0.419
黏度	-0.531*	0.144	-0.579*	-0.451	-0.370	-0.446	0.296	0.082	0.431

注:*.在0.05水平(双侧)上显著相关。下同。

由表3可知,饮料的稳定性与各个组分之间均无良好相关性,表明玉米饮料的稳定性与品种关联度不大。从相关系数看,稳定性与组分之间并无显著的相关性,但是从相关系数可以看出一些规律,例如原料蛋白质含量与稳定性存在负相关关系。这个结果是合理的,因为玉米蛋白主要为醇溶蛋白,加水打浆制作饮料过程会溶出部分蛋白质,但是也导致产品杀菌后的不稳定。分析饮料体系的黏度与各个组分之间的关联,可以看出,水分含量与黏度成负相关,这个结果暗示,甜玉米用于榨汁由于体系中淀粉含量较少,尽管固形物含量很高,但是整体黏度较小。灰分含量与饮料黏度呈现负相关,这一结果表明灰分含量会影响饮料体系中亲水溶胶以及体系中淀粉的性质,从而影响到玉米饮料体系的黏度。

表4 13种糯玉米组分及其饮料产品的黏度和稳定性之间的相关性
Table 4 Correlations between major components of 13 varieties of waxy corn and either stability or viscosity of corn beverages

指标	水分含量	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	总淀粉
稳定系数	-0.288	0.195	-0.213	-0.478	-0.045	0.312	-0.098	-0.043	-0.310	0.283
黏度	0.004	-0.211	-0.230	-0.248	-0.081	0.178	-0.037	-0.005	-0.293	0.154

表5 5种甜玉米组分及其饮料产品的黏度和稳定性之间的相关性
Table 5 Correlations between major components of 5 varieties of sweet corn and either stability or viscosity of corn beverages

指标	水分含量	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	总淀粉
稳定系数	0.806	-0.228	0.697	-0.381	-0.777	-0.957*	-0.431	0.903*	-0.626	-0.970**
黏度	-0.579	0.075	-0.789	0.080	0.713	0.683	0.192	-0.652	0.933*	0.758

注: **.在0.01水平(双侧)上极显著相关。

由表4、5可知,以糯玉米为原料制造饮料产品,饮料的稳定性和黏度与其组分之间均无显著相关性;而以甜玉米为原料制造饮料产品,原料支链淀粉含量以及总淀粉含量与饮料产品的稳定性呈显著负相关,总糖则显著正相关。上述结果说明,原料品种对于饮料产品的颜色和稳定性均有重要影响,特别是甜玉米品种,总淀粉和支链淀粉含量越低,体系稳定性越好。另外饮料产品的稳定性与黏度之间无显著相关性,说明以玉米为原料制造饮料,产品稳定性受外来亲水溶胶的影响更大,从稳定剂角度研究饮料稳定性可能更有价值。

3 结 论

研究了18种玉米包括11种糯玉米、2种甜糯以及5种甜玉米制成的饮料产品的颜色、黏度和稳定性与品种及其组分含量之间的相关性。结果表明:糯玉米制成的饮料整体黄色度低于甜玉米饮料,而甜糯与糯玉米的颜色更为接近。从18种玉米的组分差别比较大,水分、直链淀粉、支链淀粉、还原糖和总糖之间不仅甜玉米、糯玉米和甜糯型3种种间差别很大,11种糯玉米之间以及5种甜玉米之间差别也很大。甜玉米水分含量、还原糖和总糖(以固形物计算)远远大于糯玉米,而支链淀粉含量远远低于糯玉米,直链淀粉含量略低于糯玉米,另外,灰分含量也显著低于糯玉米。甜糯玉米的水分含量稍低于甜玉米,但总体高于糯玉米,其他成分相似。采用了相同工艺制造的18个饮料产品中,苏科花糯2008和苏玉糯639号稳定性较好,甜玉米中晶甜7号和8号制作的饮料样品稳定性也比较好。玉米饮料的稳定性与其品种还是有着一定的关系,以糯玉米为原料制造饮料产品,饮料的稳定性和黏度与其组分之间均无显著相关性;而以甜玉米为原料制造饮料产品,原料支链淀粉含量以及总淀粉含量与饮料产品的稳定性呈显著负相关,总糖则显著正相关。另外相关性研究结果暗示原料体系中蛋白质含量对与饮料稳定性有一定的负相关性。

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] 岳春. 玉米饮料稳定性的探讨[J]. *食品科学*, 2007, 28(4): 368-370.
- [3] 陈骁熠, 吴谋成. 甜玉米乳饮料的研制[J]. *食品工业科技*, 1999, 20(5): 26-27.
- [4] 陈智毅, 吴继军, 李升峰, 等. 玉米汁饮料加工工艺研究进展[J]. *粮食与油脂*, 2003(9): 13-14.
- [5] 陈文楼. 一种玉米乳饮料: 中国, CN101385484[P]. 2007-10-13.
- [6] 金艳梅, 李凤林, 齐俊生, 等. 嗜酸乳杆菌发酵嫩黑玉米乳饮料生产工艺的研究[J]. *中国粮油学报*, 2006, 21(6): 51-54.
- [7] 郭成宇. 玉米饮料稳定剂以及用该稳定剂制成的角质玉米饮料: 中国, CN101558902[P]. 2009-10-21.
- [8] 范瑞, 黄晓庆, 朱美娟, 等. 亲水性胶体对玉米乳稳定性的影响[J]. *中国乳品工业*, 2010, 38(7): 35-38.
- [9] 刘学文, 冉旭, 贾丽蓉, 等. 荞麦玉米乳饮料及其生产方法: CN1436493[P]. 2003-08-20.
- [10] 陈守江, 易克传, 苏起升, 等. 澄清型玉米菊花饮料加工工艺研究[J]. *包装与食品机械*, 2011, 29(2): 6-9.
- [11] OMUETI O, OGUNTONA E B, JAIYEOLA O, et al. Nutritional evaluation of home-prepared soy-corn milk: a protein beverage[J]. *Nutrition & Food Science*, 2000, 30(3): 128-132.
- [12] 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.
- [13] 刘杰, 张添, 曾洁. 食品分析实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 33-35.
- [14] 高愿军, 李少华, 赵伟民, 等. 普通玉米饮料加工酶解工艺的研究[J]. *食品科技*, 2012, 37(1): 105-109.
- [15] 吴红艳, 郭成宇, 杨丽, 等. 玉米饮料的加工工艺及产品稳定性研究[J]. *江苏农业科学*, 2011, 39(3): 360-361.
- [16] 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.
- [17] ECKHOFF S R, PAULSEN M R. Cereal grain quality[M]. Berlin: Springer Netherlands, 1996: 77-112.
- [18] HANNAH L C, GIROUX M, BOYER C. Biotechnological modification of carbohydrates for sweet corn and maize improvement[J]. *Scientia Horticulturae*, 1993, 55(1): 177-197.