

成熟度对糯玉米品质和风味的影响

明建^{1,2}, 曾顺德³, 郭英策¹, 章道明^{1,2}, 令博¹, 赵国华^{1,2,*}

(1.西南大学食品科学学院, 重庆 400715; 2.重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400715;

3.重庆市农业科学院农产品贮藏加工研究所, 重庆 401329)

摘要:以不同成熟度的3种糯玉米为材料,通过可溶性固形物、还原糖、VC、蛋白质含量及其过氧化物酶(POD)和多酚氧化酶(PPO)活性等品质指标的测定,并结合固相微萃取气质联用法(SPME/GC-MS)对糯玉米挥发性物质成分及相对含量的分析,考察成熟度对糯玉米品质及风味成分的影响。结果表明:不同成熟度的糯玉米品质指标和香气成分具有显著差异,品质指标大致呈波动变化,而其含量随成熟度增加呈下降趋势。香气成分在渝甜糯中共检出46种,渝科糯中检出33种,渝糯3000中共检出47种,主要成分为萜烯类和醇类,含量超过50%,其中在第四成熟期香气物质含量最丰富。

关键词:糯玉米;成熟度;风味;品质

Effect of Maturity on Quality and Flavor of Waxy Corn

MING Jian^{1,2}, ZENG Shun-de³, GUO Ying-ce¹, ZHANG Dao-ming^{1,2}, LING Bo¹, ZHAO Guo-hua^{1,2,*}

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Chongqing Special Food Programme and Technology Research Center, Chongqing 400715, China;

3. Agro-product Storage and Processing Institute, Chongqing Academy of Agricultural Science, Chongqing 401329, China)

Abstract: The contents of total soluble solids (TSS), reducing sugar, vitamin C and proteins as well as the activities of peroxidase (POD) and polyphenol oxidase (PPO) in three kinds of waxy corns with different maturities were determined by SPME/GC-MS to evaluate the effect of maturity on the quality and flavor of waxy corn. The results revealed a significant difference in the quality and flavor of waxy corn with different maturities. Quality index exhibited a fluctuated change and the contents of aroma components exhibited a decreasing trend due to increasing maturity. Totally 46 volatile compounds in Yutiannuo, 33 in Yukenuo, and 47 in Yunuo 3000 were detected. The major aroma components were terpenes and alcohols, altogether accounting for more than 50%. The maximum content of volatile compounds was detected in the fourth maturity period.

Key words: waxy corn; maturity; flavor; quality

中图分类号: R972.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)23-0047-06

糯玉米(waxy corn)又称黏玉米、蜡质玉米,籽粒成熟时,胚乳切口呈蜡质状,向光时不透明,坚硬平滑无光泽^[1]。与普通玉米相比,糯玉米中赖氨酸、粗蛋白、粗脂肪、油酸、棕榈酸的含量较高,特别是赖氨酸比普通玉米高16%~74%,此外糯玉米淀粉为100%支链淀粉,煮熟后柔软细腻、甜黏清香、皮薄无渣,比普通玉米更易消化吸收,且支链淀粉易溶于水可生成稳定溶液,具有很强的黏度,因此糯玉米在食品加工及化工生产中具有许多特殊的用途^[2-4]。

研究发现,因种植地区、品种、成熟度的不同,糯玉米的品质及风味成分会有很大差异,另外在加工过程中风味也会发生很大变化,特别是热处理过程会对其品质和风味产生重大影响^[5]。目前,在食品加工中糯玉米产品种类多样,主要有速冻糯玉米穗(粒)、糯玉米罐头(穗、粒、糊)、真空糯玉米、糯玉米淀粉、糯玉米黄酒等,而对其研究也主要集中在加工关键技术和产品的营养品质分析方面,有关糯玉米及其加工产品风味物质的研究还较少^[6-7]。因此通过研究糯玉米及其产品的

收稿日期: 2011-07-20

基金项目: 重庆市科学技术委员会重点攻关项目(CSTC, 2009AB1109)

作者简介: 明建(1972—),男,副教授,博士,研究方向为食品化学与营养学。E-mail: mingjian1972@163.com

*通信作者: 赵国华(1971—),男,教授,博士,研究方向为食品化学与营养学。E-mail: zhaoguohua1971@163.com

风味变化对于其加工业的发展、加工工艺的改进以及产品稳定性等都具有重要意义。本实验通过研究成熟度对糯玉米品质及风味成分的影响,旨在为其采收及产品加工提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

糯玉米:渝甜糯(A)、渝科糯(B)和渝糯 3000(C) 3 个不同品种分别采自重庆市农科院实验农场。渝甜糯和渝糯 3000 分 4 个成熟度,采收日期为 7 月 9 日(第一采收期)、7 月 12 日(第二采收期)、7 月 14 日(第三采收期)、7 月 16 日(第四采收期);渝科糯有 3 个成熟度,分别采收于 7 月 12 日(第二采收期)、7 月 14 日(第三采收期)、7 月 16 日(第四采收期)。

无水乙醇、草酸、2,6-二氯酚靛酚、3,5-二硝基水杨酸、葡萄糖、愈创木酚、 NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 、邻苯二酚等均为分析纯试剂 成都市科龙化工试剂厂。

1.2 仪器与设备

GC-MS 2010 型气相色谱-质谱联用仪 日本岛津公司;固相微萃取装置、DVB/CAR/ PDMS50/30 μm (二乙烯基苯/碳分子筛/聚二甲基硅氧烷)萃取头 美国 Supelco 公司;UV-2450 型紫外分光光度计 日本岛津公司;KjelFlex K-360 型全自动凯氏定氮仪 瑞士 Buchi 公司。

1.3 方法

1.3.1 品质指标的测定

可溶性固形物(TSS)含量的测定:采用手持折光仪测定;VC 含量的测定^[8]:采用 2,6-二氯酚靛酚法测定;还原糖含量的测定^[8]:采用 DNS 法测定;过氧化物酶(POD)的测定^[9]:采用愈创木酚氧化法,以每分钟在 470nm 波长处吸光度变化 0.001 为 1 个酶活力单位;多酚氧化酶(PPO)的测定:参照何利华等^[10]方法进行测定。蛋白质含量的测定^[11]:采用凯氏定氮法。所有测定以鲜玉米质量计。

1.3.2 糯玉米样品固相微萃取(SPME)

待测玉米样品研磨均匀后称取 5.00g 移至 15mL 顶空瓶中,磁力搅拌条件下用固相微萃取装置于 40℃ 顶空吸附 30min 后,将萃取头插入 GC 进样口,解析 5min。

1.3.3 GC-MS 参数条件与分析

色谱条件:DB-FFAP 石英毛细柱(30m \times 0.25mm, 0.25 μm);升温程序:起始温度 40℃ 保持 2min,以 4℃/min 升至 80℃,再以 10℃/min 升至 240℃,保持 5min。载气:He;进样口温度:230℃,采用不分流式进样。

质谱条件:接口温度 230℃,离子源温度 230℃,四极杆温度 150℃,离子化方式:EI,电子能量 70eV,质量扫描范围 35~350m/z。

数据分析:运用计算机检索并与图谱库(NIST05)的

标准质谱图对照,结合相关文献[12-13]确认挥发物质的各个化学成分,按峰面积归一化法算出样品中各个组分的相对含量。

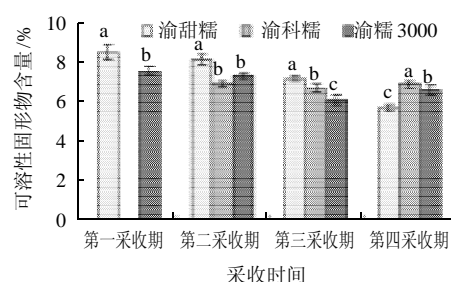
1.3.4 数据处理

数据采用 Excel 2007 统计分析,重复 3 次,结果用“平均值 \pm 标准差”表示,并用 SPSS 软件进行统计处理,采用 ANOVA 进行 Turkey 多重比较分析($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 成熟度对糯玉米品质指标的影响

2.1.1 可溶性固形物含量的测定



小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

图 1 不同成熟度对 3 种糯玉米可溶性固形物含量的影响

Fig.1 Effect of maturity on the content of TSS in three kinds of waxy corn

由图 1 可知,采收期间渝甜糯可溶性固形物逐渐下降,而渝科糯及渝糯 3000 可溶性固形物含量为先下降在第四采收期急剧增高且均高于渝甜糯。3 种品种间的可溶性固形物在不同采收期存在显著差异($P < 0.05$)。

2.1.2 VC 含量的测定

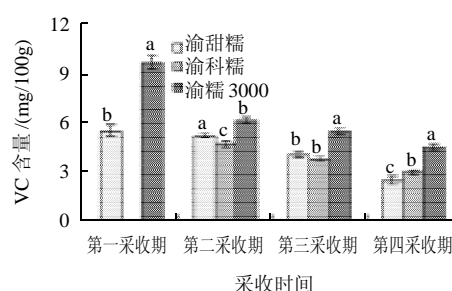


图 2 不同成熟度对 3 种糯玉米 VC 含量的影响

Fig.2 Effect of maturity on the content of vitamin C in three kinds of waxy corn

由图 2 可知,3 个品种糯玉米中 VC 含量随成熟度的增加均呈现出降低趋势,第四采收期含量最低,这可能是因为随成熟度增加使乙烯大量生成,提高了植物的呼吸强度,但却使 VC 的含量逐渐降低。在整个采收期中,渝糯 3000 的 VC 含量最高,而渝甜糯和渝科糯的含量相当。3 个品种糯玉米中抗坏血酸含量于采收期间存在显著差异($P < 0.05$)。

2.1.3 还原糖含量的测定

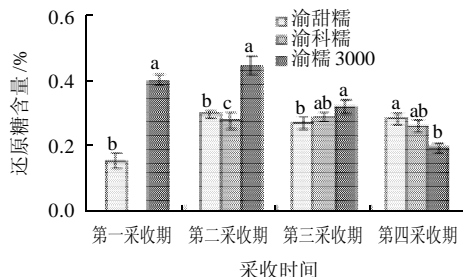


图3 不同成熟度对3种糯玉米还原糖含量的影响

Fig.3 Effect of maturity on the content of reducing sugar in three kinds of waxy corn

由图3可知,3个品种糯玉米中的还原糖含量随成熟的增加呈现先增加后减少的趋势,其中渝糯3000于第二采收期达到最大值,其还原糖含量分别比其他两个品种高51.68%及117.31%。采收期间渝甜糯在第二采收期达到最高值,而渝科糯在第三采收期时含量最高。同时3个品种的糯玉米还原糖含量于采收期间存在显著差异($P < 0.05$)。

2.1.4 蛋白质含量的测定

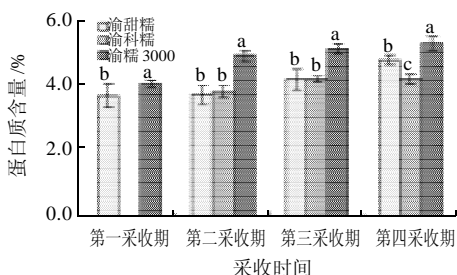


图4 不同成熟度对3种糯玉米蛋白质含量的影响

Fig.4 Effect of maturity on the content of proteins in three kinds of waxy corn

由图4可知,3个品种糯玉米中的蛋白质含量随成熟度的变化规律不一致,其中渝甜糯在第一采收期和第三采收期无显著变化,而后开始逐渐增加;渝科糯总体变化不显著,在第二和第三采收期时含量较高;渝糯3000的蛋白质含量随成熟度增加而显著增加,且含量显著高于其他两个品种。3个品种的糯玉米蛋白质含量在采收期间均存在显著差异($P < 0.05$)。

2.1.5 过氧化物酶活性的测定

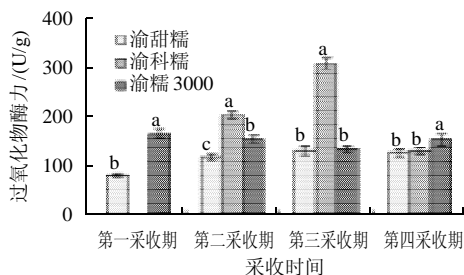


图5 不同成熟度对3种糯玉米过氧化物酶活性的影响

Fig.5 Effect of maturity on POD activity in three kinds of waxy corn

由图5可知,3个品种糯玉米中的过氧化物酶活性变化规律差异较大,渝甜糯与渝科糯的过氧化物酶活性先增高后下降,于第三采收期达到最大值。渝糯3000随着成熟的增加呈现先减后增的趋势,于第一采收期过氧化物酶活性最高。其中第三采收期时渝科糯的过氧化物酶活性显著高于其他品种,分别为渝甜糯和渝糯3000的2.32及2.29倍。采收期间3个品种糯玉米中的过氧化物酶活性存在显著差异($P < 0.05$)。

2.1.6 多酚氧化酶活性的测定

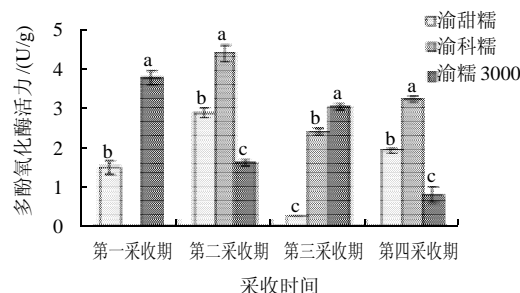


图6 不同成熟度对3种糯玉米多酚氧化酶活性的影响

Fig.6 Effect of maturity on PPO activity in three kinds of waxy corn

由图6可知,3个品种糯玉米中的多酚氧化酶活性变化不一致。渝甜糯的多酚氧化酶活性先增加后下降,随后又增高,且于第三采收期降到最低值。渝科糯与渝糯3000的多酚氧化酶活性均呈现先降低后增加的趋势。第二采收期时渝科糯的多酚氧化酶活性达到最高值,分别比渝甜糯和渝糯3000高52.63%及171.45%。采收期间3个品种糯玉米中的多酚氧化酶活性存在显著差异($P < 0.05$)。

2.2 成熟度对糯玉米挥发性成分的影响

2.2.1 糯玉米香气成分分析

由表1可知,3种不同品种糯玉米共检出了69种化合物,其中萜烯类11种,醇类19种,酯类9种,酮类9种,醛类7种,羧酸类2种,其他烃类12种,其中共有挥发性成分为乙醇、正己醇、2-乙基-1-己醇、芳樟醇、正辛醇、乙醛、1,1,3-三甲基-3-苯基-2,3-二氢化茚、3-甲基-呋喃共8种物质。综合分析可知糯玉米的主要香气成分为:4种烯(β -月桂烯、水芹烯、崖柏烯、蒎烯),5种醇(乙醇、正己醇、2-乙基-1-己醇、芳樟醇、正辛醇),2种酮(丙酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮);1种醛(乙醛);其他化合物有1,1,3-三甲基-3-苯基-2,3-二氢化茚、3-甲基-呋喃、4-丙烯基-茴香醚,它们构成了糯玉米的主要特征香气成分,其中 β -月桂烯和乙醇是糯玉米最主要的香气成分, β -月桂烯具有令人愉快的、清淡的香脂气味^[14],而醇类的存在可以使香气更加浓郁清爽。

表1 不同成熟度的糯玉米挥发物组分及其相对含量

Table 1 Identified volatile components and their relative contents in waxy corn at different maturation stages

序号	类别	化合物名称	相对含量/%											
			渝甜糯				渝科糯				渝糯 3000			
			第一 采收期	第二 采收期	第三 采收期	第四 采收期	第二 采收期	第三 采收期	第四 采收期	第一 采收期	第二 采收期	第三 采收期	第四 采收期	
1		蒎烯	2.51	—	1.03	7.83	—	1.90	2.11	—	1.50	2.36	2.22	
2		β -月桂烯	25.85	9.82	14.38	—	6.97	21.83	26.28	23.60	25.48	29.76	—	
3		松油烯	—	—	—	—	—	0.60	—	—	—	0.78	—	
4		薷烯	1.71	—	0.45	—	—	1.40	—	0.78	1.32	1.74	—	
5		崖柏烯	—	4.58	5.70	2.67	2.32	0.44	8.72	1.51	—	0.54	1.27	
6		锦杉菊三烯	—	—	—	0.74	—	0.39	—	—	—	—	0.36	
7	萜稀类	3-甲基-癸烯	—	—	0.50	0.53	0.64	0.38	0.89	—	—	0.27	—	
8		罗勒烯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.99	—	
9		3,4-二甲基-苯乙烯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.03	
10		水芹烯	13.97	—	—	3.46	1.13	9.92	—	19.15	9.38	12.16	—	
11		1-甲基-4-异丙基-1,4-环己二烯	0.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		小计	44.55	14.40	22.06	15.23	11.06	36.86	38.00	45.04	37.68	48.60	4.88	
12		乙醇	11.36	13.87	6.49	9.97	27.13	8.05	9.98	11.28	5.80	6.60	29.48	
13		正己醇	5.19	4.34	4.85	4.91	12.04	3.05	4.36	6.43	4.78	3.08	8.93	
14		2,6-二甲基-1,7-辛二烯-3,6-二醇	0.42	—	—	—	—	—	—	0.94	—	—	—	
15		正庚醇	0.68	0.62	0.42	0.43	1.50	0.39	—	—	0.53	0.38	2.18	
16		2-乙基-1-己醇	8.41	5.34	6.90	8.78	10.15	7.24	4.11	3.79	9.57	5.03	5.15	
17		1-庚稀-3-醇	—	—	—	—	0.88	—	—	—	—	—	—	
18		芳樟醇	0.28	3.23	5.77	4.90	4.35	2.89	2.32	2.95	4.74	4.02	3.33	
19		正辛醇	6.76	1.82	2.09	1.96	1.81	0.83	1.06	2.02	1.47	1.39	1.33	
20		3-壬烯-1-醇	1.13	—	—	—	—	—	—	1.71	—	—	—	
21		桉叶油醇	—	—	1.83	1.61	—	—	—	—	—	—	—	
22		6-甲基-1-庚醇	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.74	
23	醇类	3-甲基-1,6-庚二烯-3-醇	0.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24		6-甲基-5-庚稀-2-醇	—	4.71	0.41	0.77	—	0.47	—	—	—	0.65	0.72	
25		十二碳醇	—	0.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26		3-己烯-1-醇	—	—	—	1.40	—	—	—	—	—	—	0.62	
27		3-壬烯-1-醇	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	
28		芳樟醇甲酸酯	—	—	—	—	—	0.23	—	—	—	0.27	—	
29		松油醇	0.41	—	0.25	0.19	—	—	—	—	—	—	0.46	
30		3,7-二甲基-3-辛醇	12.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		小计	46.97	34.58	29.01	34.92	57.86	23.15	21.83	29.12	26.89	21.42	53.27	
31		3-己烯醇甲酸酯	0.69	—	1.01	—	—	—	—	—	—	—	—	
32		9-十八稀酸甲酯	—	5.99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
33		花生酸乙酯	—	—	—	—	2.03	0.35	—	—	—	—	—	
34		乙酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.27	
35	酯类	8,11-二十二碳二烯酸甲酯	—	6.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
36		水杨酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30	
37		棕榈酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	0.42	—	—	1.12	
38		巴豆酸乙酯	—	—	—	0.16	—	—	—	—	—	—	—	
39		安息香酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.82	
		小计	0.69	12.15	1.01	0.16	2.03	0.35	—	0.42	—	—	2.51	
40		丙酮	1.26	7.57	3.68	4.70	—	—	—	1.89	6.68	—	—	
41		3-羟基-2-丁酮	—	—	—	—	2.04	—	—	—	—	—	1.03	
42		4-甲基-3-戊烯-2-酮	—	—	—	—	—	—	—	1.44	2.79	—	—	
43		3-庚酮	—	—	0.23	—	—	0.26	0.32	—	—	—	0.4	
44		5,6-癸二酮	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.47	
45	酮类	苯乙酮	—	—	0.47	0.60	—	—	—	—	—	—	—	
46		4-甲基-苯乙酮	—	—	—	—	—	—	—	0.98	—	—	—	

续表 1

序号	类别	化合物名称	相对含量/%										
			渝甜糯				渝科糯			渝糯 3000			
			第一 采收期	第二 采收期	第三 采收期	第四 采收期	第二 采收期	第三 采收期	第四 采收期	第一 采收期	第二 采收期	第三 采收期	第四 采收期
47		3-己烯-2-酮	—	—	—	1.43	—	—	—	—	—	—	—
48		6-甲基-5-庚烯-2-酮	—	—	14.12	20.25	1.08	15.21	5.68	6.02	1.12	10.12	8.59
		小计	1.26	7.57	18.50	26.98	3.12	15.47	6.00	10.33	10.59	10.12	10.49
49		乙醛	2.24	13.56	9.83	9.06	8.11	4.45	8.90	4.10	9.41	3.43	7.80
50		庚醛	—	—	—	1.64	—	—	—	—	—	—	2.34
51		辛醛	—	—	2.73	0.71	—	0.75	—	—	1.22	—	—
52	醛类	柠檬醛	—	—	—	0.21	—	0.93	—	—	—	—	—
53		香草醛	—	—	—	—	—	0.42	—	—	—	—	—
54		己醛	—	0.94	3.07	1.83	8.86	2.25	4.57	0.71	3.32	1.05	2.09
55		壬稀醛	—	—	—	—	—	—	—	1.22	—	—	0.83
		小计	2.24	14.50	15.63	13.45	16.97	8.8	13.47	6.03	13.85	4.48	13.06
56	酸	2-乙基-庚酸	0.32	—	—	—	—	—	—	—	—	0.26	—
57		乙酸	—	—	—	—	—	0.58	—	—	—	—	—
		小计	0.32	—	—	—	—	0.58	—	—	—	0.26	—
58		1,1,3-三甲基-3-苯基-2,3-二氢化茛	3.97	9.39	4.15	3.78	5.35	2.42	5.49	5.87	4.85	3.15	8.14
59		3-甲基-呋喃	—	2.91	1.40	1.19	2.73	1.17	3.65	0.69	3.31	0.94	4.56
60		甲苯	—	1.09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61		2-甲氧基-呋喃	—	3.41	1.82	—	—	—	—	—	—	—	—
62		百里香素	—	—	2.49	—	—	—	—	—	—	—	—
63	其他	1-甲基-4-异丙烯基-苯	—	—	1.84	1.08	—	3.25	3.05	—	—	—	—
64		4-丙烯基-茴香醚	—	—	2.09	1.09	0.88	3.96	4.63	2.50	1.41	3.84	0.84
65		1-甲基-2-异丙烯基-苯	—	—	—	2.12	—	3.71	3.88	—	1.42	3.98	—
66		甘菊环烃	—	—	—	—	—	0.28	—	—	—	—	—
67		异丁烯基苯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.21	—
68		2-异丙烯基-甲苯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.87
69		2,3,5,8-四甲基-癸烷	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.38
		小计	3.97	16.80	13.79	9.26	8.96	14.79	20.7	9.06	10.99	15.12	15.79
		总计	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

注：—，未检出。

2.2.2 不同成熟度糯玉米香气成分比较分析

在相同测试条件下，不同成熟度糯玉米中各挥发性物质种类和相对含量具有较大差异，其中渝甜糯 4 个采收期中可检出挥发物数量大致呈上升趋势，在第一和第二采收期数量大致相当，后两个采收期数量显著增加，第四采收期挥发物数量最多达 30 种。渝科糯在 3 个采收期中可检出挥发物数量在第二采收期时最多，其余两个采收期挥发物数量均在 20 种以下且含量较少。渝糯 3000 在 4 个采收期中可检出挥发物数量也呈现明显的增加趋势，其中第四采收期时挥发物数量最达到了 32 种。

3 结 论

随成熟度的增加糯玉米各品质指标发生较为显著的改变。其中在可溶性固形物含量的测定中随采收成熟度增加渝甜糯出现显著降低，渝科糯显著增加，渝糯 3000

无显著改变；在 VC 含量的测定中 3 个糯玉米品种均发生显著降低，其中渝糯 3000 显著降低；而 3 种品种糯玉米还原糖含量随成熟度增加均出现显著降低；蛋白质含量测定中渝甜糯和渝糯 3000 有显著增加，渝科糯的变化不显著；过氧化物酶测定中渝甜糯和渝糯 3000 无显著改变，而渝科糯降低显著。多酚氧化酶的测定结果为渝糯 3000 有显著降低。

通过固相微萃取-气质联用对糯玉米主要香气成分的分析，共可检出 69 种香气成分，主要为萜烯类、醇类、酯类、酮类和醛类几大类化合物，其中主要香气成分为 β -月桂烯、水芹烯、崖柏烯、蒎烯、乙醇、正己醇、2-乙基-1-己醇、芳樟醇、正辛醇、丙酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮、乙醛、1,1,3-三甲基-3-苯基-2,3-二氢化茛、3-甲基-呋喃、4-丙烯基-茴香醚。在不同成熟期 3 种糯玉米中可检出挥发物数量及相对含量

具有显著差异,整体来看在第四采收期时3种糯玉米的挥发物数量较多。

通过测定3种糯玉米在不同成熟期的品质变化规律,分析了其主要香气成分及变化规律,可建立糯玉米成熟度与品质及特征香气成分的关系。

参考文献:

- [1] 李艳茹,吉士东,郑大浩.糯玉米的营养价值和发展前景[J].延边大学学报,2003,25(2): 145-148.
- [2] 姜绍通,黄静,潘丽军.糯玉米淀粉羧甲基化变性及其在食品中的应用研究[J].食品科学,2003,24(10): 23-25.
- [3] 易建华,朱振宝,董文宾.糯玉米粉对软质面包面团及面包品质的影响[J].食品科技,2006(8): 71-73.
- [4] 王国琴,王鹏文,辛德财.鲜食糯玉米新组合及其食味品质评价研究[J].天津农学院学报,2009,16(2): 5-8.
- [5] 刘春泉,李大婧,刘春菊,等.糯玉米软罐头 HACCP 体系的建立与应用[J].江苏农业科学,2008(2): 184-186.
- [6] 武忠,陈永欣.甜糯玉米穗真空包装保鲜技术的研究与分析[J].农产品加工,2006(8): 36-37.
- [7] 张想平.糯玉米的产品加工[J].甘肃农业科技,2005(9): 55-56.
- [8] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
- [9] KOCHBA J, LAVEE S, SPIEGE R P. Difference in peroxidase activity and isoenzymes in embryogenic and non-embryogenic 'Shamouti' orange ovular callus lines[J]. Plant Cell Physiology, 1977, 18: 463-467.
- [10] 何利华,江英,闫师杰,等.降温方法对不同采收成熟度鸭梨果心PPO活性及褐变影响的研究[J].保鲜与加工,2010,5(3): 42-45.
- [11] 中华人民共和国国家标准. GB/T 5009.5—2003 食品中蛋白质的测定[S]. 2003.
- [12] 刘春泉,宋江峰,刘玉花,等.京甜紫花糯2号玉米软罐头加工过程中风味成分变化[J].核农学报,2010,24(3): 555-561.
- [13] 宋江峰,李大婧,刘春泉.甜糯玉米软罐头主要挥发性物质主成分分析和聚类分析[J].中国农业科学,2010,43(10): 2122-2131.
- [14] NISPEROS-CARRIEDO M O, SHAW P E. Comparison of volatile flavor components in fresh and processed orange juices[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1990, 38(4): 1048-1052.