

冷藏对“王林”苹果香气成分的影响

许宝峰¹, 张鹤¹, 李成², 孙建设¹, 邵建柱¹, 乜兰春¹

(1. 河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071000; 2. 河北农业大学 科技处, 河北 保定 071000)

摘要:以“王林”苹果为试材, 采用顶空固相微萃取和气相色谱-质谱联用技术, 测定了常温(20℃)、低温(0~2℃)2种贮藏温度下果实的香气成分动态变化。结果表明:“王林”苹果的香气成分主要为醛类、醇类和酯类物质。不同贮藏温度下“王林”苹果香气物质组分不同, 常温贮藏下“王林”苹果的主要香气成分是己醛、2-己烯醛、1-己醇、丁酸乙酯、己酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯; 低温贮藏下“王林”苹果的主要香气成分是己醛、2-己烯醛、1-己醇、6-甲基-5-庚烯-2-醇、己酸-2-甲基丁酯、乙酸己酯、丁酸乙酯; 随着贮藏时间的延长, 2种贮藏温度下“王林”苹果香气成分均表现出醛类物质相对百分含量下降, 醇类、酯类物质含量上升的规律, 但低温贮藏抑制了醛类物质含量的下降及醇类、酯类物质的生成, 变化幅度小。

关键词:“王林”苹果; 贮藏温度; 香气成分

中图分类号:S 661.109⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0132-05

“王林”苹果自20世纪80年代引入我国后^[1], 以果肉硬而脆、多汁、味甜、风味独特深受人们的喜爱。然而果实在贮藏过程中易风味劣变而造成其品质下降^[2], 果农经济效益受损。香气是果实品质评价的重要指标, 香气成分的变化直接影响着果实的风味品质^[3]。目前, 随着顶空固相微萃取和气相-质谱联用技术的日益成熟^[4-6], 国内外关于苹果香气成分的研究报道较多^[7-10], 但关于贮藏温度对果实香气成分影响的研究尚不多见。为了明确贮藏温度对果实香气成分的影响, 该试验以“王林”(‘Orin’)苹果为试材, 研究了常温、低温贮藏条件对“王林”苹果香气成分的影响, 并分析了“王林”苹果的香气成分组成及其变化规律, 旨在为“王林”苹果香气成分的系统研究、果实采后贮藏及果品的深加工提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苹果品种为“王林”, 于2012年10月10日采自河北保定满城北章果园, 树龄6年。

仪器: 57330-U型SPME手柄; 57328-U型50/30 μm

DVB/CAR/PDMS萃取头(美国Supelco公司); 7890A-5975C型气相色谱-质谱联用仪(美国安捷伦科技公司); 恒温数显水浴锅HH-4; 冷库: 温度0~4℃, 相对湿度为90%。

1.2 试验方法

选择有代表性的苹果树10株, 采摘光照条件一致, 果实大小均匀一致, 无机械损伤, 无病虫害果实100个, 采摘当日运至实验室待测。设计常温贮藏(20℃)与低温贮藏(0~2℃)2个处理, 常温贮藏每隔7d测定1次相关指标, 低温贮藏每隔30d测定1次。另外, 在常温贮藏30d时, 测定1次相关指标。

香气成分的提取: 每份样品随机选取3个果实, 用榨汁机将果肉榨汁, 混匀, 准确称取6g样品转移至样品瓶中, 用聚四氟乙烯丁基合成橡胶隔片密封。样品瓶放置水浴锅中45℃平衡10min, 将老化好的萃取头插入样品瓶的顶空部分, 萃取40min。将吸附完成的萃取头插入进样口保持240℃解吸附5min。色谱条件: Thermo TG-WAXMS色谱柱(60m×0.25mm×0.25μm); 进样口温度240℃; 柱温: 初始温度45℃保持2min, 以3℃/min升至175℃保持2min, 以10℃/min升至230℃。质谱条件: 载气为He气, 流量0.8mL/min, 电离方式EI, 电子能量70eV, 全扫描, 扫描范围: 20~206amu。进样方式: 分流进样, 分流比为1:1。离子源温度230℃, 四级杆温度150℃。通过检索NIST08标准谱库, 选择匹配度大于70%的, 并结合相关资料^[11-12]进行定性分析, 采用峰面积归一法测算各化学成分的相对含量。

第一作者简介:许宝峰(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为果品质量与安全研究。E-mail: xubaofeng11@126.com.

责任作者:孙建设(1957-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事苹果栽培生理与生物技术等研究工作。E-mail: jiansheapple@163.com.

基金项目:国家现代农业产业技术体系专项资助项目(CARS-28)。

收稿日期:2014-07-16

2 结果与分析

2.1 “王林”苹果主要香气成分分析

由表 1 可知,“王林”苹果检测得到的香气成分可分为 4 类:醛类、醇类、酯类、烯炔类。常温贮藏共检测出 32 种挥发性成分,其中醛类 3 种,醇类 10 种,酯类 18 种,烯炔类 1 种;低温贮藏共检测出 35 种挥发性成分,其中醛类 3 种,醇类 12 种,酯类 19 种,烯炔类 1 种。二者

共有的香气成分有 28 种,仅在常温下检测到的成分有 5 种,为(E-E)-2,4-己二烯醛、乙酸甲酯、己酸丙酯、2-丙烯酸丁酯和 2-甲基丁酸丙酯。仅在低温贮藏下检测到的成分有 7 种,为 3-辛醇、2-甲基丙醇、乙酸-2-甲基丙酯、乙酸丙酯、丙酸乙酯、丁酸甲酯和 2-丁烯酸乙酯。无论常温还是低温贮藏下,测定过程中均是醛类、醇类、酯类物质相对百分含量较高,对“王林”苹果香气的贡献值较大。

表 1 周期性测定挥发性成分
Table 1 Periodic determination of volatile components

化合物		常温贮藏测定相对百分含量/%							低温贮藏测定相对百分含量/%				
Compounds		0 d	7 d	14 d	21 d	28 d	30 d	35 d	0 d	30 d	60 d	90 d	120 d
醛类	己醛	16.76	19.51	17.13	11.31	3.79	3.76	3.99	16.76	10.95	1.75	1.03	0.51
	2-己烯醛	63.39	45.31	32.37	18.23	6.30	5.98	4.81	63.39	18.35	3.84	2.09	0.72
	E-E-2,4-己二烯醛	0.49	0.56	0.29	—	—	—	—	0.49	—	—	—	—
	小计	80.64	65.38	49.79	29.54	10.09	9.74	8.80	80.64	29.30	5.59	3.12	1.23
醇类	1-丁醇	0.19	0.98	3.22	3.85	2.37	2.27	2.36	0.19	3.38	2.83	4.32	4.27
	2-甲基丁醇	0.90	1.68	3.58	6.24	5.46	5.62	6.76	0.90	2.20	4.83	4.32	4.27
	1-己醇	4.42	9.07	13.58	21.42	13.10	14.00	13.99	4.42	7.02	19.57	19.36	12.71
	2-己烯醇	1.64	1.61	0.69	—	0.12	0.26	—	1.64	—	—	—	—
	2-乙基-1-己醇	0.31	0.34	0.20	0.19	—	—	—	0.31	0.19	0.43	0.72	0.66
	1-戊醇	—	0.21	0.29	0.55	0.29	0.34	0.32	—	0.36	0.37	0.48	0.49
	1-庚醇	—	0.57	0.44	0.45	—	0.36	0.28	—	0.13	0.13	—	—
	1-辛醇	—	0.48	0.82	0.60	0.70	0.81	0.61	—	0.21	0.32	0.46	0.24
	6-甲基-5-庚烯-2-醇	—	—	0.54	1.39	1.85	2.04	2.67	—	5.41	6.67	9.64	12.28
	3-辛醇	—	—	—	—	—	—	—	—	0.12	—	—	0.31
	2-甲基丙醇	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.21	0.20
	乙醇	—	0.61	0.13	0.62	4.22	4.52	6.18	—	0.28	3.55	7.73	10.03
	小计	7.46	15.55	23.49	35.31	28.11	30.22	33.17	7.46	19.30	38.70	47.24	45.46
	乙酸丁酯	0.47	1.14	1.11	0.81	0.69	0.63	0.59	0.47	4.83	3.56	1.46	2.32
	乙酸-2-甲基丙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	—	—	—
	乙酸-2-甲基丁酯	3.07	2.11	2.68	1.31	2.04	2.08	2.15	3.07	12.12	4.32	2.60	2.61
乙酸己酯	2.18	2.84	3.40	0.76	2.19	2.03	1.10	2.18	10.94	12.73	7.29	7.26	
乙酸甲酯	—	—	—	—	0.11	0.16	0.11	—	—	—	—	—	
乙酸丙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	—	0.14	
丙酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.51	0.70	1.01	
丁酸甲酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.41	0.32	0.29	
丁酸丁酯	—	0.45	1.13	0.91	0.64	0.56	0.29	—	1.50	0.49	0.36	0.35	
丁酸己酯	—	0.92	2.29	1.15	0.58	0.43	0.19	—	0.91	0.41	0.71	0.34	
丁酸乙酯	—	—	0.92	4.67	15.78	15.24	15.02	—	2.61	16.82	9.46	10.07	
酯类	己酸甲酯	—	—	—	—	0.23	0.21	0.20	—	—	0.19	—	—
	己酸丙酯	—	—	0.04	—	0.25	0.23	0.18	—	—	—	—	—
	己酸己酯	—	0.11	0.23	5.00	0.11	—	—	—	—	—	0.34	—
	己酸丁酯	—	—	0.20	0.27	0.21	0.18	—	—	—	—	0.11	—
	己酸乙酯	—	—	0.33	1.85	20.40	20.15	18.01	—	2.87	4.22	1.81	1.76
	2-丙烯酸丁酯	—	—	0.24	1.37	—	—	—	—	—	—	—	—
	2-甲基丁酸甲酯	—	—	—	—	0.11	—	0.14	—	—	0.15	—	0.10
	2-甲基丁酸乙酯	—	—	0.11	1.03	8.40	8.89	9.82	—	0.72	4.22	2.80	2.28
	2-甲基丁酸丙酯	—	—	0.06	0.17	—	—	0.35	—	—	—	—	—
	2-甲基丁酸丁酯	—	0.86	1.41	0.58	0.30	—	—	—	0.71	—	—	—
	2-甲基丁酸己酯	0.13	0.90	3.16	2.26	0.98	0.64	0.53	0.13	1.33	—	0.96	0.36
	2-丁烯酸乙酯	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.16
小计	5.85	9.33	17.31	22.14	53.02	51.43	48.68	5.85	38.67	49.20	28.92	29.05	
烯炔	法尼烯	—	0.69	3.66	5.60	1.34	1.38	1.57	—	1.42	2.05	8.64	2.26

注:—表示未检出。

2.2 贮藏温度对“王林”苹果香气成分的影响

由图 1 可知,贮藏 30 d 时“王林”苹果的香气成分

中,无论是在常温还是低温贮藏条件下,与 0 d 相比均呈现出醛类物质相对含量下降,醇类与酯类物质相对含量

上升趋势,但2种储藏温度下变化幅度不同。常温储藏条件下,醛类物质的相对含量由0 d的80.64%下降到9.74%,降低了70.90百分点;醇类、酯类物质分别由0 d的7.46%和5.85%上升到30.22%和51.43%,分别上升了22.76、45.58百分点。低温储藏条件下,醛类物质的相对含量由0 d的80.64%下降到29.30%,降低了51.34百分点;醇类、酯类物质分别由0 d的7.46%和5.85%上升到19.30%和38.67%,分别上升了11.84、32.82百分点(表1)。因此低温储藏条件下醛类、醇类和酯类物质的变化幅度小于常温储藏,这表明低温贮藏抑制了“王林”苹果香气成分中醛类物质的下降及醇类、酯类物质的生成。

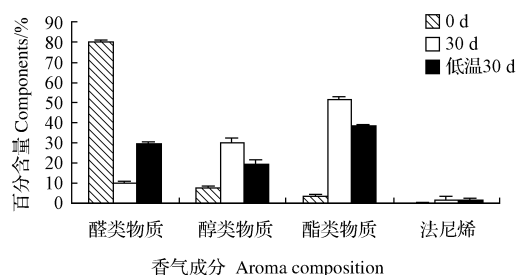


图1 常温和低温贮藏条件下“王林”苹果各类香气的比较

Fig.1 Comparison of aroma types of 'Orin' apple under room temperature storage and refrigeration

2.3 贮藏时间对“王林”苹果香气成分的影响

由图2A可知,常温储藏下醛类物质相对含量呈下降趋势,28 d时下降至10.09%,随后降幅减弱,35 d时相对含量为8.80%。醇类物质呈上升趋势,贮藏21 d时出现峰值为35.31%,而后降低,贮藏35 d时相对含量上升至33.17%。酯类物质呈上升趋势,在贮藏28 d时出现峰值为53.02%,35 d降至48.68%;低温贮藏下醛类物质相对含量也表现出下降趋势,0~60 d降幅剧烈,至60 d时由0 d的80.15%降至5.59%,随后降幅减弱,至120 d时降至1.23%,醇类物质相对含量随贮藏时间的延长呈上升趋势,贮藏90 d后出现峰值为47.24%,而后降低至45.46%。酯类物质相对含量醇类物质相对含量变化相似,呈上升趋势,贮藏60 d时出现峰值为49.20%(图2B)。因此,随贮藏时间的延长,常温与低温贮藏下均呈现醛类物质相对含量下降,醇类、酯类物质相对含量上升趋势。但低温储藏下的果实香气成分的变化时间延后,这表明低温储藏延缓了“王林”苹果果实香气成分的变化。

低温储藏延缓“王林”苹果香气成分变化的同时,对醇类、酯类物质的组成成分也具有影响,使得醇类、酯类物质组分的贡献值不同。由表1可知,醇类物质在常温贮藏下至35 d时,主要成分为1-己醇(13.99%)、2-甲基-丁醇(6.76%)和乙醇(6.18%),贡献值较大;而低温

储藏下至120 d时,主要成分为1-己醇(12.71%)、乙醇(10.03%)和6-甲基-5-庚烯-2-醇(12.28%)。酯类物质在常温贮藏下至35 d时,组分贡献值较大的为2-甲基-丁酸乙酯(9.82%)、丁酸乙酯(15.02)和己酸乙酯(18.01%);低温储藏下至120 d时,主要成分为乙酸己酯(7.26%)和丁酸乙酯(10.07%)。这表明低温贮藏改变了“王林”苹果的香气组成成分,使得与常温储藏不同。

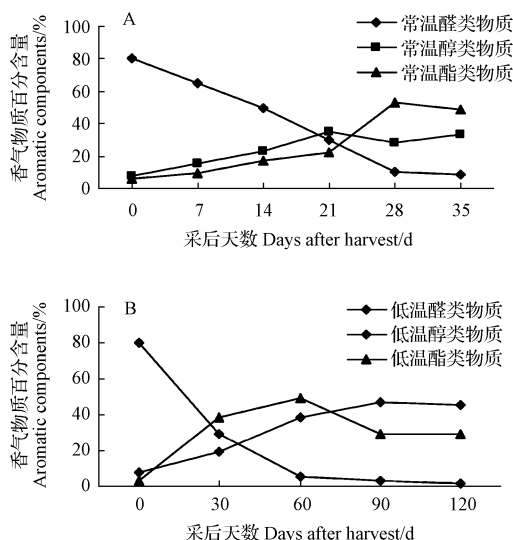


图2 贮藏时间对“王林”苹果香气成分的影响

Fig.2 The effect of storage time on the 'Orin' apple aroma composition

3 讨论

苹果中含有超过300种挥发性物质,但只有20种直接与苹果的特征香气有关^[13],包括己醛、2-己烯醛、己醇、2-己烯醇、乙酸丁酯、乙酸己酯、丁酸己酯、丁酸乙酯、己酸己酯、2-甲基丁酸乙酯等。王海波等^[14]研究发现“泰山早霞”果实特征香气成分为乙酸丁酯、乙酸己酯、丁酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯、丁酸丙酯、2-甲基丁酸丁酯和己酸乙酯等,“辽伏”果实特征香气成分为己醛、2-己烯醛、乙酸己酯、丁酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯和己酸乙酯等,香气成分以醇类物质和酯类物质为主。而对“富士”、“乔纳金”和“王林”等^[16]苹果品种的香气研究表明,未成熟苹果无香气果实的挥发性物质以己醛、2-己烯醛为主;成熟苹果有香气果实的挥发性物质以酯类和某些醇类物质为主,认为“王林”苹果中的主要香气成分为丁酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸乙酯和2-甲基丁酸乙酯等。该研究发现,“王林”苹果中的挥发性物质以醛类、醇类和酯类物质为主,主要的香气物质有己醛、2-己烯醛、2-甲基丁醇、1-己醇、乙酸丁酯、乙酸己酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯等,这与王海波等^[14]的研究结果较接近。其中2-甲基丁醇、1-己醇在“王林”苹果香气成分中

所占比重较大,最高分别达到 4.83%和 21.42%,且 2-甲基丁醇具有“令人愉快的”果实气味,1-己醇具有典型的“青草味”,这与“王林”苹果清香味^[7]相吻合,因此 2-甲基丁醇、1-己醇可能对“王林”苹果的香气具有重要作用。果实从未成熟到成熟过程中大量增加的挥发性物质对果实成熟具有重要意义^[15]。该研究发现,随贮藏时间的延长,醛类物质百分含量虽然呈降低趋势,但贮藏 2 个月后己醛、2-己烯醛含量仍在 1%以上,对王林的香气物质有贡献值。己醛具有“清香味”,2-己醛具有“绿”苹果香味^[16],这与果实的感官鉴定结果相吻合^[17]。2 种醛类对“王林”苹果的香气也应具有重要影响。

该研究中无论常温还是低温储藏下,“王林”苹果中挥发性物质均表现出随着储藏时间的延长醛类物质相对含量下降、醇类和酯类物质相对含量上升的趋势。但低温储藏下变化幅度小。该研究发现,己醛、2-己烯醛等 C₆ 醛类物质在“王林”苹果中大量存在,且醛类物质总百分含量随果实的成熟而下降。脂氧合酶(Lipoxygenases, LOX)是香气物质合成的主要限制因子之一。猕猴桃品种 LOX 活性较高,具有较丰富的 C₆ 醛和 C₆ 醇^[18],而脂氧合酶活性的减弱直接导致了醛、酮类水平的下降^[19]。该研究中,低温贮藏下醛类物质下降幅度小可能是低温抑制了 LOX 活性所致。而 2-甲基丁醇、1-己醇、己酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯等醇类、酯类挥发性物质在常温贮藏 30 d 时均高于低温贮藏 30 d,特别是己酸乙酯(表 1),这可能是低温使 LOX 催化合成乙烯受阻有关。乙烯是调控果实成熟进程的重要植物激素,乙烯可以通过增强呼吸,为脂肪酸和氨基酸代谢提供物质保证,促进果实香气物质合成^[20]。LOX 催化生成的超氧自由基和氢过氧化物均可能参与了乙烯的生物合成^[21-22]。番茄果实 LOX 活性的增强和乙烯的生物合成呈正向相关^[22]也证明了这点。

该试验发现,随时间的延长,常温和低温贮藏下的“王林”苹果果实香气组分含量不同,对王林香气的贡献值不同。这可能是低温影响了果实香气物质的 β 氧化代谢途径和 LOX 合成代谢途径。但香气物质的形成是一个复杂的过程,其机理还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 张玉星. 果树栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [2] 刘向平, 寇晓虹, 张平, 等. 不同采收期对鸭梨采后贮藏香气成分的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(10): 292-295.
- [3] Chen M, Wang X G. Comparison of headspace solid-phase microextraction with simultaneous steam distillation extraction for the analysis of the volatile constituents in Chinese apricot[J]. Agricultural Sciences in China, 2006, 5(11): 879-884.
- [4] Blanch P, Reglero G, Herraiz M. Rapid extraction of wine aroma compounds using a new simultaneous distillation-solvent extraction device[J]. Food Chemistry, 1996, 56(4): 439-444.
- [5] Jarvls B, Forster M J, Kinsella W P. Factors affecting the development of cider flavor[J]. Apple Bacter Symp Sup, 1995(79): 5-18.
- [6] 魏玉梅. 固相微萃取方法在苹果、杏和桃香气成分分析中的应用研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2007.
- [7] Maristella V, Costanza V, Anna R. The influence of harvest date on the volatile composition of Starkspur Gloden apples[J]. Postharvest Biology and Technology, 1995, 6: 225-234.
- [8] Drawert F, Kle R A, Berger R G. Biotechnological flavor production. I Optimization of (E)-2-hexen-1-al yields in plant tissue homogenates[J]. Lebensmittel-wissenschaft and Technologie, 1986, 19: 426-431.
- [9] Echeverría G, Fuentes T, Graell J, et al. Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and cold storage technology a comparison of two seasons[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 32: 35-36.
- [10] 阎振立, 张顺妮, 张全军, 等. 华冠果实芳香物质成分的 GC/MS 分析[J]. 果树学报, 2005, 22(3): 198-201.
- [11] 刘传和, 刘岩, 谢盛良, 等. 不同成熟度菠萝果实香气成分分析[J]. 热带作物学报, 2009, 30(2): 234-237.
- [12] 谢超, 唐会周, 谭宜谈, 等. 采收成熟度对樱桃果实香气成分及品质的影响[J]. 食品学报, 2011, 32(10): 295-299.
- [13] Maristella V, Costanza V, Anna R. The influence of harvest date on the volatile composition of Starkspur Gloden apples[J]. Postharvest Biology and Technology, 1995(6): 225-234.
- [14] 王海波, 陈学森, 张春雨, 等. 两个早熟苹果品种不同成熟阶段果实香气成分的变化[J]. 园艺学报, 2008, 35(10): 1419-1424.
- [15] 也兰春, 孙建设, 陈华君, 等. 苹果不同品种果实香气物质研究[J]. 中国农业科学, 2006, 39(3): 641-646.
- [16] Yahia E M. Apple flavor[J]. Horticultural Reviews, 1994, 16: 197-234.
- [17] Plotto A M, Daniel M R. Characterization of Gala apple aroma and flavor differences between controlled atmosphere and air storage[J]. J Am Soc Hortic Sci, 1999, 124(4): 416-423.
- [18] 张波. 猕猴桃脂氧合酶基因家族的功能解析及其调控[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [19] Bartley J P, Schwede A M. Production of volatile compounds in ripening kiwifruit (*Actinidia chinensis*) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1989, 37(4): 1023-1025.
- [20] 也兰春, 孙建设, 黄瑞虹. 果实香气形成及其影响因素[J]. 植物学通报, 2004, 21(5): 631-637.
- [21] 许文平, 陈昆松, 李方, 等. 脂氧合酶茉莉酸和水杨酸对称猕猴桃果实后熟软化进程中乙烯生物合成的调控[J]. 植物生理学报, 2000, 26(6): 507-514.
- [22] Sheng J P, Luo Y, Wainwright H. Studies on lipoxygenase and the formation of ethylene in tomato[J]. Hort Sci Biotech, 2000, 75(1): 69-71.

Effect of Refrigeration on Aroma Components of 'Orin' Apple

XU Bao-feng¹, ZHANG He¹, LI Cheng², SUN Jian-she¹, SHAO Jian-zhu¹, NIE Lan-chun¹

(1. College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Department of Science and Technology Management, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

紫苏饼粕蛋白粉复合纤维法脱臭工艺研究

冷进松^{1,2}, 朱 珠^{1,2}, 孙国玉¹, 刘长虹³

(1. 吉林工商学院 食品工程学院, 吉林 长春 130062; 2. 粮油食品深加工吉林省高校重点实验室, 吉林 长春 130062;

3. 河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001)

摘 要:以 120℃ 压榨紫苏饼粕蛋白粉为试材, 采用 Plackett-Burman 试验设计筛选了影响紫苏饼粕蛋白粉感官评分的重要因素; 利用最陡爬坡试验结合 Box-Behnken 响应面分析法, 对紫苏饼粕蛋白粉复合纤维法脱臭工艺进行优化, 通过统计分析, 得到最优条件。结果表明: 紫苏饼粕蛋白粉最优工艺参数茶叶渣添加量、羊毛条添加量、木棉纤维添加量、玉米纤维添加量 4 种纤维用量分别为 1.0%、0.5%、0.3%、1.0%。

关键词:Plackett-Burman 设计; 紫苏饼粕; 复合纤维; 脱臭

中图分类号:TS 255.36 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)22-0136-05

紫苏(Pevilla)系唇形科 1 年生草本植物, 是我国传统的药食两用植物。紫苏籽油含有丰富的 α -亚麻酸, 可以维持大脑神经系统功能, 提高记忆力和视力, 具有降血压、降血脂、抑制血小板聚集、减肥, 以及减少癌症患病率、抑制肿瘤转移、改变过敏体质等作用^[1-3]。目前对于紫苏籽的开发利用, 主要是对紫苏籽油的开发。而紫苏籽脱脂后的副产品紫苏饼粕没有得到很好的利用。紫苏蛋白质的功效比值、净蛋白比值和真消化率分别为 2.07%、2.87%、82.60%^[4]。紫苏籽蛋白质的氨基酸组成比较全面, 种类达 18 种, 含有人体所必需的 8 种氨基酸, 除含硫氨基酸(蛋氨酸+胱氨酸)偏低外, 其它氨基酸组成与一般油料蛋白的氨基酸组成相似^[5-6]。紫苏蛋白是一种比较好的植物蛋白资源, 而紫苏饼粕蛋白本身

含有令人不愉快的气味, 所以长期以来尚未得到很好的利用。因此, 利用紫苏蛋白粉作为食品工业原料时, 一定要对紫苏蛋白粉进行脱臭处理^[7]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

材料与试剂: 紫苏饼粕蛋白粉、茶叶渣, 试验室自制; 羊毛条、木棉纤维、玉米纤维、大豆纤维、蔗渣纤维, 广州常明拓展贸易有限公司。

仪器与设备: 电热恒温真空干燥箱(PVD-030, 上海实贝仪器设备厂); 恒温水浴锅(HH-S, 江苏省金坛市环宇科学仪器厂); 循环水多用真空泵(SHB-3, 广州市深华生物技术有限公司); 酸度计(PHS-802, 北京华瑞博远科技发展有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 紫苏饼蛋白脱臭工艺 称取 15 g 干燥紫苏蛋白粉, 加入 150 mL H₂O, 调节 pH 为 8~9, 在其它条件不变情况下, 分别测定在茶叶渣添加量为 0.8%、1.0%、1.2%、1.4%、1.6%、1.8%、2.0%, 羊毛条添加量为

第一作者简介:冷进松(1981-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为粮食及油脂与植物蛋白。E-mail: lengjinsong@sina.com.

基金项目:吉林省科技厅科技支撑计划重大科技攻关专项资助项目(20130204044NY)。

收稿日期:2014-07-14

Abstract: Taking 'Orin' apple as material, the effect of storage temperature on the aroma components of 'Orin' apple, and the dynamic change of fruit aroma were examined by HS-SPME and analyzed by GC-MS methods. The results showed that aldehydes, alcohols and esters were the main aroma components of 'Orin' apple, which different under the different storage temperatures. Hexanal, 2-hexenal, 1-hexanol, ethyl butanoate, ethyl hexanoate and ethyl-2-methyl-butanoate were main aroma components of 'Orin' apple under room temperature; main chemical constituents storage under low temperature were hexanal, 2-hexenal, 1-hexanol, 6-methyl-5-heptene-2-ol, 2-methyl-butyl acetate, hexyl acetate and ethyl butanoate. As the extension of storage time, both the two storage temperatures showed alcohols and esters matter increased and aldehyde material decreased, refrigeration delayed the drop in aldehyde proportion and restrained the production of alcohols and esters.

Keywords: 'Orin' apple; temperature of storage; aroma components