

文章编号:1000-8551(2013)03-0326-08

超临界 CO₂ 萃取烘烤花生中挥发性物质的研究

李淑荣¹ 王 丽¹ 宋焕禄² 张春红³ 王 强

(¹中国农业科学院农产品加工研究所,北京 100193;²北京工商大学化学与环境工程学院,北京 100037;

³沈阳农业大学食品学院,辽宁 沈阳 110161)

摘 要:采用超临界 CO₂ 技术萃取烘烤花生中挥发性物质,用固相微萃取-气相色谱质谱联用 (SPME-GC-MS) 技术鉴定萃取物的风味组分,并将样品偏差值和感官评价相结合,评价萃取物香气协调性变化,综合进行萃取条件的优化,以建立一种烘烤花生风味物质的提取方法。结果显示,萃取压力 25MPa,萃取温度 55℃,萃取时间 120min;超临界 CO₂ 萃取能萃取出烘烤花生中近 85% 的挥发性风味组分,该条件下超临界 CO₂ 萃取物风味轮廓感官上与烘烤花生原始风味接近。采用样品偏差值可以定量评价超临界萃取烘烤花生中风味物质香气协调性的变化。

关键词:烘烤花生;超临界 CO₂ 萃取;挥发性物质

Supercritical-CO₂ Fluid Extraction of the Volatile Components in Roasted Peanut

LI Shu-rong¹ WANG Li¹ SONG Huan-lu² ZHANG Chun-hong³ WANG Qiang¹

(¹Institute of Agro-food Science and Technology Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193; ²College of Chemical Engineering Beijing Technology & Business University, Beijing 100037; ³Shenyang Agricultural university, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract: Volatile components from roasted peanut were extracted by supercritical-CO₂ fluid. These volatile components were analyzed by solid phase microextraction (SPME) combined with Gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS). Mean square deviation and sense evaluation were used to evaluate aroma profile change of extract. By the above optimized, a novel method was developed for extracting the flavor of roasted peanut. The optimum extraction parameters optimized by orthogonal tests were extraction pressure 25 MPa, extraction temperature 55℃ and extraction period 120min. About 85% volatile flavor components of original roasted peanut could be extracted by supercritical-CO₂ fluid. The supercritical-CO₂ fluid extraction of roasted peanut in the optimized conditions provided aroma extracts with high olfactory resemblance to the original roasted peanut. Sample deviation value can evaluate change of the aroma harmony of the roasted peanut flavor.

Key words: Roasted peanut; Supercritical-CO₂ fluid extraction; Volatile components

热榨花生油中的风味物质是花生在加热条件下经 碳、高营养,以及材料综合利用经济的发展,花生油的
过美拉德反应、脂类的热降解等反应中形成的,随着低 生产工艺由热榨型向冷榨型发展,但冷榨型花生油的

收稿日期:2012-06-05 接受日期:2012-10-23

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(200903043);中国农业科学院基本科研业务费增量项目

作者简介:李淑荣(1968-),女,黑龙江北安人,博士,研究员,主要从事风味物质的研究。E-mail:shurongl@hotmail.com

王 丽(1982-),女,辽宁丹东人,博士,主要从事粮油加工与功能食品研究。E-mail:wangli2008_beijing@163.com 李淑荣与王丽为共同第一作者

通讯作者:王强(1965-),男,山东高密人,博士,研究员,主要从事粮油加工与功能食品研究。E-mail:wangqiang365@263.net

风味较淡,满足不了消费者的需要。为了生产浓香型冷榨花生油,花生风味物质的研究成为很多学者关注的焦点。超临界 CO₂法萃取食品中的风味成分在精油制备中有很好的应用,但超临界 CO₂法提取花生风味物质的研究目前却鲜为报道,通过挥发性成分总量的变化和香气协调性的变化进行花生风味成分超临界 CO₂萃取工艺的优化,为制取冷榨型浓香花生油提供技术支持,对开发浓香型冷榨花生油具有重要意义。

目前用超临界流体萃取风味物质的物料包括奶酪^[1]、米饭^[2]、咖啡^[3,4]、洋葱^[5]、大蒜^[6,7]、香料^[8]、胡荽^[9]、薄荷^[10]、金华火腿^[11]、双轮底酒醋^[12]、毛尖茶^[13]等,Leunissen 等^[14]和 Santerre 等^[15]初步开展了超临界 CO₂提取烘烤花生中风味物质的研究,但这些研究均是将超临界流体技术作为用于仪器分析样品的制备方法,样品量很小,仅是着眼于超临界用于分离提取花生中风味物质的可行性,没有对萃取工艺进行优化。目前国内外对风味物质提取工艺的研究主要以承载花生风味物质的精油的提取率为工艺评价参数,没有表明风味物质提取效果。香气协调性变化是评价香气变化的重要参数,但目前缺乏以仪器分析数据为基础的模型与指标。本研究采用香气协调性变化和挥发性成分总量变化的方法,综合评价超临界萃取物与原料烘烤花生风味轮廓的变化程度,进行超临界 CO₂萃取烘烤花生中挥发性物质工艺的优化。利用香气协调性变化的评价方法,建立烘烤花生挥发性化合物超临界 CO₂萃取工艺。

1 材料与方 法

1.1 仪器和材料

1.1.1 试验材料 花生仁为市购;二氧化碳气体,北京氧气厂(纯度 99.99%)。

1.1.2 仪器 超临界 CO₂流体萃取装置:HA221-50-06,江苏南通华安超临界萃取有限公司;固相微萃取:75μm CAR/PDMS,美国 SUPELCO 公司;FINNIGAN Trace MS 气相色谱-质谱联用仪:美国 FINNIGAN 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 超临界 CO₂流体萃取(SFE-CO₂) 基本流程:CO₂钢瓶→冷却系统→高压泵→萃取釜→分离釜→冷却系统(循环)。烘烤花生仁^[16],粉碎过 30~40 目筛,装入萃取釜中,将 CO₂冷却后由高压泵加压到预定压力,在预定的萃取温度、萃取压力、萃取时间等条件下萃取,其中 CO₂流量为 45~55kg·L⁻¹。由于本试

验目的是萃取烘烤花生中的挥发性风味物质,因此要求分离釜的温度不能太高,试验中固定分离釜的压力为 6MPa,温度为 35℃。

1.2.2 固相微萃取(SPME) 过优化的 SPME 条件下分析烘烤花生原样(30~40 目,20g)和超临界 CO₂萃取物(20ml)中的挥发性物质,用 75μm CAR/PDMS 的萃取头,磁力搅拌条件下 55℃吸附 35min,进行气质分析。

1.2.3 GC-MS 检测数据的数学归纳方法与烘烤花生萃取物香气协调性的评价方法 采用样品偏差值描述超临界萃取样品与烘烤花生原样相比较,分析整体香气协调性的变化,样品偏差值为 0,表明样品处于与标样香气协调性完全一致的理想状态;样品偏差值越大,表明样品与标样在香气成分百分含量上的总体差异越大。样品偏差值的计算方法为:(1)以烘烤花生原样为基准样品,通过 GC-MS 检测样品中的挥发性成分,计算各挥发性成分占样品总挥发性组分含量的百分数;(2)通过 GC-MS 检测超临界萃取物(样品)中的挥发性成分,计算各挥发性成分占其样品总挥发性组分含量的百分数;(3)以烘烤花生的原样为零变化基准,分析不同萃取条件下各样品中各挥发性成分含量相对于标样挥发性成分含量的变化程度;(4)计算样品与标样中各对应组分百分含量的差值,将得到的数组称为差值数组。各样品的每项差值代表了该样品的该组分与标样相对应组分的差异。然后对每个样品与标样的差值数组进行数值分析,将差值数组中各项差值的平均平方和开平方所得数值定义为样品偏差值。样品偏差值的数学表达见公式(1)^[17]。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{i1})^2}{n}} \quad (1)$$

式中, j 表示检测样品, $j=1$ 表示标样,其他样品依次编号为 $j=2 \sim m$;每个样品中检测到的组分 i 按色谱检测时的保留时间依次编号为 $i=1 \sim n$; x 为 GC-MS 检测所得到的组分百分含量,用 x_{ij} 表示第 j 样品第 i 个组分的百分含量。 $x_{ij} - x_{i1}$ 表示第 j 个样品与标样的差值。

1.2.4 感官评价方法 10 名感官评价员对超临界萃取物的风味进行评价,主要考察指标是被评样品与烘烤花生原样风味的接近程度。评分标准:非常接近为 10 分,接近为 8 分,比较接近为 6 分,稍微有点接近为 4 分,很不接近为 2 分。并对所评价的样品按照考察指标进行排序,评分相同的样品秩和取平均值。样品秩和的统计:在每个评价员对每个样品排出的秩次当

中有相同秩次时,则取平均秩次^[18]。

即:

$$L_i = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

式中: L 为秩次; N 为相同秩样品个数。将各评价员的平均秩次加和即得到每种样品的秩和。

1.2.5 色质谱条件 色谱条件:色谱毛细管柱为 DB-WAX(30m × 0.2mm i. d. × 0.25 μm) 柱,起始温度 40℃,保持 3min,然后以 5℃·min⁻¹ 的升温速度升温到 120℃,再以 10℃·min⁻¹ 的升温速度升温到 230℃,保持 5min,汽化室温度 250℃;载气为 He,流速 0.8mL·min⁻¹。

质谱条件:电离方式为 EI,电子能量 70eV,灯丝发射电流为 200 μA,离子源温度为 200℃,接口温度 250℃。扫描范围 33 ~ 450amu。试验数据处理由 Xcalibur 软件系统完成,未知化合物经计算机检索同时与 NIST 谱库(107k compounds)和 Wiley 谱库(320k Compounds, version 6.0) 相匹配,仅当正反匹配度均大于 800(最大值为 1 000)的鉴定结果才予以报道。

2 结果与分析

2.1 萃取条件的优化

通过一系列的单因素试验,初步确定了试验范围,以下将对各萃取因素(萃取压力、萃取温度、萃取时间)进行 L₉(3⁴) 正交试验,正交试验设计和正交试验分析结果分别见表 1 和表 2。

表 1 正交试验设计 L₉(3⁴) 因素水平表

Table 1 Factors and levels table of L₉(3⁴)

orthogonal test design			
水平 Level	A 萃取压力 Extract pressure (MPa)	B 萃取温度 Extract temperature (℃)	C 萃取时间 Extract time (min)
1	20	45	60
2	25	50	90
3	30	55	120

表 2 正交试验结果表

Table 1 Results of the orthogonal test

试验号 No.	A 压力 Pressure(MPa)	B 温度 Temperature (℃)	C 时间 Time (min)	萃取物重量 Weight of extraction	风味总强度(以峰 面积表示 × 10 ⁸) Total strength of flavor (expressed by pea area × 10 ⁸)	样品偏差值 Sample deviation value	感官评价秩和 Sense evaluate sum of ranks
					DB-WAX	DB-WAX	
1	1	1	1	34.2	0.63	1.0597	53.0
2	1	2	2	40.2	0.77	0.8598	56.9
3	1	3	3	41.5	0.99	0.7951	70.9
4	2	1	2	42.4	0.63	1.0088	50.4
5	2	2	3	44.0	0.69	0.9697	36.9
6	2	3	1	40.7	0.97	0.7928	61.4
7	3	1	3	43.8	0.56	1.0619	34.5
8	3	2	1	40.1	0.86	0.8295	64.5
9	3	3	2	45.1	0.96	1.0012	21.5

续表 2

萃取物重量 Weight of extration				感官评价秩和 Sense evaluate sum of ranks				
A 压力 Pressure(MPa)	B 温度 Tempreture ($^{\circ}$ C)	C 时间 Time (min)	较优条件 Optimization condition	A 压力 Pressure(MPa)	B 温度 Tempreture ($^{\circ}$ C)	C 时间 Time (min)	较优条件 Optimization condition	
K ₁	115.90	120.40	115.00	K1	137.9	180.0	178.9	
K ₂	127.10	124.30	127.70	K2	158.3	142.7	128.8	
K ₃	129.00	127.30	129.30	K3	153.8	120.5	142.3	
K ₁	38.63	40.13	38.33	A ₃ B ₃ C ₃ K1	45.97	60.27	59.63	A ₂ B ₁ C ₃
K ₂	42.37	41.43	42.57	K2	52.77	49.57	42.93	
K ₃	43.00	42.43	43.10	K3	51.27	40.17	61.93	
R	4.37	2.30	4.77	R	6.8	20.1	16.7	
R	4.37	2.30	4.77	R	6.8	20.1	16.7	
主次因素 Effection	2	3	1	主次因素 Effection	3	1	2	
风味总强度(以峰面积表示) Total strength of flavor(expressed by pea area $\times 10^8$)				样品偏差值 Sample deviation value				
A 压力 Pressure (MPa)	B 温度 Tempreture ($^{\circ}$ C)	C 时间 Time (min)	较优条件 Optimization condition	A 压力 Pressure (MPa)	B 温度 Tempreture ($^{\circ}$ C)	C 时间 Time (min)	较优条件 Optimization condition	
K ₁	2.39	1.82	2.46	K1	2.713	3.130	2.682	
K ₂	2.29	2.32	2.36	K2	2.771	2.659	2.870	
K ₃	2.38	2.92	2.24	K3	2.893	2.589	2.827	
K ₁	0.80	0.61	0.82	A ₁ B ₃ C ₁ K1	0.905	1.043	0.894	A ₃ B ₁ C ₃
K ₂	0.76	0.77	0.79	K2	0.923	0.886	0.957	
K ₃	0.79	0.97	0.75	K3	0.964	0.863	0.942	
R	0.03	0.37	0.07	R	0.059	0.180	0.063	
主次因素 Effection	3	1	2	主次因素 Effection	3	1	2	

注:风味总强度是 GC-MS 测得各样品的挥发性物质的总和,以相应峰面积表示;样品偏差值是各萃取物中各挥发性物质与烘烤花生原样中各挥发性组分之间差别的均方值;感官评价秩和是各萃取物与烘烤花生原样之间风味的接近程度

Note: Total strength of flavor is summed up every volatile substance of every sample, expressed by the corresponding peak area; Sample deviation value is the RMS of every volatile substance by SFE-CO₂ difference with roasted peanut; Sense evaluate sum of ranks is the aroma proximity of SFE-CO₂ and roasted peanut

对香气变化的评价包括挥发性成分总量的变化和香气协调性的变化两个方面。正交试验分析结果表明,萃取条件对萃取物重量的影响为萃取时间 > 萃取压力 > 萃取温度,这与单因素结果相吻合。由于实验目的是进行烘烤花生中风味物质的萃取,虽然提取的花生油是风味物质的载体,但仅从提取物的重量评价萃取工艺是片面的。萃取物风味物质总强度是反应萃取物重量和风味提取量的综合指标,以其为指标评价

萃取工艺,分析表 2 可以看出,萃取物条件对萃取物风味总强度的影响为萃取温度 > 萃取时间 > 萃取压力。

样品的偏差值和感官秩值和从客观和主观两个方面综合反映香气协调性的变化,感官评价秩和高说明该样品与原烘烤花生风味接近,而样品偏差值越低说明该样品与烘烤花生原有风味越接近。对感官评价秩和与样品偏差值进行拟合,结果见图 1。从拟合图 1 可以看出样品感官评价结果与样品偏差值吻合,即感

官评价秩和高的样品偏差值低,反之样品感官评价秩和低的样品偏差值高。方差分析结果看出,萃取条件对感官秩和的影响为萃取温度 > 萃取时间 > 萃取压力;萃取条件对样品偏差值的影响为萃取温度 > 萃取时间 > 萃取压力,萃取条件对香气协调性的影响与风味总强度的影响一致。

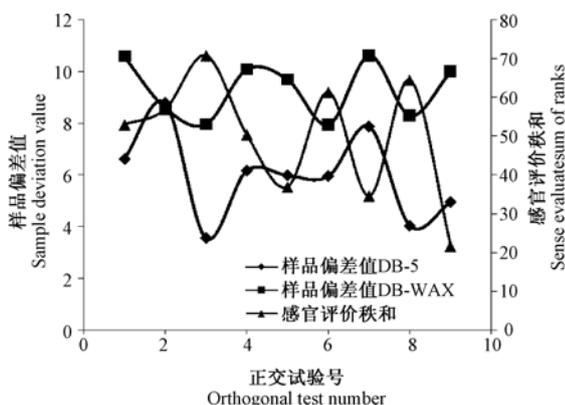


图1 感官评价秩和与样品偏差值拟合图

Fig. 1 Correlativity of MSD and order sum of sensory evaluation in orthogonal tests

综合考虑风味物质总强度和香气协调性对烘烤花生风味物质的影响,即萃取温度对二者的影响最为重要,因此选取的温度为 55℃,而压力和萃取时间对风味总强度和样品偏差值影响较小,因此综合考虑萃取量、风味总强度、样品偏差值及感官评价秩和,同时考虑萃取成本,确定 A₂B₃C₃ 为超临界萃取烘烤花生风味物质的较佳条件,即萃取釜压力 25MPa,萃取釜温度 55℃,萃取时间 120min。

2.2 正交试验的验证试验

本试验中确定的较佳条件,在正交试验表中不存在,因此将该条件下的试验结果与正交试验结果进行比较,可以看出,该萃取条件优于正交试验结果,因此,确定萃取釜压力 25MPa,萃取釜温度 55℃,萃取时间 120min 为超临界萃取烘烤花生风味物质的最优条件,在此条件下 GC-MS 分析结果表明,SFE-CO₂ 萃取能萃取出烘烤花生中 85% 以上的风味物质。

2.3 萃取物及原料烘烤花生风味物质分析

分析图 2 可以得出,烘烤花生中检测到的风味物质主要有 3-甲基-4-羟基丁醛、2,5-二甲基吡嗪、2,6-二甲基吡嗪、乙基吡嗪、呋喃醛、2-乙酰基噻唑、2,3-戊二酮、己醛、吡啶、甲基吡嗪、3-戊醇、2-

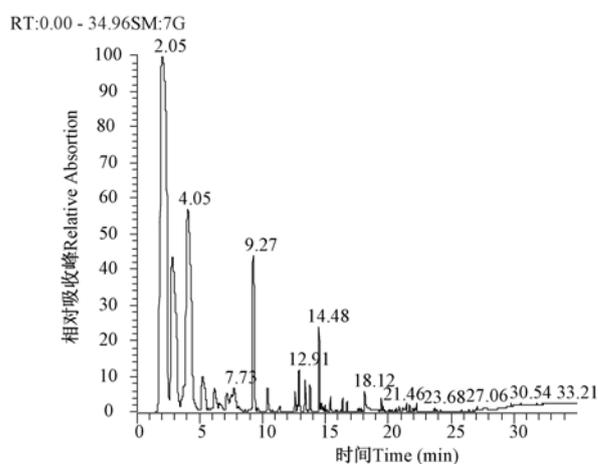


图2 烘烤花生原样挥发性物质总离子流图

Fig. 2 Total ion chromatogram of flavor compounds of raw roasted peanut

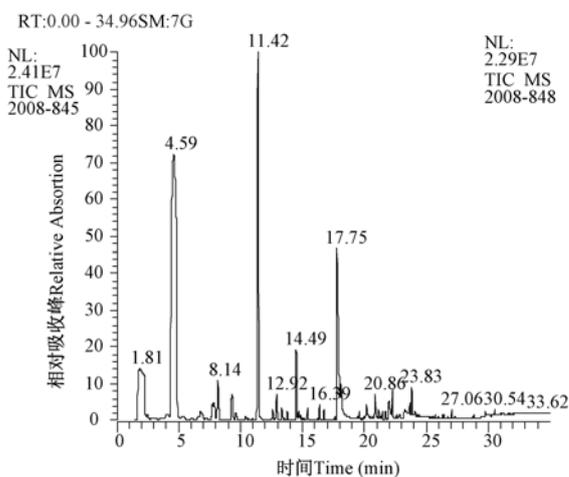


图3 超临界最优条件萃取物挥发性物质总离子流图

Fig. 3 Total ion chromatogram of flavor compounds extracted by SFE-CO₂

乙基-6-吡嗪、2-乙基-5-吡嗪、苯甲醛、2-甲基-1H-吡咯、苯乙醛等,超临界 CO₂ 的萃取物中绝大多数都能检测到,相对而言,对其中的酸类物质提取率较高,对醛类、酮类提取率稍低,并且超临界萃取物中有的峰高于烘烤花生原样中的,说明超临界萃取技术具有浓缩作用。烘烤花生原样与烘烤花生超临界二氧化碳萃取物的风味物质检测结果见表 4。

表 3 正交试验验证试验
Table 3 Verification of the orthogonal test

	萃取物重量 Weight of extration(g)	风味总强度 Total strength of flavor($\times 10^8$)	样品偏差值 Sample deviation value	感官评价秩和 Sense evaluate sum of ranks
最优条件萃取 Optimization condition	45.0	1.07	0.698	74.6
烘烤花生原样 Origin roasted peanut	50.0	1.26	0	100

表 4 烘烤花生原样与烘烤花生超临界二氧化碳萃取物的风味物质
Table 4 Volatile compounds analyzed by SPME in SFE-CO₂ extracts and original roasted peanut

No.	RI/ RT	名称 Name	风味物质的相对峰面积 Relative peak area original of volatile compounds of roasted peanut	最优超临界萃取条件下风味 物质的相对峰面积 Relative peak area original of volatile compounds in SFE-CO ₂ extracts under optimal conditions
1	4.66	3 - methyl butanal 3 - 甲基丁醛	27.4	4.69
2	5.36	acetic acid ethyl ester 乙酸乙酯	0.1	0.31
3	5.78	2 - butanone 2 - 丁酮	0.23	0
4	6.06	2 - methyl butanal 2 - 甲基丁醛	32.6	0.59
5	7.26	2 - pentanone 2 - 亚硝酸异戊酯	4.79	1.63
6	7.28	Pentanal 戊醛	0	0.23
7	1049	Methylbenzene 甲苯	0	0.28
8	1054	3 - hexanone 3 - 己酮	1.34	0
9	1057	2,3 - pentanedione 2,3 - 戊酮	0.24	0.37
10	1083	Hexanal 己醛	2.13	2.38
12	1133	2 - methyl - 1 - propanol 2 - 甲基 - 1 - 丙醇	0.2	0
13	1138	1 - methyl - 1H-pyrrole 1 - 甲基 - 1H - 吡咯	11.7	8.79
14	1175	2 - methoxy furan 2 - 甲氧基呋喃	1.28	0
15	1179	Heptanal 庚醛	0.08	0.57
16	1183	Pyridine 吡啶	0.39	0.64
17	1198	2 - methyl butanol 2 - 甲基丁醇	0.31	0.42
19	1247	Pentanol 戊醇	0.73	0.43
20	1261	dihydro - 2 - methyl - 3 (2H) - furanone 二氢 - 2 - 甲醛 - 3 (2H) - 呋喃酮	0.22	0.33
21	1265	methyl pyrazine 甲基吡嗪	1.73	2.58
22	1281	3 - hydroxy - 2 - butanone 3 - 羟基 - 2 - 丁酮	1.13	0.35
23	1286	Octanal 辛醛	0	0.46
25	1295	1 - hydroxy - 2 - propanone 1 - 羟基 - 2 - 丙酮	1.01	1.23

续表 4

No.	RI/ RT	名称 Name	风味物质的相对峰面积 Relative peak area original of volatile compounds of roasted peanut	最优超临界萃取条件下风味 物质的相对峰面积 Relative peak area original of volatile compounds in SFE-CO ₂ extracts under optimal conditions
26	1321	2,5 - dimethylpyrazine 2,5 - 二甲基吡嗪	2.7	0
27	1327	2,6 - dimethylpyrazine 2,6 - 二甲基吡嗪	0.33	0.56
28	1332	ethyl pyrazine 乙基吡嗪	0.18	0.21
29	1338	3 - pentanol 3 - 戊醇	0.19	0
30	1345	2,3 - dimethylpyrazine 2,3 - 二甲基吡嗪	0.06	0.12
31	1347	1 - hexanol 1 - 己醇	0.43	0.65
32	1379	dimethyl trisulfide 二甲基三硫化物	0.08	0.32
33	1389	2 - ethyl - 5 - methyl pyrazine 2 - 乙基 - 5 - 甲基吡嗪	0.35	0.92
34	1402	Trimethylpyrazine 三甲基吡嗪	0.26	0
35	1432	1,4 - dichloro benzene 1,4 - 二氯苯酚	0.08	0.25
36	1440	acetic acid 乙酸	0	10.34
37	1454	3 - ethyl - 2,5 - dimethyl pyrazine, 3 - 乙基 - 2,5 - 二甲基吡嗪	0.09	0.31
38	1458	Furfural 糠醛	1.17	4.26
39	1506	Pyrrole 吡咯	0.29	0.35
40	1516	Bezaldehyde 苯甲醛	0.1	0.33
42	1529	2,3 - butanediol 2,3 - 丁二醇	2.35	2.64
43	1537	1H-pyrrole. 2 - methyl 2 - 甲基 - 1H - 吡咯	0	0.33
45	1577	3 - methoxy pyridine 3 - 甲氧基吡啶	0.14	0
46	1607	Dihydro - 2(3H) - furanone 二氢-2(3H) - 呋喃酮	0.19	0.34
47	1612	Butyrolactone 丁内酯	0.14	0.22
48	1631	Benzeneacetaldehyde 苯乙醛	0.13	0.92
50	1646	2 - furanmethanol 2 - 呋喃甲醇	0.18	0.8
51	1744	2 - (5H) - furanone 2 - (5H) - 呋喃酮	0.09	0.72
52	1762	Acetamide 乙酰胺	0	1.28
53	1815	Benzothiazole 苯并噻唑	0	0
54	1872	Pantolactone 泛内酯	0.07	0.24
55	1901	Pyrrolidinone 吡咯酮	0	0.42
56	1934	N-phenyl formamide N - 苯基甲酰胺	0.1	0
57	1942	4 - methyl - 5 - thiazoleethanol 4 - 甲基 - 5 - 乙醇噻唑	0	0.03
58	1983	2,3 - dihydrobenzofum 2,3 - 二氢苯并呋喃	0.1	0

3 讨论

温度对烘烤花生风味物质影响较大,萃取压力及萃取时间相对影响较小,随着温度的升高,风味物质逐渐增多,55℃时萃取物的风味更接近烘烤花生的风味,

与 Leunissen^[14]报道的结果一致;本试验最佳萃取压力为 25Mpa,而 Leunissen^[14]最佳萃取压力为 9.6Mpa,导致不同的主要原因是萃取釜的体积不同,预试验的结果表明随着萃取釜原料的增加萃取时间和压力逐渐增大,本试验采用 1L 的萃取釜,而 Leunissen 采用 10mL 的萃取釜。本研究结果与压力对萃取物影响的理论结

果相吻合,并且更符合生产的实际需要。

对萃取物采用萃取率和风味物质提取量来描述挥发性成分总量的变化,克服了原有方法的片面性,相对客观可靠;采用样品偏差值和感官评价秩和的方法进行香气协调性的研究,通过二者的拟合,感官评价秩和数值越大,样品的偏差值相对较小,充分说明其拟合性良好,萃取物的风味与烘烤花生的原有风味更加接近。采用样品偏差值来评价超临界萃取物的风味协调性变化,可以将 GC-MS 分析数据通过数学归纳法以一个综合数据的形式给出来,增加了仪器分析数据的利用程度,而且使分析结果更加直观,从而为烘烤花生风味物质提取提供一种可行的方法。

4 结 论

通过样品偏差值和感官评价秩和的拟合性分析,样品的偏差值可以作为定量评价超临界 CO₂ 萃取花生中风味物质香气协调性变化的可行性的方法。

通过萃取率和风味物质提取量来描述挥发性成分总量的变化,通过样品偏差值和感官评价秩和从客观、主观两个方面来综合香气协调的变化,确定烘烤花生风味物质的最佳萃取条件为萃取压力 25MPa,萃取温度 55℃,萃取时间为 120min;该工艺条件下可以萃取出烘烤花生中 85% 以上的风味成分,优于其他的萃取方法。

参考文献:

- [1] Larrayoz P, Ibanez F C, Ordonez A I, Torre P, Barcina Y. Evaluation of supercritical fluid extraction as sample preparation method for the study of Roncal cheese aroma [J]. *International Dairy Journal*, 2000, 10 (11): 755 - 759
- [2] Bhattacharjee P, Ranganathan T V, Singhal R S, Kulkarni P R. Comparative aroma profiles using supercritical carbon dioxide and Likens Nickerson extraction from a commercial brand of Basmati rice [J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003, 83 (9): 880 - 883
- [3] Ramos E, Valero E, Ibanez E, Reglero G, Tabera J. Obtention of a brewed coffee aroma extract by an optimized supercritical CO₂ based process [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1998, 46 (10): 4011 - 4016
- [4] 吴建生,李关荣,俞纯芳,伊奈和夫. 咖啡香气的超临界 CO₂ 抽提液的经时变化研究[J]. *西南农业大学学报*, 1995, 17 (4): 291 - 294
- [5] Dron A, Guyer D E, Gage D A, Lira C T. Yield and quality of onion flavor oil obtained by supercritical fluid extraction and other methods [J]. *Journal of Food Process Engineering*, 1997, 20 (2): 107 - 124
- [6] 王欣,陈庆华,李元瑞. 大蒜超临界 CO₂ 萃取物成分分析[J]. *食品与机械*, 2003, (6): 44 - 45
- [7] 臧志清,周端美. 超临界二氧化碳连续萃取蒜油的实验研究[J]. *中国粮油学报*, 1998, 13 (3): 21 - 24.
- [8] Best D. Spices, flavors and oleoresins [J]. *Prepared Foods*, 1989, 158 (5): 147 - 148, 150
- [9] Anitescu G, Doneanu C, Radulescu V. Isolation of Coriander oil: comparison between steam distillation and supercritical CO₂ extraction [J]. *Flavour and Fragrance Journal*, 1997, 12 (3): 173 - 176
- [10] Reverchon E, Ambruosi A, Senatore F. Isolation of peppermint oil using supercritical CO₂ extraction [J]. *Flavour and Fragrance Journal*, 1994, 9 (1): 19 - 23
- [11] 田怀香,王璋,许时英. 超临界 CO₂ 流体技术提取金华火腿中挥发性风味组分. [J] *食品与机械*. 2007, 23(2): 18 - 22
- [12] 余有贵,曾传广,陈祥斌,李小芳,马立群. 超临界 CO₂ 提取双轮底酒醋中香味成分的工艺研究. [J] *中国酿造*, 2006, 164 (11): 31 - 33
- [13] 任健,杨京,刘钟栋. 超临界 CO₂ 萃取毛尖茶香味成分的研究. [J] *粮油食品科技*, 2004, 12(3): 44 - 45.
- [14] Leunissen M, Davidson V J, Kakuda Y. Analysis of volatile flavor components in roasted peanuts using supercritical fluid extraction and gas chromatography-mass spectrometry [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1996, 44 (9): 2694 - 2699
- [15] Santerre C R, Goodrum J W, Kee J M. Roasted peanuts and peanut butter quality are affected by supercritical fluid extraction [J]. *Journal of Food Science*, 1994, 59 (2): 382 - 386
- [16] 张春红,王丽,李淑荣,吴海文,张振波,王强,宋焕禄,张庆芳. 烘烤花生仁、花生粕和花生壳中挥发性物质的研究[J]. *食品科技*, 2009, 1: 35 - 37
- [17] 刘凌,崔明学,薛毅. 运用气相色谱检测数据定量评价加工果蔬汁的香气协调性变化[J]. *色谱*, 2005, 23(4): 426 - 430
- [18] 吴谋成. 食品分析与感官评价[M]. 中国农业出版社, 2002, 321 - 326