

西班牙和意大利进口特级初榨橄榄油品质比较

罗鑫¹, 高盼^{1,2}, 胡传荣^{1,2}, 何东平^{1,2}

(1. 武汉轻工大学 食品科学与工程学院, 武汉 430023; 2. 大宗粮油精深加工教育部重点实验室, 武汉 430023)

摘要:为了系统研究我国主要进口的特级初榨橄榄油性质, 比较分析了我国主要进口的 8 种西班牙和意大利特级初榨橄榄油的脂肪酸组成、酸值、过氧化值及微量成分含量, 并对其进行了挥发性成分分析及感官评价。结果表明: 西班牙特级初榨橄榄油的 C18:1 (77.22%) 和 C23:0 (0.94%) 含量平均值高于意大利样品 (分别为 72.46% 和 0.64%), 西班牙特级初榨橄榄油的酸值、过氧化值低于意大利样品; 西班牙特级初榨橄榄油中含有 γ -生育酚和 δ -生育三烯酚, 而意大利样品中未检出这两种, 且西班牙特级初榨橄榄油中 α -生育酚含量平均值 (189.58 mg/kg) 高于意大利样品 (161.26 mg/kg), 角鲨烯含量平均值 (6 127.83 mg/kg) 远高于意大利样品 (4 083.50 mg/kg), 两者甾醇含量差异很小。虽然西班牙特级初榨橄榄油的醛类含量平均值低于意大利样品, 但酯类含量更高。感官评价发现, 西班牙特级初榨橄榄油的果味、苦味、辣味评分皆高于意大利样品。综上, 西班牙特级初榨橄榄油的酸值、过氧化值较低, α -生育酚、角鲨烯含量高于意大利样品, 且感官评分较高。

关键词: 特级初榨橄榄油; 脂肪酸; 微量成分; 挥发性成分; 感官评价

中图分类号: TS225.1; TQ646 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2022)06-0046-07

Quality comparison of extra virgin olive oil imported from Spain and Italy

LUO Xin¹, GAO Pan^{1,2}, HU Chuanrong^{1,2}, HE Dongping^{1,2}

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China; 2. Key Laboratory of Deep Processing of Major Grain and Oil, Ministry of Education, Wuhan 430023, China)

Abstract: In order to systematically study the properties of extra virgin olive oil mainly imported to China, the fatty acid composition, acid value, peroxide value, trace components content of eight kinds of extra virgin olive oil imported from Spain and Italy were compared and analyzed, and their volatile components analysis and sensory evaluation were carried out. The results showed that the average contents of C18:1 (77.22%) and C23:0 (0.94%) in Spanish extra virgin olive oil were higher than those of Italian samples (72.46% and 0.64%). The acid value and peroxide value of Spanish extra virgin olive oil were lower than those of Italian samples. γ -Tocopherol and δ -tocotrienols were detected in Spanish samples, but not detected in Italian samples, and the average α -tocopherol content (189.58 mg/kg) in Spanish samples was higher than that in Italian samples (161.26 mg/kg). The average squalene content (6 127.803 mg/kg) in Spanish samples was much higher than that in Italian samples (4 083.50 mg/kg), and there was little difference in sterol content between Spanish and Italian samples. Although the average content of aldehydes in Spanish samples was lower than that in Italian samples, the content of esters was higher. Sensory evaluation showed that the fruitiness, bitterness and pungent scores of Spanish samples were higher than those of Italian samples. In conclusion, the acid

value and peroxide value of Spanish samples are lower, the contents of α -tocopherol and squalene are higher than that of Italian samples, and the sensory score is higher.

Key words: extra virgin olive oil; fatty acid; trace component; volatile component; sensory evaluation

收稿日期: 2021-09-01; 修回日期: 2022-02-26

作者简介: 罗鑫 (1996), 男, 硕士研究生, 研究方向为粮食、油脂及植物蛋白 (E-mail) 1154832881@qq.com。

通信作者: 高盼, 讲师, 博士 (E-mail) gaopan925@163.com。

橄榄油是地中海饮食中的一个独特元素^[1-3],在过去几十年中,橄榄油的生产和消费已扩展到非地中海地区。橄榄油具有特殊的感官风味和丰富的生物活性物质^[4-7],并且其单不饱和脂肪酸含量高,单不饱和脂肪酸具有降低血糖^[8]、调节血脂^[9]、降胆固醇^[10]等功效。因此,橄榄油是一种具有高营养价值的食用油^[11-12]。油橄榄种植对自然条件要求较高^[13],虽然我国油橄榄的种植规模不断扩大,但橄榄油仍以进口为主^[14]。近年来我国的橄榄油市场得到了高速发展,国际橄榄油理事会数据显示2014/2015年度我国橄榄油进口量为35 898 t,2019/2020年度增长到55 580 t,我国已成为橄榄油进口增长的第二大市场,被誉为未来世界第一大橄榄油消费国。2020年我国橄榄油进口来源地前两名是西班牙和意大利,分别占我国进口额的84.36%和10.62%,但由于缺乏系统研究,不同产地进口橄榄油的品质差异不明确,影响了进口橄榄油市场的发展。特级初榨橄榄油是采用低温压榨的方法制备的,其不含防腐剂和添加剂成分,品质较好,且进口量相对较大。

目前,有关进口橄榄油的研究比较少,进口橄榄油的市场管理有待加强^[15]。为了系统研究我国主要进口的特级初榨橄榄油性质,本文收集了我国进口的、具有代表性的8种西班牙和意大利的特级初榨橄榄油样品,对其酸值、过氧化值、脂肪酸组成、主要微量成分含量进行了测定,并进行了挥发性成分分析及感官评价,以期为消费者在橄榄油的挑选上提供指导依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 原料与试剂

西班牙、意大利进口的8种特级初榨橄榄油,1~4号样品来自西班牙产区,5~8号样品来自意大利产区,8种产品的原料油橄榄果年份相同,橄榄油保质期接近,购自大型进口超市。37种脂肪酸甲酯、生育酚、双(三甲基硅基)三氟乙酰胺(BSTFA)+三甲基氯硅烷(TMCS)、甾醇和角鲨烯标准品, Sigma-Aldrich公司;其他试剂均为分析纯,国药集团。

1.1.2 仪器与设备

7890A气相色谱-质谱仪配火焰离子化检测器(FID)、DB17HT毛细管柱(0.15 μm , 0.25 mm \times 15 m),安捷伦有限公司;Trace TR-FAME毛细管柱(60 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm),赛默飞有限公司;LC-20AT高效液相色谱系统配SPD-20A紫外检

测器,日本岛津公司;Sopelcosp-2560石英毛细管柱(100 m \times 0.25 mm \times 0.2 μm)。

1.2 实验方法

1.2.1 脂肪酸组成及含量测定

甲酯化:取0.2~0.3 g样品于甲酯化管,加入2 mL 0.5 mol/L的氢氧化钠甲醇溶液,涡旋混匀,在65 $^{\circ}\text{C}$ 水浴下反应30 min后加入2 mL 15%的三氟化硼甲醇溶液,在65 $^{\circ}\text{C}$ 水浴30 min,取出冷却后,加入2 mL饱和NaCl溶液和2 mL色谱级正己烷,超声波振荡30 s,加入5 mL水,静置分层,取上层清液,供GC分析。

GC条件:色谱柱为Sopelcosp-2560石英毛细管柱(100 m \times 0.25 mm \times 0.2 μm);载气为高纯氮气,分流比100:1;进样量1 μL ;进样口温度270 $^{\circ}\text{C}$;检测器温度280 $^{\circ}\text{C}$;柱升温程序为100 $^{\circ}\text{C}$ 保持13 min,以10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至180 $^{\circ}\text{C}$,保持6 min,以1 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至200 $^{\circ}\text{C}$,保持20 min,然后以4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至230 $^{\circ}\text{C}$ 。

1.2.2 酸值和过氧化值的测定

酸值测定参考GB 5009.229—2016中冷溶剂指示剂滴定法;过氧化值测定参考GB 5009.227—2016中滴定法。

1.2.3 主要微量成分含量的测定

V_E 含量测定参考GB/T 26635—2011《动植物油脂生育酚及生育三烯酚含量测定 高效液相色谱法》;甾醇含量测定参考NY/T 3111—2017《植物油中甾醇含量的测定 气相色谱-质谱法》;角鲨烯含量测定参考T/ZNZ 027—2020《食用植物油中角鲨烯的测定 气相色谱-串联质谱法》。

1.2.4 挥发性成分测定

顶空固相微萃取:准确称取5.00 g橄榄油样品于20 mL顶空瓶中,旋紧瓶盖,在平衡操作台平衡10 min,然后将萃取头插入顶空瓶,在50 $^{\circ}\text{C}$ 恒温水浴锅中萃取吸附10 min后,在GC-MS进样口250 $^{\circ}\text{C}$ 解吸5 min。

GC条件:色谱柱为Trace TR-FAME毛细管柱(60 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm);柱升温程序为40 $^{\circ}\text{C}$ 保持10 min,以4 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至300 $^{\circ}\text{C}$,保持30 min;载气为99.999%氦气,流速1 mL/min;进样口温度300 $^{\circ}\text{C}$;分流比100:1。

MS条件:传输线温度280 $^{\circ}\text{C}$,电子轰击(EI)离子源,电离电压70 eV,灯丝电流100 μA ,倍增器电压1 200 V,质量扫描范围(m/z) 35~420。

挥发性成分鉴定采用NIST 11标准谱库检索和

Massworks™ 质谱解析软件与人工解析图谱共同确定。采用峰面积归一化法计算各挥发性成分的相对含量。

1.2.5 感官评价

特级初榨橄榄油的感官特性是不同化合物产生的味道、气味和化学反应的综合结果,其中果味、苦味和辣味 3 个正向属性主要被用来评价特级初榨橄榄油,因此以这 3 个指标进行特级初榨橄榄油的感官评价。

采用 COI/T. 20/Doc. No15/Rev1 (2007) 橄榄油感官品评分析方法对 8 种特级初榨橄榄油进行感官评价,由 10 位长期从事感官评价工作的人员组成感官分析品评小组对各样品进行感官评分。

2 结果与讨论

2.1 脂肪酸组成

8 种特级初榨橄榄油的脂肪酸组成及含量如表 1 所示。

表 1 8 种特级初榨橄榄油的脂肪酸组成及含量

脂肪酸	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号	%
C16:0	11.02 ± 0.01 ^g	11.55 ± 0.01 ^f	13.17 ± 0.01 ^c	10.52 ± 0.02 ^h	13.74 ± 0.02 ^b	13.87 ± 0.00 ^a	11.81 ± 0.00 ^e	12.93 ± 0.01 ^d	
C18:0	3.73 ± 0.01 ^a	3.35 ± 0.01 ^b	3.20 ± 0.01 ^c	3.19 ± 0.02 ^e	2.77 ± 0.01 ^e	3.08 ± 0.01 ^d	3.08 ± 0.02 ^d	2.66 ± 0.01 ^f	
C18:1	78.08 ± 0.02 ^b	77.96 ± 0.01 ^c	74.39 ± 0.00 ^e	78.43 ± 0.02 ^a	70.19 ± 0.01 ^g	69.30 ± 0.01 ^h	76.29 ± 0.01 ^d	74.07 ± 0.01 ^f	
C18:2	4.95 ± 0.00 ^g	4.82 ± 0.03 ^h	7.07 ± 0.00 ^d	5.08 ± 0.00 ^f	11.13 ± 0.01 ^b	11.49 ± 0.00 ^a	6.49 ± 0.00 ^c	8.26 ± 0.01 ^c	
C20:0	0.45 ± 0.01 ^c	0.43 ± 0.01 ^{d,e}	0.46 ± 0.01 ^c	0.48 ± 0.01 ^{a,b}	0.46 ± 0.00 ^{b,c}	0.45 ± 0.00 ^{c,d}	0.49 ± 0.01 ^a	0.43 ± 0.00 ^e	
C18:3n3	0.63 ± 0.01 ^f	0.65 ± 0.01 ^{d,e}	0.67 ± 0.00 ^{e,d}	0.75 ± 0.01 ^a	0.68 ± 0.01 ^{b,c}	0.70 ± 0.01 ^b	0.65 ± 0.00 ^c	0.61 ± 0.00 ^g	
C20:1	0.25 ± 0.00 ^d	0.26 ± 0.00 ^d	0.28 ± 0.01 ^c	0.30 ± 0.01 ^b	0.32 ± 0.01 ^a	0.27 ± 0.00 ^c	0.31 ± 0.00 ^a	0.30 ± 0.00 ^{a,b}	
C22:0	ND	ND	ND	0.14 ± 0.00 ^d	0.16 ± 0.00 ^b	0.14 ± 0.00 ^d	0.18 ± 0.00 ^a	0.15 ± 0.00 ^c	
C23:0	0.89 ± 0.00 ^c	0.98 ± 0.01 ^b	0.77 ± 0.01 ^d	1.12 ± 0.01 ^a	0.55 ± 0.00 ^g	0.70 ± 0.00 ^e	0.70 ± 0.00 ^e	0.59 ± 0.00 ^f	
SFA	16.10 ± 0.01 ^g	16.31 ± 0.02 ^e	17.60 ± 0.01 ^c	15.44 ± 0.02 ^h	17.68 ± 0.03 ^b	18.25 ± 0.01 ^a	16.26 ± 0.01 ^f	16.75 ± 0.02 ^d	
MUFA	78.33 ± 0.03 ^b	78.22 ± 0.01 ^c	74.66 ± 0.01 ^e	78.72 ± 0.03 ^a	70.51 ± 0.01 ^g	69.57 ± 0.00 ^h	76.60 ± 0.01 ^d	74.37 ± 0.01 ^f	
PUFA	5.58 ± 0.01 ^g	5.47 ± 0.02 ^h	7.74 ± 0.01 ^d	5.83 ± 0.01 ^f	11.81 ± 0.01 ^b	12.18 ± 0.01 ^a	7.14 ± 0.00 ^c	8.87 ± 0.01 ^c	

注:同行不同上标字母表示在 0.5% 显著水平的统计差异, ND 为未检出

由表 1 可知,油酸(C18:1)是特级初榨橄榄油中含量最丰富的单不饱和脂肪酸,其中西班牙特级初榨橄榄油样品的 C18:1 含量平均值为 77.22%,高于意大利特级初榨橄榄油样品的 C18:1 含量平均值(72.46%)。橄榄油中还含有一些特殊的脂肪酸,如山嵛酸(C22:0)(ND ~ 0.18%)和二十三烷酸(C23:0)(0.55% ~ 1.12%),西班牙特级初榨橄榄油中除 4 号样品外,均未检出 C22:0,而意大利样品 C22:0 含量为 0.14% ~ 0.18%,西班牙特级初榨橄榄油的 C23:0 含量平均值为 0.94%,显著高于意大利样品(0.64%)。西班牙特级初榨橄榄油样品与意大利特级初榨橄榄油样品的脂肪酸组成与含量都存在差异,这些差异可能与油橄榄树的生长环境、植物学特性、农艺措施、加工工艺^[16-17]及生物或非生物胁迫等因素有关^[18-19]。

2.2 酸值和过氧化值

8 种特级初榨橄榄油的酸值和过氧化值见表 2。

表 2 8 种特级初榨橄榄油的酸值和过氧化值

样品	酸值(KOH)/(mg/g)	过氧化值/(mmol/kg)
1 号	0.62 ± 0.01 ^c	4.34 ± 0.01 ^d
2 号	0.56 ± 0.01 ^f	3.98 ± 0.02 ^e
3 号	0.65 ± 0.02 ^e	3.43 ± 0.01 ^g
4 号	0.44 ± 0.01 ^g	2.86 ± 0.02 ^h
5 号	0.84 ± 0.00 ^c	5.74 ± 0.01 ^a
6 号	0.91 ± 0.02 ^b	4.51 ± 0.03 ^c
7 号	0.98 ± 0.03 ^a	3.84 ± 0.01 ^f
8 号	0.80 ± 0.01 ^d	5.36 ± 0.01 ^b

注:同列不同上标字母表示在 0.5% 显著水平的统计差异。下同

由表 2 可以看出,8 种特级初榨橄榄油样品的酸值(KOH)为 0.44 ~ 0.98 mg/g,符合国家标准 GB/T 23347—2021《橄榄油、油橄榄果渣油》中特级初榨橄榄油酸值(KOH)小于或等于 1.6 mg/g 的要求,西班牙特级初榨橄榄油的酸值(KOH)平均值为 0.57 mg/g,低于意大利样品的酸值(KOH)

平均值(0.88 mg/g)。8种特级初榨橄榄油样品的过氧化值为2.86~5.74 mmol/kg,符合国家标准中特级初榨橄榄油过氧化值小于或等于9.85 mmol/kg的要求,且意大利特级初榨橄榄油样品的过氧化值平均值(4.86 mmol/kg)大于西班牙样品过氧化值的平均值(3.66 mmol/kg)。西班牙特级初榨橄榄油的酸值与过氧化值均低于意大利样

品,可能是因为西班牙特级初榨橄榄油的油酸含量平均值高于意大利样品,油酸拥有比羟基酪醇(橄榄油中的一种多酚)更有效的抗氧化能力^[20]。

2.3 主要微量成分含量

8种特级初榨橄榄油的主要微量成分含量见表3。

表3 8种特级初榨橄榄油的主要微量成分含量

样品	角鲨烯	α -生育酚	γ -生育酚	δ -生育三烯酚	总V _E	甾醇
1号	6 059.92 ± 5.52 ^c	131.00 ± 2.65 ^c	5.03 ± 0.03 ^b	ND	136.03 ± 2.65 ^d	1 177.85 ± 3.20 ^e
2号	6 393.22 ± 6.01 ^b	202.33 ± 3.51 ^b	9.02 ± 0.03 ^a	ND	211.36 ± 3.50 ^{bc}	1 163.22 ± 2.03 ^f
3号	4 845.42 ± 1.18 ^d	204.33 ± 3.06 ^b	ND	ND	204.33 ± 3.06 ^c	1 262.35 ± 3.20 ^d
4号	7 212.77 ± 3.56 ^a	220.67 ± 6.51 ^a	ND	14.00 ± 0.03 ^a	220.67 ± 6.51 ^{ab}	1 389.16 ± 2.46 ^b
5号	3 574.26 ± 4.54 ^b	224.67 ± 8.02 ^a	ND	ND	224.67 ± 8.02 ^a	1 271.97 ± 3.53 ^c
6号	4 450.54 ± 6.08 ^f	201.13 ± 0.14 ^b	ND	ND	201.13 ± 0.14 ^c	1 548.52 ± 5.71 ^a
7号	4 467.91 ± 4.15 ^e	87.03 ± 0.04 ^d	ND	ND	87.03 ± 0.04 ^e	1 068.24 ± 2.67 ^g
8号	3 841.30 ± 2.53 ^g	132.20 ± 0.17 ^c	ND	ND	132.20 ± 0.17 ^d	1 264.52 ± 2.92 ^{cd}

注:ND为未检出。下同

由表3可以看出,橄榄油的总V_E含量为87.03~224.67 mg/kg,西班牙特级初榨橄榄油中的 α -生育酚含量平均值为189.58 mg/kg,大于意大利样品中的 α -生育酚含量平均值(161.26 mg/kg),西班牙特级初榨橄榄油样品中1号和2号样品检测出 γ -生育酚,4号样品检测出 δ -生育三烯酚,而意大利特级初榨橄榄油样品未检测出 γ -生育酚和 δ -生育三烯酚,这些差异可能是西班牙特级初榨橄榄油样品与意大利样品的特征差异。

8种特级初榨橄榄油样品的角鲨烯含量为3 574.26~7 212.77 mg/kg,西班牙特级初榨橄榄油的角鲨烯含量平均值为6 127.83 mg/kg,远大于意大利样品的角鲨烯含量平均值(4 083.50 mg/kg)。推测可能是因为西班牙特级初榨橄榄油样品的品种基因型和意大利样品具有明显差异^[21]。角鲨烯是重要的油脂伴随物,其抗氧化能力强于皮肤中的脂类分子,可以帮助皮肤抵抗由于紫外线照射和其他氧化反应导致的损伤,现有的角鲨烯主要来源于海洋,从上述结果可知橄榄油中含有丰富的角鲨烯,是非常好的角鲨烯植物来源。

8种特级初榨橄榄油样品的甾醇含量为1 068.24~1 548.52 mg/kg,西班牙特级初榨橄榄油样品的甾醇含量平均值(1 248.14 mg/kg)与意大利特级初榨橄榄油样品的甾醇含量平均值(1 288.31 mg/kg)差异不大,均符合国家标准中

特级初榨橄榄油甾醇含量大于或等于1 000 mg/kg的要求。

2.4 挥发性成分分析及感官评价

2.4.1 挥发性成分分析

8种特级初榨橄榄油挥发性成分组成及含量见表4。

由表4可知,8种特级初榨橄榄油挥发性成分检测出33种化合物,包含酸类、醛类、酯类、醇类、烃类。其中鉴定出的醇类有10种,主要是C₂、C₄、C₆醇,西班牙特级初榨橄榄油醇类含量平均值为29.38%,大于意大利样品的醇类含量平均值(27.75%)。鉴定出的醛类有7种,主要是C₅和C₆醛,己烯醛含量占总醛类含量的11.19%~85.03%,西班牙特级初榨橄榄油样品醛类含量平均值为13.16%,小于意大利样品的醛类含量平均值(36.63%)。鉴定出的酸类有3种,主要是乙酸,西班牙特级初榨橄榄油样品酸类含量平均值为41.35%,大于意大利样品的酸类含量平均值(22.49%)。鉴定出的酯类有4种,主要是4-己烯乙酯,西班牙特级初榨橄榄油样品酯类含量平均值为12.72%,大于意大利样品的酯类含量平均值(1.71%)。Romero等^[22]研究发现,挥发性化合物与气候之间存在显著关系($p < 0.05$),因此推测影响西班牙和意大利特级初榨橄榄油样品挥发性成分含量差异的主要因素可能为两国的气候条件差异。

表 4 8 种特级初榨橄榄油的挥发性成分组成及含量

化合物	保留时间/ min	含量/%							
		1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号	8 号
乙醇	4.47	ND	15.42	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-丁二醇	4.66	30.86	ND	18.84	2.33	18.00	22.00	15.66	18.32
3-甲基丁醇	8.55	1.75	1.35	3.62	1.35	ND	1.36	ND	1.52
丙二醇	8.92	ND	8.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-庚烯-1-醇	9.70	ND	ND	1.25	ND	1.54	ND	ND	1.20
1-甲基己醇	11.43	ND	ND	ND	ND	ND	0.81	ND	ND
1-甲基己醇	11.60	ND	ND	ND	ND	ND	1.45	ND	1.28
己烯醇	13.07	3.09	4.03	7.90	12.52	ND	4.46	ND	ND
己烯醇	13.54	2.03	1.19	ND	ND	6.13	3.16	3.01	6.29
2-壬烯-1-醇	19.13	ND	ND	ND	ND	1.36	ND	1.07	ND
4-乙基环己醇	19.68	0.14	ND	0.10	0.17	ND	0.16	0.22	2.01
苯甲醇	21.64	ND	1.32	ND	ND	ND	ND	ND	ND
醇类合计		37.87	31.56	31.71	16.37	27.03	33.40	19.96	30.62
2,2-二甲基丙醛	7.30	ND	ND	7.82	9.17	9.99	7.17	6.90	8.98
己醛	10.38	6.52	ND	5.37	3.69	9.63	9.31	23.85	8.95
己烯醛	12.74	0.88	1.08	13.76	2.97	22.29	3.32	10.33	18.59
庚醛	14.74	0.21	ND	ND	ND	ND	0.45	0.92	ND
2,4-己二烯醛	15.71	ND	ND	0.48	ND	0.69	ND	0.38	0.67
2-庚烯醛	17.58	ND	ND	ND	ND	ND	0.28	0.21	0.25
壬醛	25.13	0.25	0.19	0.17	0.09	0.33	0.31	2.19	0.52
醛类合计		7.86	1.27	27.60	15.92	42.93	20.84	44.78	37.96
乙酸	5.72	42.78	25.27	34.81	57.60	16.71	32.64	15.26	21.77
4-甲基戊酸	7.60	4.95	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
苯乙酸	9.14	ND	ND	ND	ND	1.75	ND	1.84	ND
酸类合计		47.73	25.27	34.81	57.60	18.46	32.64	17.10	21.77
丁酸乙酯	10.46	ND	5.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
丁酸乙酯	10.88	ND	3.61	ND	ND	ND	ND	ND	ND
辛酸 3-甲基丁酯	13.62	ND	30.93	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4-己烯乙酯	19.93	1.76	1.50	1.68	5.68	1.48	1.53	2.49	0.26
乙酸辛酯	20.23	ND	ND	0.59	ND	ND	ND	1.07	ND
酯类合计		1.76	41.17	2.27	5.68	1.48	1.53	3.56	0.26
辛烷	10.08	4.12	ND	2.25	2.16	1.63	3.05	12.06	3.54
辛烷	10.92	ND	ND	ND	ND	5.09	4.12	ND	4.21
2,2,4,6,6-五甲基庚烷	18.67	ND	ND	ND	ND	0.62	3.22	0.59	ND
十一烷	24.58	ND	ND	ND	0.09	ND	ND	ND	ND
3-乙基-1,5-辛二烯	16.18	ND	ND	0.37	0.73	0.86	0.31	0.57	0.50
3-乙基-1,5-辛二烯	16.53	ND	ND	0.39	0.84	0.97	0.39	0.64	0.64
D-柠檬烯	20.80	ND	0.26	ND	ND	0.20	ND	0.08	ND
3-萜烯	21.73	ND	ND	ND	ND	0.14	ND	ND	ND
1-癸三烯	30.95	0.55	0.36	0.53	0.23	0.34	0.32	0.53	0.33
α -蒎烯	42.16	0.02	0.04	ND	0.27	0.15	0.10	0.05	0.08
1,3-二叔丁基苯	34.33	0.09	0.07	0.07	0.11	0.10	0.08	0.08	0.09
烃类合计		4.78	0.73	3.61	4.43	10.10	11.59	14.60	9.39

2.4.2 感官评价

8 种特级初榨橄榄油的感官评分结果见表 5。

由表 5 可知,西班牙特级初榨橄榄油样品的苦

味评分平均值为 1.80,辣味评分平均值为 1.92,大于意大利样品的苦味评分平均值(0.73)与辣味评分平均值(0.88),脂氧合酶途径被认为是橄榄油香

气的来源,通过该途径利用酶将多不饱和脂肪酸转化为醛,然后将醛还原为醇,并酯化以产生酯,其中C5醇是橄榄油苦味和辣味的感官滋味来源^[23],这与2.4.1中的西班牙特级初榨橄榄油样品醇类含量平均值大于意大利特级初榨橄榄油样品醇类含量平均值相符合,佐证了醇类物质与苦味和辣味之间的正相关关系。西班牙特级初榨橄榄油样品的果味评分平均值为2.10,大于意大利特级初榨橄榄油样品的果味评分平均值(1.93),C6醛是橄榄油中水果香味的来源^[5],该结果与2.4.1中的西班牙特级初榨橄榄油样品醛类含量平均值低于意大利样品的醛类含量平均值不符,但是西班牙特级初榨橄榄油样品酯类含量平均值高于意大利特级初榨橄榄油样品的酯类含量平均值,这说明在果味上醛类和酯类可能存在协同作用。

表5 8种特级初榨橄榄油的感官评分

样品	果味	苦味	辣味
1号	1.2	1.2	2.9
2号	2.7	1.5	1.2
3号	2.3	2.1	0.9
4号	2.2	2.4	2.7
5号	2.3	0.3	0.1
6号	2.2	0.3	0.1
7号	1.6	0.8	2.1
8号	1.6	1.5	1.2

3 结论

本研究对我国主要进口的8种西班牙和意大利特级初榨橄榄油的脂肪酸组成、酸值、过氧化值、微量成分含量、挥发性成分和感官评价进行了比较分析。结果表明,西班牙特级初榨橄榄油的酸值与过氧化值均低于意大利样品,油酸、 α -生育酚、角鲨烯含量平均值高于意大利样品,这些差异可能是两国橄榄油的特征差异。西班牙特级初榨橄榄油样品挥发性成分醛类含量平均值低于意大利样品,但其酯类含量平均值高于意大利特级初榨橄榄油样品。西班牙特级初榨橄榄油的风味评分更高。结合挥发性成分分析和感官评价结果推测,橄榄油中的醛类和酯类物质可能存在协同作用,以增强橄榄油的果味。本研究为我国进口橄榄油的市场化发展提供了指导依据。

参考文献:

[1] KAMEL A, RATIBA B, MARRA F P, et al. Algerian olive germplasm and its relationships with the central - western Mediterranean varieties contributes to clarify cultivated olive diversification[J]. *Plants*, 2021, 10(4):

678 - 695.

- [2] CRESPO M C, TOMÉ - CARNEIRO J, DÁVALOS A, et al. Pharma - nutritional properties of olive oil phenols. Transfer of new findings to human nutrition [J]. *Foods*, 2018,7(6):90 - 118.
- [3] MARRANO N, SPAGNUOLO R, BIONDI G, et al. Effects of extra virgin olive oil polyphenols on beta - cell function and survival[J]. *Plants*, 2021, 10(2):286 - 297.
- [4] ANGÉLICA Q F, GEMA P C, CRISTINA S Q, et al. Effect of olive cultivar on bioaccessibility and antioxidant activity of phenolic fraction of virgin olive oil[J]. *Eur J Nutr*, 2018,57(5):1925 - 1946.
- [5] AMANPOUR A, KELEBEK H, KESEN S, et al. Characterization of aroma - active compounds in Iranian cv. Mari olive oil by aroma extract dilution analysis and GC - MS - olfactometry[J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2016, 93(12):1595 - 1603.
- [6] CASTELLANO J M, PERONA J S. Effects of virgin olive oil phenolic compounds on health: solid evidence or just another fiasco? [J]. *Grasas Aceites*, 2021, 72(2): e404 - e414.
- [7] JIMENEZ - LOPEZ C, CARPENA M, LOURENO - LOPES C, et al. Bioactive compounds and quality of extra virgin olive oil[J]. *Foods*, 2020, 9(8):1014 - 1044.
- [8] YUNIWARTI E, SARASWATI T R, KUSDIYANTINI E. Response of blood glucose level in hyperglycemic *Rattus norvegicus* towards giving of mixture of VCO and olive oil with vitamine E and their effects on the liver[J]. *J Phys Conf Ser*, 2019, 1217(1):12162 - 12165.
- [9] BOWEN K J, KRIS - ETHERTON P M, WEST S G, et al. Diets enriched with conventional or high - oleic acid canola oils lower atherogenic lipids and lipoproteins compared to a diet with a western fatty acid profile in adults with central adiposity[J]. *J Nutr*, 2019, 149(3): 471 - 478.
- [10] 屈家满, 潘伟. 膳食调整单不饱和脂肪酸对妊娠糖尿病患者脂糖代谢及母婴结局的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018,9(20):5511 - 5516.
- [11] GAFORIO J J, VISIOLI F, ALARCÓN - DE - LA - LASTRA C, et al. Virgin olive oil and health: summary of the III international conference on virgin olive oil and health consensus report, JAEN (Spain) 2018 [J]. *Nutrients*, 2019, 11(9):2039 - 2073.
- [12] JOO T C, CARMEN C M, CARMEN L, et al. Olive oil consumption and its repercussions on lipid metabolism [J]. *Nutr Rev*, 2020,78(11):952 - 968.
- [13] SANTIS S D, CARIELLO M, PICCININ E, et al. Extra virgin olive oil: lesson from nutrigenomics[J]. *Nutrients*, 2019, 11(9):2085 - 2101.
- [14] 吴学君, 张媛. 不完全竞争下我国橄榄油进口贸易市

- 场势力测度及影响因素研究[J]. 中国油脂, 2021, 46(1): 5-9.
- [15] WANG J W, ZHANG D S, FAROOQI T J A, et al. The olive (*Olea europaea* L.) industry in China: its status, opportunities and challenges[J]. *Agroforest Syst*, 2019, 93: 395-417.
- [16] PÉREZ M, LÓPEZ Y A, LOZANO C J, et al. Impact of emerging technologies on virgin olive oil processing, consumer acceptance, and the valorization of olive mill wastes[J]. *Antioxidants (Basel)*, 2021, 10(3): 417-434.
- [17] CRISTINA C, GUIDO A, CARLA G, et al. The compounds responsible for the sensory profile in monovarietal virgin olive oils[J]. *Molecules*, 2017, 22(11): 1833-1860.
- [18] BASHEER L, DAG A, YERMIYAHU U, et al. Effects of reclaimed wastewater irrigation and fertigation level on olive oil composition and quality[J]. *J Sci Food Agric*, 2019, 99(14): 6342-6349.
- [19] RAMOS-ROMÁN M J, JIMÉNEZ - MORENO G, SCOTTANDERSO R, et al. Climate controlled historic olive tree occurrences and olive oil production in southern Spain[J]. *Glob Planet Change*, 2019, 182: 102996-103019.
- [20] PAIVA - MARTINS F, FERNANDES J, ROCHA S, et al. Effects of olive oil polyphenols on erythrocyte oxidative damage[J]. *Mol Nutr Food Res*, 2010, 53(5): 609-616.
- [21] AMBRA R, NATELLA F, LUCCHETTI S, et al. α -Tocopherol, β -carotene, lutein, squalene and secoiridoids in seven monocultivar Italian extra-virgin olive oils[J]. *Int J Food Sci Nutr*, 2017, 68(5): 538-346.
- [22] ROMERO N, SAAVEDRA J, TAPIA F, et al. Influence of agroclimatic parameters on phenolic and volatile compounds of Chilean virgin olive oils and characterization based on geographical origin, cultivar and ripening stage[J]. *J Sci Food Agric*, 2016, 96(2): 583-592.
- [23] OLIVEIRA P G, JIMÉNEZ - LÓPEZ C, LOURENO - LOPES C, et al. Evolution of flavors in extra virgin olive oil shelf-life[J]. *Antioxidants*, 2021, 10(3): 368-386.

(上接第14页)

增长,我国油菜籽产量难以满足国内需求。另一方面,乡村小榨坊菜籽油和规模化压榨厂生产的小包装菜籽油之间又形成了两个差别很大的市场。

5.2 发展建议

通过以上分析,对我国油菜籽及菜籽油供需方面提出以下建议:①国内科研单位和种子企业应针对乡村小榨坊菜籽油和规模化压榨厂小包装菜籽油两个差异较大的市场开发不同的油菜品种以满足差异化的需求,积极推进油菜的高产、高效、高抗,并注重提高国产油菜籽的出油率。②重视国内乡村地区对小榨坊菜籽油的需求,并对乡村地区油菜籽小榨坊在加工流程、卫生安全、油品质量等方面进行改进提升。③我国应当考虑对有油菜籽生产潜力且与我国政治经济关系较稳定的国家进行农业领域投资,使我国在进口油菜籽和菜籽油时有更大的选择空间,实现来源多元化与可靠化。

参考文献:

- [1] 高艳滨. 2021年中国食用油产业报告[N]. 粮油市场报, 2021-11-16(T16).
- [2] 刘成, 赵丽佳, 唐晶, 等. 中美贸易冲突背景下中国油菜产业发展问题探索[J]. 中国油脂, 2019, 44(9): 1-6, 11.
- [3] 张兵, 林元洁. 我国油菜籽的贸易现状及发展趋势分析[J]. 国际贸易问题, 2009(4): 24-30.
- [4] 王瑞元. 2019年我国粮油生产及进出口情况[J]. 中国油脂, 2020, 45(7): 1-4.
- [5] 姜鹏. 从城乡融合发展看新时代粮食安全格局构建: 兼论我国粮食生产的三大约束和挑战应对[J]. 北京规划建设, 2021(1): 164-169.
- [6] 张正河. 习近平关于粮食安全的重要论述解析[J]. 人民论坛, 2019(32): 12-15.
- [7] 肖能遑, 汤惠雨, 郭庆元. 我国油菜生产可持续发展研究[J]. 作物杂志, 1998(2): 11-13.
- [8] 禾军. 论长江流域“双低”油菜带产业化开发[J]. 农业技术经济, 1999(3): 48-51.
- [9] 周雨, 余培玉, 单彭义, 等. 湖南衡阳、郴州油菜籽产地加工现状调研[J]. 湖南农业科学, 2018(11): 108-111.
- [10] 范连益, 惠荣奎, 邓力超, 等. 湖南油菜产业发展的现状、问题与对策[J]. 湖南农业科学, 2020(4): 80-83, 87.
- [11] 刘念, 汤天泽, 范其新, 等. 盐亭县油菜产业现状调研报告[J]. 四川农业科技, 2020(2): 62-64.
- [12] 刘金蓉, 马龙. 武威市油菜“一菜多用”技术模式应用情况调查[J]. 农业科技与信息, 2017(17): 19-20.