油橄榄果渣对面条品质的影响

洛桑卓玛[1,2]，张华玲[1,3]，黄俊僮[1]，迟原龙[1]，姚开[1]，贾冬英[1]

（1.四川大学轻工科学与工程学院，四川成都 610065）（2.西藏自治区产品质量监督检验所，西藏拉萨 850000）

（3.滇西科技师范学院生物技术与工程学院，云南临沧 677000）

摘要：本文中分析了油橄榄果渣粉的主要化学成分含量，研究了其对面条的蒸煮、质构、拉伸、剪切和感官特性的影响。结果显示，油橄榄果渣粉含粗纤维 43.29%、粗脂肪 12.71%、粗蛋白 4.54%、钾 0.72%、总黄酮 1.67%、总酚 1.13%和其它成分。不同添加量的油橄榄果渣会对面条品质产生不同程度的影响。当油橄榄果渣粉添加量为 5%时，与空白对照相比，面条的最佳烹调时间、吸水率、硬度、弹性、胶粘性、回复性、剪切特性和感官评分变化不明显，但其烹调损失率、咀嚼性、内聚性和拉伸特性出现了明显下降；当油橄榄果渣粉添加量达到 20%时，面条的最佳烹调时间较空白对照缩短了 1.25 min，烹调损失率增加了 17.60%，吸水率、硬度、弹性、胶粘性、内聚性、回复性和咀嚼性分别下降了 23.45%、5.74%、8.77%、22.79%、24.64%、28.21%和 41.46%，最大拉断力、拉断距离、剪切力和感官评分分别减少了 26.51%、38.65%、22.57%和 31.87%。适量添加（≤10%）油橄榄果渣粉对面条的品质影响在可接受范围内，但其过量添加则可显著降低面条的品质。

关键词：油橄榄果渣；面条；烹调特性；质构特性；拉伸特性

文章篇号：1673-9078(2020)06-204-210 DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.6.1163

Effects of Olive Pomace on the Quality of Chinese Dried Noodles

LUOSANG Zhuo-ma[1,2], ZHANG Hua-ling[1,3], HUANG Jun-tong[1], CHI Yuan-long[1], YAO Kai[1], JIA Dong-ying[1]

(1.College of Biomass Science & Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China) (2.Quality Supervision & Inspection Institute of Tibet Autonomous Region, Lasa 850000, China) (3. College of Biotechnology and Engineering, Dianxi Normal University of Science & Technology, Lincang 677000, China)

Abstract: In this paper, the contents of major chemicals in ground olive pomace were determined, and its effects on the cooking, textural, tensile and sensory properties of Chinese dried noodles were studied. The pomace contained 43.29% of crude fiber, 12.71% of crude fat, 4.54% of crude proteins, 0.72% of potassium, 1.67% of total flavonoids, 1.13% of total phenols and some other chemicals. Different amount of ground olive pomace can influence the quality of the noodles to varying degrees. Compared with the blank control, the best cooking time, water absorption, hardness, elasticity, stickiness, resilience, shear properties and sensory scores of noodles did not change significantly when the amount of olive pomace powder was 5%, but the cooking loss rate, chewability, cohesion and tensile properties decreased significantly; when the amount of olive pomace powder was 20%, the best cooking time of noodles is 1.25 min shorter than that of the blank control, the cooking loss increased by 17.60%, but the water absorption, hardness, elasticity, stickiness, cohesiveness, resilience and chewability decreased by 23.45%, 5.74%, 8.77%, 22.79%, 24.64%, 28.21% and 41.46% respectively; and the maximum breaking force, breaking distance, shear force and sensory score decreased by 26.51%, 38.65%, 22.57% and 31.87% respectively, compared to the control. Appropriate addition (≤10%) of ground olive pomace in noodles production can result in acceptable impact on their quality, but its excessive addition can significantly lower the quality of the noodles.

Key words: olive pomace; dried noodles; cooking property; textural property; tensile property

引文格式：

洛桑卓玛, 张华玲, 黄俊僮, 等. 油橄榄果渣对面条品质的影响[J].现代食品科技,2020,36(6):204-210

LUOSANG Zhuo-ma, ZHANG Hua-ling, HUANG Jun-tong, et al. Effects of olive pomace on the quality of Chinese dried noodles [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(6): 204-210

收稿日期：2019-11-28

基金项目：国家自然科学基金项目（31371775）

作者简介：洛桑卓玛（1986-），女，工程师，研究方向：食物资源开发利用

通讯作者：贾冬英（1968-），女，教授，研究方向：食品功能因子和副产物综合利用

油橄榄果渣是油橄榄果榨油过程中产生的副产生产可提高其营养与保健价值，具有较大的开发利用物，含有丰富的膳食纤维、油酸、氨基酸、矿物质、多酚类、萜类等营养与生理活性成分[1-4]，用于面条的价值。我国每年橄榄油加工产生的油橄榄果渣达上万吨，然而除少部分作为有机肥料获得应用外，大部分仍作为废弃物丢弃，从而造成资源浪费。

目前，有关油橄榄果渣研究主要集中在其化学组成和有效成分利用上。丁莎莎[5]等研究了油橄榄果渣中水溶性膳食纤维的组成与功能特性，结果显示其碱提纤维主要由木糖、阿拉伯糖、鼠李糖、半乳糖和甘露糖组成，且具有较强的抗氧化活性。Vioque A 等[6]比较了碱性蛋白酶处理对油橄榄果渣中蛋白质提取的影响，发现该酶处理可使蛋白质提取率从 5%提高到 30%。舒适[7]等采用微波辅助法提取油橄榄果渣中的多酚类物质，确定了其适宜提取条件，得到的提取物经大孔树脂纯化后其多酚含量高达 80%。

面条是由面粉经调配加水和成面团后通过醒发、压延、成型等工艺制作而成的面制品，因其营养较全面、食用方便而深受人们的喜爱。然而，纯面粉面条存在膳食纤维和活性成分含量低、血糖生成指数较高等不足。为了克服这些不足，一些研究者尝试着在面粉中添加富含膳食纤维和活性成分的坚果渣粉和豆渣粉等食品加工副产物。Zhu[8]等研究显示，添加亚麻籽渣粉可明显提高面条的抗氧化活性，降低其血糖生成指数，但会增加面条的烹煮损失，降低其硬度与拉伸强度；亚麻籽渣粉添加量为 5%时，得到的面条具有较高的感官评分。宋莲军[9]等研究表明，面粉中添加适量豆渣粉可改善面团的流变特性，提高面条的营养价值。基于此，本文中分析了油橄榄果渣粉的主要化学组成，重点研究了其在不同添加量下对面条品质的影响，以期为油橄榄果渣在面制品中的应用提供重要参考，同时为其高附加值利用提供新途径。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

油橄榄果渣粉是将四川华欧油橄榄开发有限公司提供的鲜油橄榄果渣于 70 ℃下干燥 5~6 h 后粉碎过 120 目筛后得到；高筋小麦粉和食用盐均为市售产品。

电感耦合等离子体发射光谱仪，美国热电公司；TA-XTi/5 物性测试仪，英国 Stable Micro Systems 公司；S3000 型扫描电子显微镜，日本 Hitachi 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 油橄榄果渣粉的主要成分测定

（1）营养成分测定：油橄榄果渣粉的水分测定参照 GB 5009.3-2010 的直接干燥法，其水分含量为 7.13%；粗蛋白和粗脂肪的定量分析分别参照 GB 5009.5-2010 的凯氏定氮法和 GB/T 5009.6-2003 的索氏抽提法；灰分和粗纤维含量的测定分别参照 GB 5009.4-2010 的高温灼烧法和 GB/T 5009.10-2003 的重量法；碳水化合物含量是使用减差法计算得到的，即碳水化合物=100-(水分+粗蛋白+粗脂肪+灰分) ；采用电感耦合等离子体原子发射光谱法分析了果渣粉中 6 种矿物质的含量。除矿物质外，其余营养成分含量均重复测定了 3 次，以平均值表示。

（2）活性成分待测液制备：在 2 g 橄榄油果渣粉中加入 120 mL 石油醚（沸点 30~60 ℃），常温下放置 10~12 h 后在 70 ℃下回流脱脂 2 h，将所得脱脂果渣粉用 60 mL 70%（*V*/*V*）乙醇于 70 ℃下回流提取 2 h，冷却后过滤，将所得滤液用 70%乙醇定容至 100 mL，得到活性成分待测液。

（3）总黄酮含量测定：以芦丁为标准品，参照白建华等[10]的方法测定了不同质量浓度（x，mg/mL）芦丁标准溶液经过显色反应后在 500 nm 的吸光度（y），绘制芦丁标准曲线，对其进行线性回归后得到方程：y=9.2464x-0.0041。精密吸取上述待测液 1.0 mL，按照芦丁标准曲线测定方法进行比色分析，计算出果渣粉的总黄酮含量。

（4）总酚含量测定：以没食子酸为标准，参照 Singleton VL 等[11]的方法测定了不同质量浓度（x，μg/mL）的没食子酸溶液经过显色反应后在 765 nm 处的吸光度（y），绘制没食子酸标准曲线，对其进行线性回归后得到方程：y=0.11224x+0.00862。精密吸取待测液 0.5 mL，按没食子酸标准曲线测定方法进行比色分析，计算出果渣粉的总酚含量。

1.2.2 面条制作

将油橄榄果渣粉分别按混合粉质量的 5%、10%、15%、20%加入到高筋小麦粉，混匀、过筛后得到 4 种混合粉。称取混合粉质量 1.5%的食用盐，将其用适量水（使混合粉料的水分含量为 35%）溶解后倒入 150 g 混合粉中，搅匀后揉制 5 min，将得到的面团密封后于 40 ℃下熟化 30 min，然后采用压面机将熟化面团合片压延，使其厚度从 3.5 mm 逐渐压延至 1 mm，切割成型后得到厚 1 mm、宽 2 mm、长 20 cm 的湿面条，将其于 40 ℃下干燥 4 h，自然冷却后密封备用。采用同样方法制备空白对照面条。

1.2.3 面条的烹调特性测定

（1）最佳烹调时间测定：将 250 mL 纯净水煮沸

后放入 10 根面条，每隔 15 s 挑出一根，将其平放在透明玻璃板上，用另一块透明玻璃板按压面条，观察面条中间白芯，白芯消失时间即为面条的最佳烹调时间。重复实验 3 次，结果取平均值。

（2）面条干物质吸水率和烹调损失率测定：将 10 根长度约为 16 cm 的面条称重（记为 W1，g）后放入 250 mL 沸水按最佳烹调时间煮制，快速捞出后用少量纯净水淋洗，将淋洗面条的纯净水与面汤混合，并将面条均匀平铺在滤纸上，保持 5 min 后称重（记为 W2，g），然后按照以下公式计算干物质吸水率，即吸水率(%)=(W2-W1)/W1×100%。

将面汤冷却至室温后定容至 500 mL，从中取 50 mL 倒入恒重的烧杯中，煮沸至干后于 105 ℃下烘干至恒重（记为 W3，g）。按以下公式计算面条的烹调损失率，即烹调损失率(%)=W3/W1×100%。

1.2.4 熟面条的质构、拉伸与剪切特性测定

（1）面条的预处理：将 250 mL 纯净水煮沸后放入 5 g 干面条，按最佳烹调时间煮制后立即将面条捞出，以纯净水冲淋 10 s，沥水后用滤纸吸干面条表面水分，得到预处理面条，立即分析其质构特性。每一样品平行测定 6 次，结果取其平均值。

（2）全质构分析（Texture Profile Analysis，TPA）：将 5 根预处理面条以一定间距平放于载物台上，然后采用 Code P/36R 探头对其进行测定；测定条件为压缩测量模式、测前速度 2.0 mm/s、测试速度和测后速度 0.8 mm/s、压缩比 70%、两次压缩之间的间隔时间 3 s、触发力 5 g。

（3）拉伸实验：将预处理面条的两端缠绕在探头支架上，用透明胶固定后采用 Code A/SPR 探头对其进行测试；测试条件为拉伸测量模式、测前速度 2 mm/s、测试速度 4 mm/s、测后速度 10 mm/s、拉伸比 120%、触发力 5 g。

（4）剪切实验：将 5 根预处理面条以一定间距平放于测试台上，然后采用 LKB-F 探头对其进行测定；测定条件为测前速度 1.00 mm/s、测试速度 0.17 mm/s、测后速度 10.00 mm/s、压缩比 90%。

1.2.5 面条的微观结构分析

采用离子溅射镀膜仪对干面条的截面进行喷金处理，20 min 后将其置于扫描电镜中，在电子枪加速电压为 20 kV、放大倍数为 2000 倍下拍摄面条截面的微观结构。

1.2.6 面条的感官评价

将 20 g 干面条放入 1000 mL 沸腾的纯净水按最佳烹调时间煮制后迅速捞出，用纯净水冲淋 10 s，分放在碗中由 5 位事先经过训练的品尝人员对其进行感官评价。面条的感官评价标准为中华人民共和国行业标准《面条用小麦粉》（LS/T 3202-1993）的附录 A“制品（面条）评分”中的 A2.3.2 项。

1.3 数据分析

实验结果以平均值±标准偏差表示，使用 SPSS 17.0 软件对其进行显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 油橄榄果渣粉的主要化学成分

油橄榄果渣粉含有的主要化学成分见表 1。可以看出，油橄榄果渣粉含有丰富的碳水化合物、较高的粗脂肪和灰分以及一定量的粗蛋白。其中，粗纤维是构成碳水化合物的主要成分，约占其总量的 59%；粗脂肪的主要脂肪酸为油酸；灰分中含量最高的矿物质是钾，钙和镁的含量次之，钠含量相对较低，铁含量也较高。此外，油橄榄果渣富含黄酮和多酚类化合物。因此，油橄榄果渣是高膳食纤维、高油酸、高矿物质、高活性成分的资源，将其应用于面条生产可提高面条的营养与保健价值。

表 1 油橄榄果渣粉的主要化学成分含量（100g 果渣粉）

Table 1 Contents of major chemicals in ground olive pomace

成分	含量	成分	含量
碳水化合物/g	73.33 ±1.93	总酚/g	1.13 g±0.00
粗纤维/g	43.29±1.24	K/mg	716.1
粗脂肪/g	12.71±0.03	Mg/mg	32.9
粗蛋白/g	4.54±0.27	Na/mg	13.4
灰分/g	2.29±0.09	Fe/mg	8.0
总黄酮/g	1.67±0.08	Zn/mg	0.12

2.2 油橄榄果渣对面条最佳烹调时间的影响

最佳烹调时间是指面条煮制熟化过程中品质达到最佳状态的时间，其与面条中淀粉的糊化作用有关。添加不同比例油橄榄果渣粉面条的最佳烹调时间如图 1 所示。可以看出，随着油橄榄果渣添加量的增大，面条的最佳烹调时间明显变短，从空白对照组面条的 5.25 min 缩短至 20%添加量面条的 4 min，缩短了 1.25 min。这与师俊玲[12]关于淀粉对挂面最佳烹调时间影响研究的结果一致。油橄榄果渣富含膳食纤维、黄酮和多酚类物质，当其添加量增大时，面条中的粗纤维、黄酮和多酚的含量增加，面筋蛋白含量减少，从而减弱了面筋蛋白网络结构，降低了面条结构的致密性，促进了水分与淀粉的相互作用。另外，黄酮和多酚物质可与淀粉形成复合物[13]，改变淀粉晶质和无定形质

之间的偶合力，促使淀粉颗粒之间的简单水合，使其糊化热能减少[14]，淀粉更易糊化，故面条熟化时间变短，耐煮性下降。

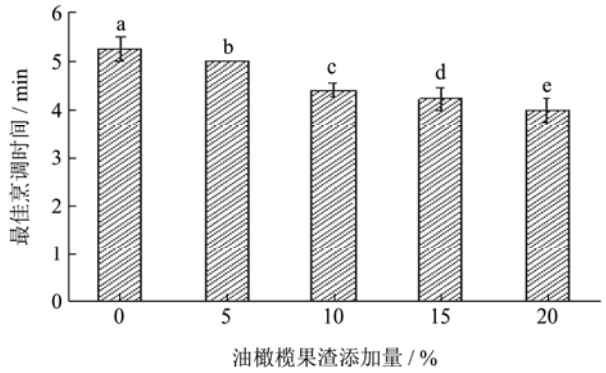


图 1 不同添加量油橄榄果渣面条的最佳烹调时间

Fig.1 Optimum cooking time of the noodles with ground olive pomace at various levels

注：图中不同字母代表差异显著（p<0.05），下同。

2.3 油橄榄果渣对面条吸水率和烹调损失率的影响

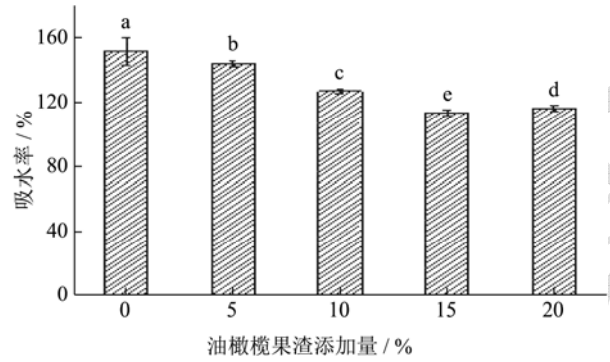


图 2 不同添加量油橄榄果渣面条的吸水率

Fig.2 Water absorption rate of the noodles with ground olive pomace at various levels

图 2 为含不同添加量油橄榄果渣面条的吸水率。可以看出，随着油橄榄果渣添加量的增大，面条吸水率先明显减小后显著升高，从空白对照面条的 151.79%下降至 116.20%（20%），下降了 23.45%。淀粉和面筋蛋白是面条的主要成分，具有较好的吸水性，是影响其吸水率的主要因素。随着油橄榄果渣添加量的增加，面条的淀粉和面筋蛋白含量逐渐减小，粗纤维含量不断增大，因此其吸水能力下降。当油橄榄果渣粉添加量达到 20%时，面条中粗纤维含量相对较高，导致其内部结构变得更为松散，煮制时水分更易进入到面条内部，使得面条的吸水率较 15%添加量的面条显著升高，但依然明显低于空白对照面条。

干面条在煮制过程中淀粉颗粒会吸水膨胀，并在加热条件下发生了糊化作用，其体积增大，同时部分淀粉颗粒析出，溶于面汤，从而产生烹调损失。图 3 为添加不同比例油橄榄果渣粉面条的烹调损失率。可以看出，随着油橄榄果渣添加量的增大，面条的烹调损失率呈现明显增大的趋势，当其添加量达到 20%时，面条的烹调损失率达到 7.75%，较空白对照面条（6.59%）增加了 17.60%。这是因为油橄榄果渣粉添加量的增大会降低混合粉中面筋蛋白的含量，增加其粗纤维含量，从而影响了面筋蛋白之间的三维网状结构形成，降低了面筋蛋白网络包裹淀粉的能力，故烹调损失率逐渐增大。然而，当油橄榄果渣粉的添加量≤10%时，面条的烹调损失率反而小于空白对照面条。这是由于油橄榄果渣中含有的可溶性膳食纤维、蛋白质、黄酮和多酚可与小麦淀粉形成复合物[13]，从而减少了煮制过程中淀粉的溶出。

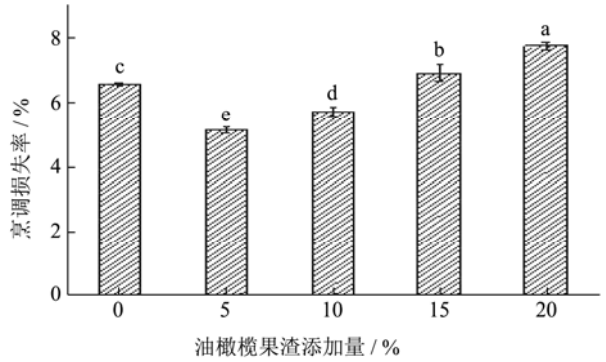


图 3 不同添加量油橄榄果渣面条的烹调损失率

Fig.3 Cooking loss ratio of the noodles with ground olive pomace at various levels

2.4 油橄榄果渣对面条质构及拉伸和剪切特性的影响

2.4.1 油橄榄果渣对面条质构特性的影响

TPA 又称两次咀嚼测试，它是通过模拟人口腔的咀嚼运动对面条进行两次压缩，输出硬度、弹性、内聚性、胶粘性、咀嚼性和回复性等质构参数，它们与面条的感官品质存在相关性，能较为客观地评价其质构特性[15]。添加不同比例油橄榄果渣粉面条的质构参数见表 2。

表 2 不同添加量油橄榄果渣面条的质构参数

Table 2 Texture parameters of the noodles with ground olive pomace at various levels

添加量/%	硬度/g	弹性	内聚性	胶粘性	咀嚼性	回复性
0	8241±168^{a}	0.912±0.01^{a}	0.69±0.02^{a}	5994±138^{a}	6226±130^{a}	0.39±0.01^{a}
5	8007±169^{ab}	0.910±0.01^{a}	0.63±0.02^{b}	5644±231^{a}	4607±271^{b}	0.35±0.02^{ab}
10	7963±230^{ab}	0.869±0.02^{b}	0.61±0.02^{b}	5317±199^{b}	4079±285^{c}	0.34 ±0.01^{b}
15	7793±192^{b}	0.836±0.05^{bc}	0.53±0.02^{c}	4702±306^{c}	3703±73^{d}	0.28±0.006^{c}
20	7768±211^{b}	0.832±0.02^{c}	0.52±0.02^{c}	4628±367^{c}	3645±328^{d}	0.28±0.02^{c}

注：表中同一列中不同字母代表差异显著（p<0.05），下表同。

可以看出，随着油橄榄果渣添加量的增大，除硬度略有下降外，面条的其它质构参数先减小后趋于稳定。油橄榄果渣的添加量为 5%时，6 种质构参数中只有内聚性和咀嚼性发生了明显下降，其余 4 种参数与空白对照面条接近；油橄榄果渣添加量为 20%时，面条的所有质构参数均明显下降，其硬度、弹性、内聚性、胶粘性、咀嚼性和回复性分别下降了 5.74%、8.77%、24.64%、22.79%、41.64%和 28.21%。

面条的煮制过程实质是淀粉的糊化（凝胶化）和蛋白质的变性凝结。其中，淀粉糊化是影响熟面条的外观、光滑性和口感的关键因素，而面条的硬度、咀嚼性、弹性则主要受蛋白质含量和面筋强度的影响[8]。随着油橄榄果渣添加量的增大，混合粉中面筋蛋白和淀粉的含量均逐渐减少，粗纤维、粗脂肪、黄酮和多酚的含量增大，从而影响了面筋网络结构形成和淀粉的糊化，导致面条的质构特性下降。当油橄榄果渣粉添加量超过 10%时，面条的质构特性发生了显著变化。

2.4.2 油橄榄果渣对面条拉伸和剪切特性影响

拉伸和剪切特性可反映面条的弹韧性，与其筋道感、硬度和弹性等呈显著正相关。拉伸特性可用最大拉断力和拉断距离表示，剪切特性以剪切力表示。不同添加量油橄榄果渣面条的最大拉断力、拉断距离和剪切力如图 4、图 5 和图 6 所示。可以看出，随着油橄榄果渣粉添加量的增大，面条的最大拉伸力、拉断距离和剪切力均明显减小。当油橄榄果渣的添加量为 5%时，面条的剪切力变化不大，但其最大拉断力和拉断距离显著下降；油橄榄果渣添加量为 20%时，面条的最大拉断力、拉断距离和剪切力较空白对照面条分别下降了 26.51%、38.65%和 22.57%。面条的拉伸特性和剪切特性主要受面筋蛋白含量和面筋强度的影响[8]，面筋蛋白可通过二硫键、氢键等作用聚集成较大的蛋白聚合物，其网络结构赋予面条良好的拉伸性[12]。添加油橄榄果渣粉会降低混合粉中的面筋蛋白含量，从而影响面筋蛋白网络结构的形成，降低面筋强度，导致面条的弹性和韧性下降。与 Zhu[8]等报道的添加亚麻籽渣粉可降低面条拉伸强度的结果一致。

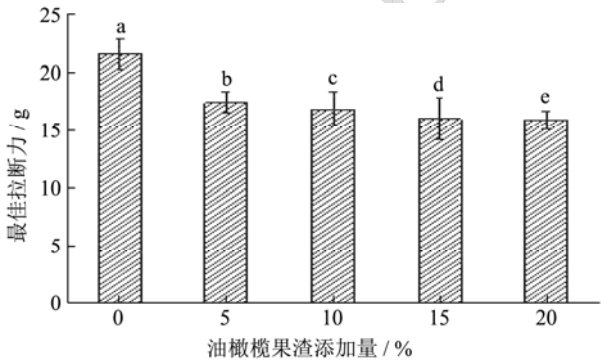


图 4 不同添加量油橄榄果渣面条的最大拉断力

Fig.4 Maximum breaking force of the noodles with ground olive pomace at various levels

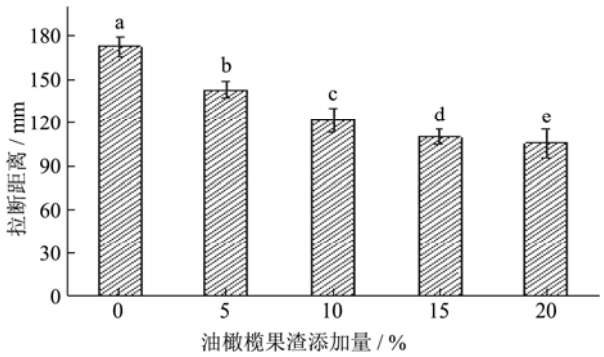


图 5 不同添加量油橄榄果渣面条的拉断距离

Fig.5 Breaking distance of the noodles with ground olive pomace at various levels

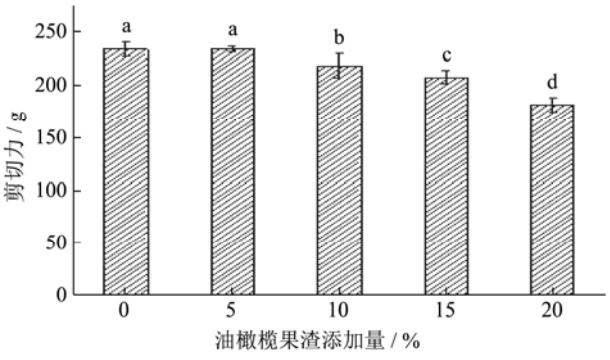


图 6 不同添加量油橄榄果渣面条的剪切力

Fig.6 Shearing force of the noodles with ground olive pomace at various levels

2.5 油橄榄果渣对面条感官特性的影响

不同添加量油橄榄果渣面条的感官评分结果见表 3。可以看出，随着油橄榄果渣添加量的增大，面条的感官评分不断下降。油橄榄果渣添加量为 5%时，除色泽外面条的其它感官指标变化很小，其感官评分接近于空白对照面条，其中面条色泽的改变源于油橄榄果渣特有的褐色；添加量为 10%，面条的表观状态、适口性、光滑性和食味接近于空白对照面条，但其色泽、韧性、粘性和感官评分均显著下降；添加量为 20%时，面条的感官评分较空白对照面条降低了 31.87%，其感官品质和可接受程度明显下降。究其原因是因为当油橄榄果渣粉的添加降低了混合粉的面筋蛋白质和淀粉的含量，稀释了面筋网络结构，破坏了淀粉的凝胶化[8]，从而对其感官特性产生不良影响，并且这种影响会随着油橄榄果渣粉添加量的增大而明显增强。因此，要获得较为理想的油橄榄果渣面条，果渣粉的添加量不宜超过 10%。

表 3 不同添加量油橄榄果渣面条的感官评分

Table 3 Sensory quality of the noodles with ground olive pomace at various levels

添加量/%	色泽	表观状态	适口性	韧性	粘性	光滑性	食味	总分
0	10.0±0.0^{a}	9.3±0.3^{a}	16.9±0.9^{a}	23.2±0.3^{a}	23.3±0.8^{a}	4.7±0.2^{a}	4.3±0.7^{a}	91.3±2.3^{a}
5	9.0±0.1^{b}	8.6±0.8^{a}	17.0±1.0^{a}	21.5±1.3^{a}	23.2±0.3^{a}	4.4±0.1^{a}	4.4±0.2^{a}	88.0±3.0^{a}
10	8.0±0.0^{c}	8.6±0.7^{a}	16.3±0.4^{a}	16.5±0.7^{b}	20.2±1.4^{b}	4.2±0.3^{a}	3.8±0.8^{a}	78.0±3.9^{b}
15	7.5±0.6^{c}	8.6±0.2^{a}	13.9±0.3^{b}	15.0±0.0^{b}	17.0±1.0^{b}	3.9±0.2^{b}	4.0±0.5^{a}	68.8±0.9^{c}
20	7.3±0.6^{c}	8.5±0.2^{a}	11.5±0.7^{c}	14.7±1.2^{b}	14.5±0.7^{b}	3.6±0.2^{b}	3.7±0.5^{a}	62.2±1.9^{d}

2.6 油橄榄果渣对面条微观结构的影响

图 7 为添加或不添加油橄榄果渣粉面条的微观结构。可以看出，未添加油橄榄果渣粉面条的截面较为均匀，面筋网络结构致密，淀粉颗粒完全被包裹在网状结构之中。当油橄榄果渣粉添加量为 5%时，网络状结构开始变得不连续，但大部分淀粉颗粒依然被包裹在网络结构中，并且油橄榄果渣粉也填充其中，从而减小面筋结构中的孔隙，增强对淀粉颗粒的束缚作用。然而，随着油橄榄果渣添加量的不断增大，面筋网络结构减少，无序性增强，油橄榄果渣和淀粉颗粒未能很好地包裹在网络结构中；当添加量达到 15%时，可明显看到淀粉颗粒暴露在网络结构之外，且随着添加量的增大，此现象变得更为明显。

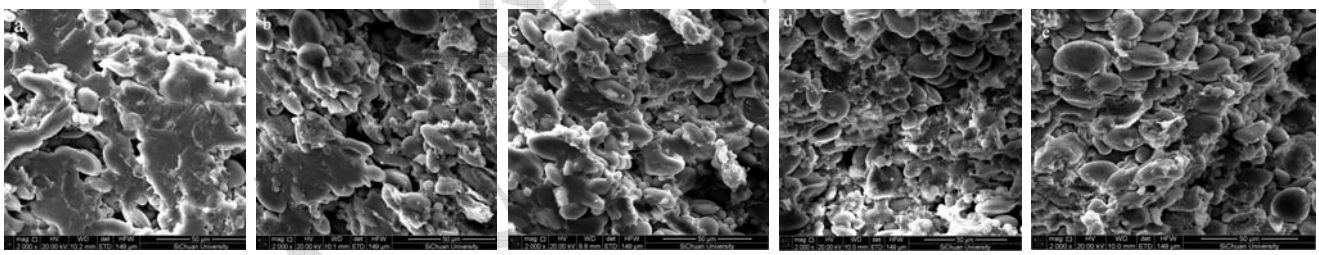


图 7 不同添加量油橄榄果渣面条的扫描电镜（×2000）

Fig.7 Scan electron micrographs of the noodles with ground olive pomace at various levels (×2000)

注：a: 0; b: 5%; c: 10%; d: 15%; e: 20%。

3 结论

油橄榄果渣富含多种营养与生理活性成分，用于面条的生产可提高其营养与保健价值。不同添加量的油橄榄果渣粉对面条的蒸煮、质构、拉伸、剪切和感官特性的影响不同。当油橄榄果渣粉添加量不超过 10%时，得到的面条依然具有较好的品质，并且其烹调损失率还可得到一定程度的改善；当其添加量超过 10%时，面条的品质就会发生明显下降。因此，作为特色挂面生产的辅料，油橄榄果渣粉的用量不宜超过 10%。为了更好地评价油橄榄果渣面条的营养与保健价值，应全面分析其主要营养与活性成分，进一步研究其体外抗氧化和淀粉消化等作用；为了得到品质更好的油橄榄果渣面条，需要进一步探讨亲水性胶体和磷酸盐对其品质的改良作用。

参考文献

[1] Concepción R, Aranzazu G, Medina E, et al. Triterpenic acids in table olives [J]. Food Chemistry, 2010, 118(3): 670-674

[2] 张华玲,吴琴,迟原龙,等.鲜油橄榄果渣的主要化学成分分析[J].中国油脂,2016,41(9):103-106
ZHANG Hua-ling, WU Qin, CHI Yuan-long, et al. Main chemical components in fresh olive pomace [J]. China Olls and Fats, 2016, 41(9): 103-106

[3] Cioffi G, Pesca M S, Caprariis P D, et al. Phenolic compounds in olive oil and olive pomace from *Cilento* (Campania, Italy) and their antioxidant activity [J]. Food Chemistry, 2010, 121(1): 105-111

[4] Muhammadh A, Inteaz A, Khalil E, et al. Optimisation, characterisation and quantification of phenolic compounds in olive cake [J]. Food Chemistry, 2010, 123(1): 117-122

[5] 丁莎莎,黄立新,张彩虹,等.油橄榄果渣水溶性膳食纤维的组成成分和功能特性分析[J].林产化学与工业,2017,37(6): 116-122
DING Sha-sha, HUANG Li-xin, ZHANG Cai-hong, et al. Compositions and functional properties of soluble dietary fiber from olive pomace [J]. Chemistry and Industry of Forest Products, 2017, 37(6): 116-122

[6] VioqueA, ClementeR, Sánchez-Vioque, et al. Effect of Alcalase™ on olive pomace protein extraction [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2000, 77(2): 181-185

[7] 舒适,万勇斌,胡传荣,等.油橄榄果渣中多酚的提取与纯化研究[J].粮食与油脂,2018,31(6):102-106
SHU Shi, WAN Yong-bin, HU Chuan-rong, et al. Study on extraction and purification of polyphenols from olive pomace [J]. Cereals and Oils, 2018, 31(6): 102-106

[8] Zhu F, Li J. Physicochemical and sensory properties of fresh noodles fortified with ground linseed (*Linum usitatissimum*) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 101: 847-853

[9] 宋莲军,李争艳,耿瑞玲.豆渣对面团流变学特性及面条质量的影响[J].河南农业大学学报,2011,2:111-116
SONG Lian-jun, LI Zheng-yan, GENG Rui-ling. Effects of bean dregs on rheological properties to dough and craft bean dregs noodle [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2011, 2: 111-116

[10] 白建华,赵昀,赵二劳.微波法提取沙棘果渣中黄酮类化合物[J].粮油加工,2010,5:129-131
BAI Jian-hua, ZHAO Yun, ZHAO Er-lao. Extraction of flavonoids from sea-buckthorn pomace [J]. Grain and Oil Processing, 2010, 5: 129-131

[11] Singleton V L, Rossi J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1965, 16: 144-158

[12] 师俊玲.蛋白质和淀粉对挂面及方便面品质影响机理研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2001
SHI Jun-ling. Influence of protein and starch on qualities of Chinese dried noodle and fried instant noodle [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2001

[13] 赵蓓蓓,贾祥泽,孙思薇,等.淀粉-多酚复合物理化及功能特性的研究进展[J].食品科学,2018,39(13):297-302
ZHAO Bei-bei, JIA Xiang-ze, SUN Si-wei, *et al*. Advances in physicochemical and functional properties of starch-polyphenol complex [J]. Food Science, 2018, 39(13): 297-302

[14] ZHU Fan, WANG Ya-Jane. Rheological and thermal properties of rice starch and rutin mixtures [J]. Food Research International, 2012, 49(2): 757-762

[15] 陈芳芳. 紫薯粉对面团烘焙特性的影响及其机理[D].上海:华东理工大学,2014
CHEN Fang-fang. The influence and mechanism of purple sweet potato powder on baking performance of wheat dough [D]. Shanghai: School of Biotechnology of East China University, 2014

（上接第 218 页）

[30] 杨贝贝,曹栋,耿亚男,等.植物甾醇与胆固醇对脂质体膜性质的影响[J].食品工业科技,2013,34(7):77-81
YANG Bei-bei, CAO Dong, GENG Ya-nan, et al. Diffenential membrane properties of liposome by plant sterols and cholesterol [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(7): 77-81

[31] Zhong Y, Wang J, Wang Y, et al. Preparation and evaluation of liposome-encapsulated codrug LMX [J]. International Journal of Pharmaceutics, 2012, 438(1-2): 240-248

[32] Mozafari M R, Johnson C, Hatziantoniou S, et al. Nanoliposomes and their applications in food nanotechnology [J]. Journal of Liposome Research, 2008, 18(4): 309-327

[33] 邹立强.多酚脂质体的物化稳定性及生理活性研究[D].南昌:南昌大学,2015
ZOU Li-qiang. Physicochemical stability and physiological activity of polyphenol liposomes [D]. Nanchang: Nanchang University, 2015

[34] 尹浩,陈娅,陶涛,等.莲房原花青素低聚体纳米脂质体的制备及其稳定性、抗氧化性分析[J].食品科学,2018,39(10):97-105
YIN Hao, CHEN Ya, TAO Tao, et al. Preparation and stability and antioxidant analysis of proanthocyanidin oligomeric nanoliposomes in lotus room [J]. Food Science, 2018, 39(10): 97-105