

油脂饱和度对油炸马铃薯片品质的影响

冯红霞^{1,2}, 朱立红¹, 李凯³, 韩跃军¹, 马立志^{1,2}, 刘晓燕¹, 常云鹤^{1,2}

(1. 贵阳学院食品与制药工程学院, 贵阳 550005; 2. 贵州省果品加工工程技术研究中心, 贵阳 550005;
3. 贵州宏财聚农投资有限责任公司, 贵州六盘水 553537)

摘要:以玉米油、花生油、大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油 5 种不同饱和度油脂作为煎炸用油, 以马铃薯片为煎炸内容物, 于 140 °C 循环煎炸。考察马铃薯片的油脂含量、水分含量、色泽、酥脆性以及感官评分的变化, 综合分析油脂饱和度对油炸马铃薯片品质的影响。结果表明: 煎炸油脂的饱和度显著影响油炸马铃薯片的品质 ($p < 0.05$), 随着煎炸油脂饱和度的增加, 油炸马铃薯片的油脂含量呈降低的趋势, 水分含量呈增加的趋势, L 值呈增大的趋势, 表明马铃薯片颜色随着煎炸油脂饱和度的增加而越发鲜亮; 油炸马铃薯片的酥脆性、感官评分亦随煎炸油脂饱和度的增加呈显著增加的趋势 ($p < 0.05$)。由此可知, 相对于不饱和度较高的玉米油、花生油、大豆油, 饱和度较高的棕榈油更加适合马铃薯片的煎炸。

关键词: 油脂; 饱和度; 煎炸; 马铃薯片; 品质

中图分类号: TS225.1; TS207 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2020)10-0135-06

Effect of saturation degree of oil on quality of fried potato chips

FENG Hongxia^{1,2}, ZHU Lihong¹, LI Kai³, HAN Yuejun¹, MA Lizhi^{1,2},
LIU Xiaoyan¹, CHANG Yunhe^{1,2}

(1. Food and Pharmaceutical Engineering Institute, Guiyang University, Guiyang 550005, China;
2. Guizhou Engineering Research Center for Fruit Processing, Guiyang 550005, China;
3. Guizhou Hongcai Junong Investment Corporation, Liupanshui 553537, Guizhou, China)

Abstract: In order to comprehensively analyze the effect of saturation degree of oil on the quality of fried potato chips, corn oil, peanut oil, soybean oil, soybean oil blended with palm oil and palm oil with different saturation were used as frying oils, and potato chips were used as frying contents, and the changes of oil content, water content, color, crispness and sensory score of potato chips during the low temperature cycling frying at 140 °C were determined. The results showed that the saturation of frying oil significantly ($p < 0.05$) affected the quality of fried potato chips. With the increase of the saturation of frying oil, the oil content of fried potato chips decreased, the water content of fried potato chips increased, and the L value of fried potato chips increased, which indicating that the color of fried potato chips became brighter with the increase of the saturation of frying oil; the crispness and sensory scores of fried potato chips also increased significantly ($p < 0.05$). Therefore, compared with corn oil, peanut oil

and soybean oil with higher unsaturation, palm oil with higher saturation was more suitable for frying potato chips.

Key words: oil; saturation; frying; potato chips; quality

收稿日期: 2019-12-16; 修回日期: 2020-05-15

基金项目: 贵州省普通高等学校科技拔尖人才支持计划(黔教合 KY 字[2018]061); 贵阳学院学术新苗培养与创新探索专项项目(GYU-KJT[2019]-04); 贵阳学院引进人才启动资金科研项目(GYU-ZRD(2018)-006)

作者简介: 冯红霞(1986), 女, 讲师, 博士, 研究方向为粮食、油脂及植物蛋白工程(E-mail) fenghongxia914@163.com。

通信作者: 常云鹤, 实验师, 硕士(E-mail) changyunhe1102@sina.com。

煎炸食品因其独特的口感和诱人的风味而备受广大消费者的喜欢, 其品种及食用量近年来均有明显增加。在煎炸过程中, 油脂在大气氧、食物中水分以

及高温的相互作用下发生聚合、氧化和水解等反应导致大量产物的形成^[1]。在这些产物中,既有促进煎炸食物色、香、味形成的,如美拉德反应产物等有益产物,也有对煎炸食品食用安全品质造成影响的,如丙烯酰胺、极性化合物等有害产物。油脂作为煎炸媒介,其品质的变化受到广泛关注。许多针对不同煎炸时间^[2-3]、煎炸温度^[4],以及不同食物^[5]、抗氧化剂^[6]对油脂品质的影响,尤其是丙烯酰胺^[7-8]、极性化合物^[9]、多环芳烃^[10]、苯并芘^[11]、反式脂肪酸^[12]、3-氯丙醇酯^[13]等有害产物的形成被大量研究。由于这些有害产物极易被煎炸食物所吸附,研究的关注点逐渐转移至煎炸食品的品质上。张家枫等^[9]对比研究发现,不同食材在花生油煎炸过程中极性组分与聚甘油酯的含量均呈明显的增加趋势,而且增幅顺序依次为鸡翅>薯条>油条>豆腐;郑艺等^[14-15]对比研究发现,与花生油、大豆油、菜籽油、24℃棕榈油相比,采用42℃棕榈油进行煎炸,薯条、油条、鸡块中苯并芘、反式脂肪酸的生成量最低。

由此可见,油脂种类作为影响油脂煎炸稳定性的内在因素,不仅会对油脂的煎炸品质造成影响,也会影响煎炸食物中有害产物的积累。然而,现有的研究中多集中于有害产物在煎炸食物中的积累,而对煎炸食物的食用品质,尤其是其感官特性的研究较少。对于煎炸食物的关注不应局限于有害产物,也应对煎炸食物的食用品质,如感官、常规理化品质进行分析。因此,本研究主要探索不同饱和度煎炸油脂对油炸薯条的感官特性及常规理化指标的影响,以期为煎炸食物的制作提供技术理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马铃薯,购于当地超市;42℃棕榈油、一级玉米油、一级花生油、一级大豆油,益海(广州)粮油工业有限公司;大豆棕榈调和油,由大豆油、棕榈油按照质量比1:1调配而成。

DF25A 恒温电炸锅,斯乐得电器有限公司;Agilent 6890-5973 气相色谱-质谱联用仪,安捷伦科技公司;CR-10 色差仪,柯尼卡美能达有限公司;TA-XT2i 质构仪,英国 Stable Micro Systems 公司;DF-II 集热式磁力搅拌器,常州澳华仪器有限公司;202-1AB 电热恒温干燥箱,天津市泰斯特仪器有限公司;SXT-02 索氏抽提器,上海洪纪仪器设备有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 马铃薯预处理

马铃薯经过清洗、去皮后,用专用模具制成厚度

为3 mm、直径为22 mm的圆片,清洗后于沸水中漂烫3 min,立即冷却,得到新鲜马铃薯片。

1.2.2 原料成分测定

分别对新鲜马铃薯及预处理所得马铃薯片进行基本成分包括水分、粗脂肪、粗蛋白、淀粉的测定。水分含量测定参照 GB 5009.3—2016 方法;粗脂肪含量测定参照 GB 5009.6—2016 方法;粗蛋白含量测定参照 GB 5009.5—2016 方法;淀粉含量测定参照 GB 5009.9—2016 方法。

参考文献[16],采用气相色谱-质谱联用仪分别对玉米油、花生油、大豆油、棕榈油以及大豆棕榈调和油进行脂肪酸组成的测定。

1.2.3 煎炸过程

将恒温电炸锅温度设定为140℃下进行常压煎炸,将制备好的新鲜马铃薯片分别与1 L的大豆油、花生油、玉米油、棕榈油及大豆棕榈调和油(油料比10:1)中煎炸5 min,取出马铃薯片,置于铁丝网上,于室温(25℃)下静态沥油10 min后进行测定。煎炸油冷却2 h至常温后,再次将煎炸温度上升至140℃,开始下一循环的煎炸。共煎炸6次循环,分别将第2、4、6次循环的马铃薯片冷却至室温,收集并进行指标的测定与分析。

1.2.4 油炸马铃薯片的指标测定与分析

收集的马铃薯片样品分别进行水分、油脂含量、酥脆性、色差的测定,并对其进行感官分析。水分、油脂含量分别参照 GB 5009.3—2016 烘箱法、GB 5009.6—2016 索氏抽提法进行测定。采用 TA-XT2i 质构仪对马铃薯片样品进行质构性质的测试,测试方法选用压缩法^[17],具体参数设置见表1。根据质构仪自带的 Texture Exponent32 软件,对得到的力与距离建立的曲线进行分析。

表1 质构仪的参数设置

项目	参数	项目	参数
模式选择	Return to start	压缩比/%	75.0
探头选择	P/36R	两次下压间隔时间/s	5
测前速度/(mm/s)	2.0	触发力/g	5
测中速度/(mm/s)	0.5	数据采集速率/pps	200.0
测后速度/(mm/s)	10.0		

采用 CR-10 色差仪测定马铃薯片表面的色泽,利用亨特均匀表色系统测定 L 、 a 、 b 值来表示薯片的色泽,其中: L 表示白度;红度 a 值表示色泽红/绿;黄度 b 值表示黄/蓝。

感官评价试验在焙烤食品加工实验室中进行,由10名20~30岁的感官评价人员组成评价小组,其中男性成员5名,女性成员5名。将收集的马铃薯

薯片样品分别放在15个一次性白色盘子上,在每个盘子上放置3片完整且外形相似的薯片,并随机标记3个数字。通过品尝、观察、鼻闻等手段评定样品并进行相应打分,分别从薯片的香气与滋味、色泽、

酥脆感、油腻感和组织形态5个评价指标并按照3个等级进行打分。每个样品的评价之间间隔一定时间,使用清水漱口,相互之间不交流讨论。油炸马铃薯片感官评定标准如表2所示^[18]。

表2 油炸马铃薯片感官品质评定标准

感官指标	评价	等级	分数
香气与滋味(20分)	有明显油炸风味和马铃薯特有的香气	优	15~20
	马铃薯香气较淡	中	10~15
	无香气,或焦苦味	差	5~10
色泽(20分)	没有褐变,薯片呈油炸金黄色且颜色均匀	优	15~20
	少量褐变,色泽分布不均匀	中	10~15
	明显褐变	差	5~10
油腻感(20分)	不油腻	优	15~20
	油腻	中	10~15
	极其油腻	差	5~10
酥脆感(20分)	酥脆,具有油炸马铃薯片特有的酥脆口感	优	15~20
	表面酥脆但内部松软	中	10~15
	松软,毫无酥脆	差	5~10
组织形态(20分)	形态饱满,边缘无残缺,不缩皱	优	15~20
	形态比较饱满,边缘一点点残缺,稍缩皱	中	10~15
	形态严重损失和严重缩皱	差	5~10

1.2.5 统计与分析

所有测定均重复3次,采用SPSS 16.0中的单因素方差(ANOVA)分析试验数据,并进行Duncan多重比较。

2 结果与讨论

2.1 原料的成分

新鲜马铃薯及马铃薯片的基本成分如表3所示,5种植物油初始的脂肪酸组成如表4所示。

表3 新鲜马铃薯及马铃薯片的基本成分

样品	水分	粗脂肪	淀粉	粗蛋白	%
新鲜马铃薯	74.56 ± 0.34	0.83 ± 0.05	20.03 ± 0.24	1.84 ± 0.45	
新鲜马铃薯片	70.26 ± 0.72	1.92 ± 0.35	23.00 ± 0.42	2.40 ± 0.11	

表4 5种植物油初始的脂肪酸组成

脂肪酸	玉米油	花生油	大豆油	大豆棕榈调和油	棕榈油	%
C16:0	12.28 ± 0.24 d	10.80 ± 0.04 e	14.45 ± 0.08 c	25.06 ± 0.04 b	35.68 ± 0.13 a	
C16:1	0.10 ± 0.00 c	0.13 ± 0.02 c	0.13 ± 0.03 c	0.18 ± 0.03 b	0.24 ± 0.04 a	
C18:0	0.93 ± 0.04 e	4.16 ± 0.06 d	5.86 ± 0.08 a	5.47 ± 0.03 b	5.09 ± 0.04 c	
C18:1	35.15 ± 0.13 c	40.75 ± 0.13 b	18.22 ± 0.15 e	32.29 ± 0.05 d	46.36 ± 0.12 a	
C18:2	50.44 ± 0.24 a	35.71 ± 0.15 c	48.17 ± 0.11 b	29.92 ± 0.08 d	11.66 ± 0.07 e	
C18:3	0.67 ± 0.03 d	0.91 ± 0.03 c	8.09 ± 0.09 a	4.26 ± 0.07 b	0.42 ± 0.05 e	
C20:0	0.51 ± 0.03 c	1.52 ± 0.06 a	0.94 ± 0.04 b	0.52 ± 0.02 c	0.11 ± 0.01 d	
C20:1	ND d	1.14 ± 0.06 a	0.43 ± 0.02 b	0.21 ± 0.01 c	ND d	
C22:0	0.08 ± 0.01 d	3.35 ± 0.09 a	0.60 ± 0.02 b	0.30 ± 0.01 c	ND d	
C24:0	0.11 ± 0.01 d	0.72 ± 0.04 a	0.34 ± 0.01 b	0.17 ± 0.00 c	ND e	
SFA	13.90 ± 0.25 e	20.55 ± 0.12 d	22.18 ± 0.12 c	31.52 ± 0.05 b	40.87 ± 0.19 a	
UFA	86.35 ± 0.34 a	78.64 ± 0.19 b	75.04 ± 0.34 c	66.86 ± 0.13 d	58.68 ± 0.08 e	

注:SFA,饱和脂肪酸;UFA,不饱和脂肪酸;不同的小写字母表示同一行两组数据之间差异性显著($p < 0.05$)。

由表3可知,新鲜马铃薯片的初始水分含量为70.26%,淀粉含量为23.00%,粗蛋白含量为2.40%,粗脂肪含量为1.92%。由表4可知,玉米油、花生油、

大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油中的不饱和脂肪酸含量分别为86.35%、78.64%、75.04%、66.86%、58.68%,依次降低,且存在显著性差异($p < 0.05$)。

2.2 不同饱和度油脂对马铃薯片理化指标的影响

2.2.1 油脂含量

分别采用玉米油、花生油、大豆油、大豆棕榈调和油和棕榈油进行马铃薯片的煎炸试验,并将收集的第2、4、6次循环的马铃薯片进行油脂含量的测定,结果如表5所示。

表5 不同饱和度油脂对油炸马铃薯片油脂含量的影响

煎炸油	不同循环煎炸次数下马铃薯片油脂含量/%		
	2	4	6
玉米油	47.48 ± 0.33a	42.73 ± 1.24a	53.54 ± 1.37a
花生油	44.47 ± 0.10b	34.22 ± 0.40b	48.49 ± 3.42b
大豆油	33.13 ± 1.07c	27.79 ± 1.00c	39.44 ± 1.73c
大豆棕榈调和油	32.65 ± 0.16c	25.78 ± 0.17d	37.92 ± 0.81c
棕榈油	25.37 ± 2.82d	22.20 ± 0.64e	32.23 ± 0.84d

注:不同的小写字母表示同一列两组数据之间差异性显著($p < 0.05$)。下同。

由表5可知,油脂的不饱和度显著影响油炸马铃薯片的油脂含量($p < 0.05$),在不饱和度最高的玉米油中煎炸所得马铃薯片的油脂含量最高,饱和度最高的棕榈油所得马铃薯片中的油脂含量最低,说明油炸马铃薯片中的油脂含量随着煎炸油脂饱和度的增加而呈现降低的趋势。郑艺等^[14]的研究发现,不同油脂种类显著影响油炸薯条、油条、鸡块中的油脂含量($p < 0.05$),与大豆油、菜籽油、24℃棕榈油相比,饱和度更高的42℃棕榈油更适合得到含油率较低的薯条,与本研究结果相一致。

2.2.2 水分含量

分别采用玉米油、花生油、大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油进行马铃薯片的煎炸试验,并将收集的第2、4、6次循环的马铃薯片进行水分含量的测定,

结果如表6所示。

表6 不同饱和度油脂对油炸马铃薯片水分含量的影响

煎炸油	不同循环煎炸次数下马铃薯片水分含量/%		
	2	4	6
玉米油	0.23 ± 0.01de	0.45 ± 0.01d	0.87 ± 0.02c
花生油	0.23 ± 0.01de	0.42 ± 0.00d	0.68 ± 0.01d
大豆油	0.30 ± 0.00c	0.61 ± 0.01c	0.86 ± 0.00c
大豆棕榈调和油	0.57 ± 0.03b	0.71 ± 0.04b	0.92 ± 0.02b
棕榈油	0.65 ± 0.02a	0.91 ± 0.01a	1.41 ± 0.03a

由表6可知,与新鲜马铃薯片的水分含量相比,油炸马铃薯片中的水分含量急剧下降。在相同煎炸循环次数下,大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油对马铃薯片水分含量的影响差异显著($p < 0.05$),而玉米油、花生油对油炸马铃薯片水分含量的影响只在第6次循环煎炸条件下,呈现显著性差异($p < 0.05$)。油炸马铃薯片中的水分含量随着油脂饱和度的增加而总体呈现增加的趋势,其中棕榈油煎炸所得马铃薯片的水分含量最高。这与饱和度对马铃薯片中油脂含量的影响呈相反的趋势。这是由于马铃薯片的油脂含量与其水分含量呈负相关^[18]。在煎炸开始时,当马铃薯片表面上的油温达到水的沸点温度时,薯片表面上的水分开始蒸发,水分挥发得越彻底,马铃薯片留下的孔隙越多,油脂就更加容易被吸收而渗透到薯片的内部^[19]。

2.3 不同饱和度油脂对马铃薯片感官特性的影响

2.3.1 色泽

分别采用玉米油、花生油、大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油进行马铃薯片的煎炸试验,并将收集的第2、4、6次循环的马铃薯片进行色泽的测定,结果如表7~表9所示。

表7 第2次煎炸循环中不同饱和度油脂对油炸马铃薯片色泽的影响

煎炸油	色泽			
	L值	a值	b值	E值
玉米油	38.21 ± 0.51b	1.55 ± 0.44a	26.07 ± 1.29b	6.60 ± 1.27b
花生油	41.33 ± 0.82a	-1.92 ± 0.80b	24.88 ± 0.54bc	7.39 ± 0.80b
大豆油	41.50 ± 0.51a	-1.77 ± 0.14b	24.02 ± 0.77c	7.05 ± 0.44b
大豆棕榈调和油	42.13 ± 1.00a	-2.69 ± 0.30b	24.69 ± 0.50bc	8.08 ± 0.60b
棕榈油	40.74 ± 0.67a	-2.32 ± 0.99b	28.88 ± 1.17a	9.96 ± 0.97a

注: $E^2 = (L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2$, 式中: $L_0 = 35.41$, $a_0 = -0.92$, $b_0 = 20.65$ 。下同。

表8 第4次煎炸循环中不同饱和度油脂对油炸马铃薯片色泽的影响

煎炸油	色泽			
	L值	a值	b值	E值
玉米油	44.72 ± 1.74e	-1.92 ± 0.18a	23.71 ± 0.65c	9.90 ± 1.38e
花生油	49.07 ± 0.57d	-3.72 ± 0.59c	24.74 ± 0.88c	14.56 ± 0.66d
大豆油	56.25 ± 0.53c	-2.82 ± 0.35b	26.65 ± 1.10b	21.79 ± 0.79c
大豆棕榈调和油	61.85 ± 0.23b	-3.22 ± 0.17bc	29.20 ± 1.34a	27.90 ± 0.57b
棕榈油	65.66 ± 0.67a	-4.77 ± 0.02d	27.72 ± 0.27ab	31.30 ± 0.68a

表9 第6次煎炸循环中不同饱和度油脂对油炸马铃薯片色泽的影响

煎炸油	色泽			
	L 值	a 值	b 值	E 值
玉米油	47.07 ± 0.70d	-1.93 ± 0.17a	23.34 ± 0.16d	12.01 ± 0.63e
花生油	52.17 ± 0.57c	-2.80 ± 0.17b	25.09 ± 1.10c	17.47 ± 0.31d
大豆油	64.57 ± 0.39b	-3.19 ± 0.40b	29.86 ± 1.00b	30.67 ± 0.69c
大豆棕榈调和油	65.07 ± 0.88b	-4.96 ± 0.11d	33.10 ± 1.07a	32.42 ± 1.22b
棕榈油	70.57 ± 0.92a	-3.98 ± 0.19c	34.17 ± 0.78a	37.80 ± 0.76a

在煎炸过程中,马铃薯片发生美拉德反应的同时,亦会发生炭化反应,导致苦味和有害物质的产生,从而影响马铃薯片的口味和安全性^[20]。在相同的煎炸条件下,马铃薯片的色泽主要由还原糖含量所决定^[21]。马铃薯片色泽的主要指标是白度值即L值的大小,L值越大,其亮度越大,颜色越鲜浅。另外,也可以从E值看出不同饱和度油脂煎炸马铃薯片与原料的色泽差异度,E值越小代表样品色泽与新鲜马铃薯片色泽越接近。由表7~表9可以看出,E值最小的是玉米油,随着油脂煎炸循环次数的增加,马铃薯片的色泽变化越来越大。由表7可知,在第2次煎炸循环中,玉米油煎炸所得马铃薯片的L值显著低于其他4种植物油煎炸所得马铃薯片,而这4种植物油煎炸所得马铃薯片之间的L值差异

不显著。由表8可知,在第4次煎炸循环中,5种植物油煎炸所得马铃薯片的L值差异显著,其中棕榈油煎炸所得马铃薯片的L值最大。由表9可知,在第6次煎炸循环中,大豆油与大豆棕榈调和油煎炸所得马铃薯片的L值差异不显著,但与其他植物油煎炸所得马铃薯片的L值差异显著($p < 0.05$)。由此可见,油脂不饱和度对马铃薯片色泽的影响与油脂的煎炸循环次数有关。

2.3.2 酥脆性

分别采用玉米油、花生油、大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油进行马铃薯片的煎炸试验,并将收集的第2、4、6次循环的马铃薯片进行酥脆性的测定,结果如表10所示。

表10 不同饱和度油脂对油炸马铃薯片酥脆性的影响

煎炸油	不同循环煎炸次数下马铃薯片的酥脆性(F_m)/g		
	2	4	6
玉米油	569.76 ± 237.05d	562.10 ± 236.57d	482.75 ± 29.97d
花生油	465.42 ± 115.14d	492.76 ± 56.20d	606.81 ± 4.74d
大豆油	2 359.94 ± 123.60c	3 762.45 ± 43.61c	4 669.08 ± 100.72c
大豆棕榈调和油	8 516.89 ± 12.11b	9 241.78 ± 172.60b	10 786.88 ± 68.04b
棕榈油	10 745.32 ± 535.77a	16 281.87 ± 92.40a	21 636.24 ± 2 697.85a

酥脆性是指通过直接接触而感觉到食品的一组物理特性,包括几何特性、力学特性和组成特性。马铃薯片的酥脆性常用薯片断裂时曲线上的最大力(F_m)来表征^[22]。 F_m 值越大,其质地越酥脆,即越容易嚼碎。在煎炸过程中,随着煎炸时间的延长,水分的挥发越完全,导致薯片的内部形成多孔结构,从而使薯片具有酥脆的口感。由表10可知,在相同煎炸循环次数下,马铃薯片的 F_m 值随着油脂饱和度的增加而呈增加的趋势,棕榈油煎炸所得马铃薯片的 F_m 值显著高于其他油脂煎炸所得马铃薯片的 F_m 值($p < 0.05$),表明棕榈油煎炸所得马铃薯片的酥脆性最大。另外,玉米油和花生油煎炸所得马铃薯片的 F_m 值差异不显著,且与大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油煎炸所得马铃薯片的 F_m 值差异较大,这可能是由于玉米油和花生油煎炸所得马铃薯片油脂

含量高,大大提高了马铃薯片的软度。

2.3.3 感官评分

分别采用玉米油、花生油、大豆油、大豆棕榈调和油、棕榈油进行马铃薯片的煎炸试验,并将收集的第2、4、6次循环的马铃薯片进行感官评价,结果如表11所示。

表11 不同饱和度油脂煎炸的马铃薯片感官评定

煎炸油	不同循环煎炸次数下马铃薯片的感官评分		
	2	4	6
玉米油	65.00 ± 0.82e	61.00 ± 0.82e	60.33 ± 1.25e
花生油	73.00 ± 0.82d	68.67 ± 0.47d	67.00 ± 0.82d
大豆油	78.33 ± 0.47c	74.67 ± 0.47c	72.33 ± 0.47c
大豆棕榈调和油	83.33 ± 0.37b	80.00 ± 0.82b	78.00 ± 0.82b
棕榈油	88.67 ± 0.47a	85.67 ± 0.47a	83.00 ± 0.81a

由表11可知,煎炸油脂的不饱和度显著影响马

铃薯片的感官评分($p < 0.05$),随着油脂不饱和度的增加,马铃薯片的感官评分呈现降低的趋势。不饱和度最高的玉米油煎炸所得马铃薯片,形态完整,但色泽暗淡,有少许黑斑,品尝时油腻感较强,没有酥脆感;花生油煎炸所得马铃薯片,结构边缘残缺,色泽黄中带白,有明显的油腻感;棕榈油煎炸所得马铃薯片,形态结构最完整,色泽金黄,酥脆,有马铃薯特有的香味,符合人们的口味。由此可知,棕榈油适合马铃薯片的煎炸。

3 结论

本研究通过测定5种不同饱和度油脂煎炸所得马铃薯片的油脂含量、水分含量、色泽、酥脆性、感官评分,分析评价油脂饱和度对油炸马铃薯片品质的影响。通过多重比较分析得出:煎炸油脂的饱和度显著影响油炸马铃薯片的品质($p < 0.05$),随着煎炸油脂饱和度的增加,油炸马铃薯片的油脂含量呈降低的趋势,水分含量呈增加的趋势, L 值呈增大的趋势,表明马铃薯片色泽随着煎炸油脂饱和度的增加而越发鲜亮;油炸马铃薯片的酥脆性、感官评分亦随煎炸油脂饱和度的增加呈显著增加的趋势。由此可知,相对于不饱和度较高的玉米油、花生油、大豆油,饱和度较高的棕榈油更加适合马铃薯片的煎炸。

参考文献:

- [1] FARHOOSH R. Polar compounds distribution of sunflower oil as affected by unsaponifiable matters of Bene hull oil (BHO) and tertiary - butylhydroquinone (TBHQ) during deep - frying [J]. Food Chem, 2010, 122 (1): 381 - 385.
- [2] 董会娟. 菜籽油煎炸过程中品质变化及氧化稳定性研究[D]. 天津:天津科技大学, 2018.
- [3] 钟宏星, 张晶, 梁伟健, 等. 煎炸时间对不同食用油脂品质的影响 [J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8 (12): 4694 - 4697.
- [4] HOUHOULA D P, OREOPOULOU V, TZIA C. The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cottonseed oil during deep - fat frying [J]. J Sci Food Agric, 2003, 83(4): 314 - 319.
- [5] 万重, 黄朦倩, 陈欢, 等. 煎炸不同食物对煎炸油品质的影响 [J]. 中国油脂, 2018, 43(3): 54 - 58.
- [6] 于文秀, 刘玉兰, 曲宗乔, 等. 不同抗氧化剂对调和油煎炸性能影响研究 [J]. 中国油脂, 2018, 43(8): 89 - 93, 103.
- [7] 李进伟, 樊之雄, 范柳萍, 等. 煎炸棕榈油质量指标的变化及其对丙烯酰胺形成的影响 [J]. 中国油脂, 2013, 38(12): 33 - 35.
- [8] 王鹏璞, 朱雨辰, 刘炎冰, 等. 煎炸和焙烤过程中油脂对丙烯酰胺形成影响研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2017, 32(2): 140 - 146.
- [9] 张家枫, 刘玉兰, 安柯静, 等. 煎炸不同食材的花生油中极性组分与氧化甘油三酯聚合物含量的相关性研究 [J]. 粮食与油脂, 2019, 32(7): 79 - 84.
- [10] 张浪, 杜洪振, 田兴奎, 等. 煎炸食品中多环芳烃的生成及其控制技术研究进展 [J]. 食品科学, 2020, 41 (3): 1 - 14.
- [11] 刘国艳, 刘莉, 孙欣果, 等. 不同煎炸条件对茶叶籽油苯并(a)芘含量的影响 [J]. 中国油脂, 2017, 42 (11): 97 - 102.
- [12] 罗凡, 费学谦, 李康雄, 等. 高温油茶籽油中苯并芘和反油酸产生规律研究 [J]. 中国粮油学报, 2016, 31 (8): 44 - 47, 54.
- [13] 刘玉兰, 刘海兰, 黄会娜, 等. 煎炸方式和煎炸食材对花生煎炸油中3-氯丙醇酯和缩水甘油酯含量的影响 [J]. 食品科学, 2019, 40(11): 42 - 48.
- [14] 郑艺, 金晨憬, 何计国. 不同油脂对油炸食品中苯并(a)芘含量的影响 [J]. 食品科学, 2019, 40: 1 - 11.
- [15] 郑艺, 何亚红, 何计国. 不同油脂对油炸食品中反式脂肪酸含量的影响 [J]. 食品科学, 2020, 41(6): 58 - 63.
- [16] LI Y, ZHANG Y, WANG M, et al. Simplex - centroid mixture design applied to the aqueous enzymatic extraction of fatty acid - balanced oil from mixed seeds [J]. J Am Oil Chem Soc, 2013, 90(3): 349 - 357.
- [17] 张建辉, 徐晓云, 王克勤, 等. 油炸马铃薯条的感官评价与仪器测定指标的相关分析 [J]. 食品科学, 2013, 34(14): 237 - 240.
- [18] 张群, 张愨, 范柳萍, 等. 护色工艺对真空油炸脱水马铃薯片品质的影响 [J]. 干燥技术与设备, 2007(5): 230 - 232.
- [19] 杨铭铎, 邓云, 石长波, 等. 油炸过程与油炸食品品质的动态关系研究 [J]. 中国粮油学报, 2006(5): 93 - 97.
- [20] 何秀丽, 谭兴和, 王燕, 等. 油炸马铃薯片中丙烯酰胺形成的影响因素的研究 [J]. 食品科技, 2007(3): 54 - 58.
- [21] 陈丽华, 李云海, 李俊良. 马铃薯新品系还原糖含量与油炸片片色关系研究 [J]. 现代农业科技, 2006(12): 23 - 24.
- [22] 孔宇, 韩冉, 王汝华, 等. 薯片酥脆度的感官评价和仪器分析及其相关性研究 [J]. 农产品加工, 2016(6): 36 - 38.