

蔡雪梅, 彭毅秦, 何莲, 等. 不同品种马铃薯炒制加工品质的评价 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(22): 283–289. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021030104

CAI Xuemei, PENG Yiqin, HE Lian, et al. Quality Evaluation of Different Potato Varieties after Stir-frying Processing[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(22): 283–289. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021030104

不同品种马铃薯炒制加工品质的评价

蔡雪梅¹, 彭毅秦¹, 何 莲¹, 乔明锋^{1*}, 范文教¹, 陈云川¹, 韦献雅²

(1. 四川旅游学院烹饪科学四川省高等学校重点实验室, 四川成都 610100;

2. 成都农业科技职业学院, 四川成都 611130)

摘 要:为促进四川省西部地区马铃薯深加工产业发展, 评价了川西 15 个马铃薯品种加工前后的物理特性, 分析了不同品种马铃薯炒制加工的适宜性。结果表明, 在炒制过程中, 不同品种马铃薯的色泽和质构变化存在一定差异, 内聚性较高的马铃薯, 如“荷兰 15 号”在炒后内聚性反而下降, 内聚性较低, 如“青薯 9 号”炒后反而增加; 感官弹性整体增加, 胶黏性、硬度以及色泽 L^* 、 a^* 和 b^* 都普遍呈下降趋势。根据主成分综合评价、聚类分析结合感官分析表明, “V7”、“荷兰 15 号”、“青薯 9 号”、“荷兰 14 号”和“马尔科”炒制后品质相似, 感官弹性、硬度和胶黏性都较高, 色泽明亮, 形态完整, 口感爽脆, 适合用于炒制加工。

关键词: 马铃薯, 质构, 色泽, 主成分分析, 聚类分析, 炒制, 品种

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)22-0283-07

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021030104



本文网刊:

Quality Evaluation of Different Potato Varieties after Stir-frying Processing

CAI Xuemei¹, PENG Yiqin¹, HE Lian¹, QIAO Mingfeng^{1*}, FAN Wenjiao¹, CHEN Yunchuan¹, WEI Xianya²

(1. Cuisine Science Key Laboratory of Sichuan Province, Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, China;

2. Chengdu Agricultural College, Chengdu 611130, China)

Abstract: In order to improve the development of potato deep processing industry in western Sichuan, the physical characteristics before and after processing of 15 potato varieties in this region were evaluated, and the suitability of different potato varieties for frying and processing was analyzed. The results showed that there were some differences in the color and texture of different potato varieties during potato shreds processing. The potato with high cohesiveness, such as “Holland 15”, had a decreased cohesiveness after frying, while the cohesiveness was low, such as “Qingshu 9”, had an increased cohesiveness after frying. The overall sensory elasticity increased, while the viscosity, hardness and color L^* , a^* and b^* generally showed a decreasing trend. According to the comprehensive evaluation of principal components, cluster analysis and sensory analysis, “V7”, “Holland 15”, “Qingshu 9”, “Holland 14” and “Marco” were similar in quality after frying, with high sensory elasticity, hardness and adhesive properties, bright color, complete shape and crisp taste, which were suitable for frying.

Key words: potato; texture property; colorimeter; principal component analysis; cluster analysis; stir-frying; variety

马铃薯作为世界上最重要的粮食作物之一, 营养及风味俱佳, 深受大众喜爱。在我国马铃薯“主粮化”战略推进下, 马铃薯种植产业逐渐扩大, 70% 左右的马铃薯产地主要分布于集中连片特困山区, 包括川西甘孜州, 在脱贫攻坚中马铃薯产业发挥重要作用^[1-2]。

川西马铃薯产业重种植、轻加工, 其品种丰富, 主要用于淀粉加工和鲜食, 对其他加工适宜性评价研究较少。不同品种马铃薯的营养成分、淀粉含量存在差异^[3-4], 所表现的性状不一样, 加工适宜性就会存在差异^[5-6]。刘娟等^[7]根据马铃薯块茎蒸煮前后的色泽、硬度和软化度, 从 14 个品种中筛选出“Burbank”、

收稿日期: 2021-03-09

基金项目: 四川省教育厅自然科学基金项目 (18CZ0037, 18ZB0440); 四川旅游学院科研创新团队项目 (18SCTUTD05); 四川旅游学院重点项目 (19SCTUZZ08)。

作者简介: 蔡雪梅 (1994-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 食品加工, E-mail: cxm121517@163.com。

* 通信作者: 乔明锋 (1985-), 博士, 副研究员, 研究方向: 食品化学, E-mail: mjqiao@163.com。

‘Shepody’、‘0724-58’和‘0712-66’适宜蒸煮加工,这四个品种是蒸煮后色泽变化较小且软化度比较高;张忆洁等^[8]对国内40个马铃薯品种进行了加工面条适宜性研究,筛选出了12个适宜面条加工的品种,Xu等^[9]发现‘中薯19号’马铃薯粉制作的面条抗拉性、硬度和耐嚼性以及面筋网络均较好,适合面条制作;杨炳南等^[5]对44种马铃薯进行加工适宜性分类,发现‘中薯1号’、‘转心乌’、‘天薯5号’、‘宁薯7号’等品种干物质含量低、蛋白质含量高且还原糖含量较低,加工过程中不易褐变,适合鲜食菜用;文献^[10-13]根据马铃薯的理化分析以及功能评价筛选了薯条加工型品种,发现干物质和淀粉含量较高的马铃薯炸出的薯条质地较好,且不同品种马铃薯炸出的薯条中丙烯酰胺含量存在差异,选择合适的品种有利于降低薯条中的丙烯酰胺含量。由此可见,关于不同品种马铃薯的加工适宜性评价主要集中在主食产品和西式产品上,缺少中式菜肴烹饪加工适宜性相关研究。

炒土豆丝是最为常见的马铃薯烹饪方式之一,要求土豆丝口感脆爽^[14]。在家庭烹饪中,任何品种的马铃薯都可以用于炒土豆丝,对炒后的色泽和质地没有明确的要求。但在马铃薯产业化加工土豆丝小吃的过程中,对马铃薯加工前后色泽和质地变化规律进行分析,建立相应的质量标准,筛选适宜的马铃薯品种,是商业化土豆丝的必要前提。因此,本研究对川西15种马铃薯炒制前后的色泽和质地进行比较分析,筛选出适宜炒制加工土豆丝的品种,为家庭烹饪和商业化土豆丝加工提供理论参考依据,对促进马铃薯产业发展和升级具有积极借鉴意义。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

马铃薯 源自四川省多家农户,所有马铃薯均为新鲜出土,共15个马铃薯品种,分别是‘荷兰15号’、‘掉毛1号’、‘斯凡特’、‘七彩洋芋’、‘V8’、‘马尔科’、‘黑金刚’、‘五彩洋芋’、‘V7’、‘兴佳2号’、‘巫溪洋芋’、‘青薯9号’、‘荷兰14号’、‘希森6号’和‘合作88’。

BT423S型电子天平 德国赛多利斯公司;DC-P3型全自动测色色差计 北京市兴光测色仪器有限公司;TMS-PRO高精度专业食品物性分析仪 美国FTC公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理 参照李蕙蕙等^[14]的方法,并略作改动,将马铃薯洗净去皮机械刨丝,土豆丝横截面尺寸均为1.5 mm×1.5 mm。切好后,浸泡在自来水中(1:100)15 min,沥出,在沸水(1:50)中焯水1 min,焯水后迅速沥出在凉水下冲洗2 min,沥干。热锅中加入食用油(10:1),用红外温度计检测油温达到200℃时,设置电磁炉功率为1400 W,加入土豆丝炒制1 min,出锅,备用。

1.2.2 干物质含量测定 根据GB/T 5009.3-2016采用直接烘干法测定,平行测定3次,结果取平均值。

1.2.3 色泽测定 使用色差分析仪测定样品的色泽。 L^* :表示亮度,正、负分别表示明、暗度; a^* :表示红绿色度,正负分别表示红、绿色; b^* :表示黄蓝色度,正负分别表示黄、蓝色^[15]。每组样品重复测试5次,结果取平均值。

1.2.4 质构测定 使用专业食品物性分析仪测量马铃薯胶黏性、感官弹性、内聚性和硬度。测试条件^[16]:HDP/BSK模具,起始压力0.375 N,形变量60%,停顿时间2 s,回升高度20 mm,每组样品重复测试5次,结果取平均值。

1.2.5 感官评定 挑选有品评经验的14名食品专业学生(7男7女)组成品评小组,根据土豆丝的色泽、香味、形态和口感四个方面进行感官评分,评定标准见表1。品评员评分时,在口中充分咀嚼后咽入,每个样品重复评价3次,每次品尝前后用温水漱口^[17]。

表1 土豆丝感官评定标准
Table 1 Criterion of sensory index for stir-fried shredded potatoes

项目	评分细则	分值(分)
色泽	色泽明亮,无褐色及杂色	13~20
	色泽一般,出现部分褐色或杂色	7~12
	色泽暗淡,褐色明显	0~6
香味	具有浓郁的马铃薯香气	13~20
	具有马铃薯的香味,但不浓郁	7~12
	具有一定的马铃薯香味但出现其他杂味	0~6
形态	形态完整,无断裂	13~20
	形态基本完整,少部分断裂	7~12
	断裂严重	0~6
口感	清脆,具有一定的硬度	26~40
	有一定的硬度,但不脆	10~25
	出现韧性,硬度弱	0~9

1.3 数据处理

采用Excel 2013进行数据的基础处理;采用SPSS 20.0对数据进行统计分析;采用Origin 8.5绘制图形。

2 结果与分析

2.1 不同品种马铃薯干物质含量

马铃薯的干物质主要包含淀粉、还原糖和蛋白质等^[18-19],干物质含量越高,表明马铃薯的淀粉含量和粗蛋白含量越高^[20-21]。由于品种原因及种植环境差异,不同马铃薯干物质含量明显不同,‘七彩洋芋’干物质含量(27.96%)显著($P<0.05$)高于其他品种,其次是‘青薯9号’(22.97%)和‘荷兰15号’(22.05%)。‘斯凡特’、‘V8’和‘巫溪洋芋’干物质含量相对较低,其中‘巫溪洋芋’干物质含量最低,为14.76%(图1)。

2.2 不同品种马铃薯炒制前后色差变化

不同品种的马铃薯色素种类和含量的不一致导致其色泽也存在差异,彩色马铃薯,如‘七彩洋芋’,与普通马铃薯相比,富含花色素,黑金刚富含矮牵牛色素^[22-23]。在加工过程中马铃薯颜色变化主要受到绿

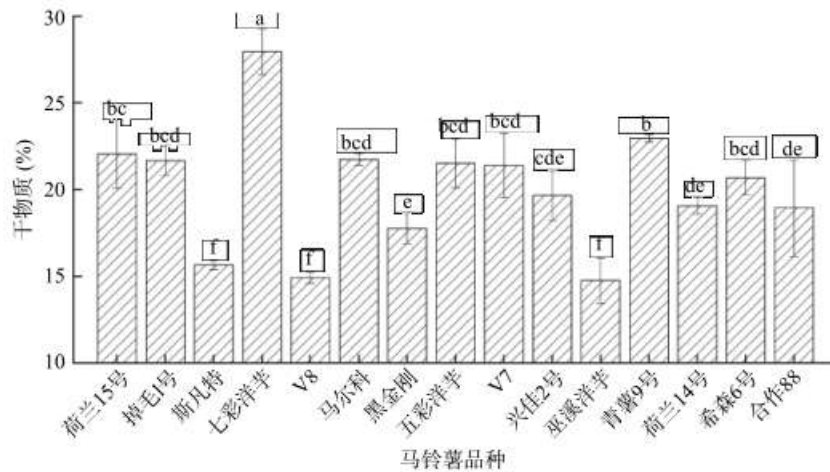


图 1 不同品种马铃薯的干物质含量

Fig.1 Dry matter content of different potato cultivars

注:不同小写字母表示品种间差异显著,新复极差法分析($P<0.05$)。

原酸、柠檬酸以及抗坏血酸含量的影响,绿原酸易导致块茎色泽变黑,而柠檬酸和抗坏血酸能减轻褐变,使马铃薯在加工后呈浅黄色^[24]。对土豆丝进行色差分析,在炒制前,不同品种马铃薯的红绿色度 a^* 值差异较大,彩色马铃薯‘五彩洋芋’和‘七彩洋芋’的 a^* 值明显高于其他品种,‘马尔科’、‘V7’、‘兴佳2号’、‘青薯9号’和‘荷兰14号’的 a^* 值均呈正值但较低,且相互之间无明显差异,‘荷兰15号’、‘斯凡特’和‘V8’的 a^* 均呈负值,炒制后, a^* 值均下降,且12个品种都下降呈负数,可能是高温炒制破坏了马铃薯中抗坏血酸导致。‘黑金刚’的黄蓝色度 b^* 值为负值,显著低于其他品种马铃薯($P<0.05$),‘合作88’的 b^* 值最大,经炒制后,有9个品种马铃薯的 b^* 值下降,其中‘合作88’下降幅度最大,而‘黑金刚’ b^* 值增加,且增幅最大。‘黑金刚’颜色较深,明亮度 L^* 值显著低于其他品种

($P<0.05$),其次是‘七彩洋芋’和‘五彩洋芋’,亮度最大的是‘兴佳2号’。炒制后,亮度最低的3种马铃薯的明亮度增加,而其他品种的普遍下降,‘马尔科’变化较小,炒后的 L^* 值最大(图2)。因此,品种特性对马铃薯加工过程中色泽变化具有明显影响^[25]。

2.3 不同品种马铃薯炒制前后质构特性变化

质构特性是马铃薯加工土豆丝的重要观测指标,不同品种马铃薯炒制前后质构特性见图3。炒制前,‘荷兰15号’、‘掉毛1号’和‘斯凡特’的内聚性高于其他品种马铃薯,且三者之间也存在显著差异($P<0.05$),其中‘荷兰15号’最高,但炒制后,其内聚性下降;内聚性偏小的,比如‘七彩洋芋’、‘V8’、‘马尔科’、‘五彩洋芋’、‘青薯9号’等在炒制后反而增加,其中‘V8’、‘马尔科’、五彩洋芋’、‘青薯9号’等显著($P<0.05$)高于其他部分马铃薯品种。‘五彩洋芋’的

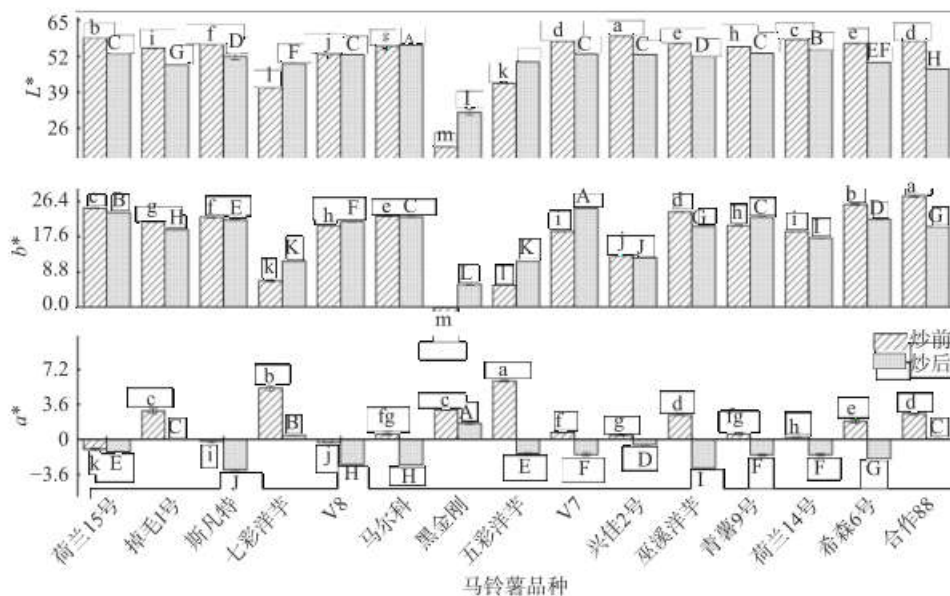


图 2 不同品种马铃薯炒制前后色差变化

Fig.2 Change of color of raw and processed of different potato cultivars

注:不同小写字母和大写字母分别表示炒前和炒后不同品种马铃薯之间差异显著($P<0.05$);图3同。

感官弹性显著高于其他品种($P<0.05$),而‘掉毛1号’最低,炒制后感官弹性普遍增加,‘斯凡特’的相对较低,其他14种马铃薯之间感官弹性不存在显著差异($P>0.05$)。

‘马尔科’、‘五彩洋芋’、‘合作88’和‘荷兰14号’的硬度相对较高,且后面三者的胶黏性也较高,相互之间均不存在显著差异($P>0.05$)。硬度是马铃薯是否适合土豆丝炒制加工的一个重要评价标准,炒后硬度太低容易导致土豆丝断裂,形态不完整。马铃薯的硬度主要与干物质、纤维和果胶的含量相关^[8],但干物质含量最高的‘七彩洋芋’其硬度显著($P<0.05$)低于‘马尔科’、‘五彩洋芋’等其他品种,干物质含量最低的‘V8’其硬度居中,说明单独根据干物质含量并不能判断马铃薯的硬度。在炒制过程中,由于高温导致的淀粉糊化、果胶降解、纤维分解等原因^[11],土豆丝通常会软化,即硬度下降,但‘荷兰15号’、‘V7’、‘兴佳2号’和‘希森6号’在炒制后硬度明显上升,其原因有待进一步研究。不同品种马铃薯在炒制前后胶黏性的变化趋势都存在差异,除了‘荷兰15号’、‘掉毛1号’、‘V7’和‘兴佳2号’之外,其他品种马铃薯的胶

黏性都减小。整体而言,‘V7’、‘合作88’和‘荷兰14号’在炒后硬度和胶黏性显著($P<0.05$)大于其他品种(图3)。

2.4 不同品种马铃薯炒制后各指标主成分分析

对15个品种马铃薯炒制后各指标利用SPSS进行主成分分析,如表2所示,前三个主成分特征值大于1且累计贡献率超过85%,对所有变量的初始信息具有一定的代表性,因此选用前3个主成分作为数据分析的有效成分^[26]。3个主成分的载荷矩阵如表3所示,载荷大小反应原始变量对因子的影响,正负表示影响的方向^[27]。色差的三个指标在主成分1上具有较高的载荷,说明其对PC1的贡献最大,其中 L^* 和 b^* 呈正相关, a^* 呈负相关;PC2中感官弹性、硬度和胶黏性载荷系数较大,相关性较强;PC3主要代表了内聚性。

2.5 不同品种马铃薯的综合评价

由于PCA中前3个成分反应了指标的89.564%信息,因此利用前3个主成分进行对不同品种马铃薯的炒制品质进行综合评价,根据表3中的载荷向

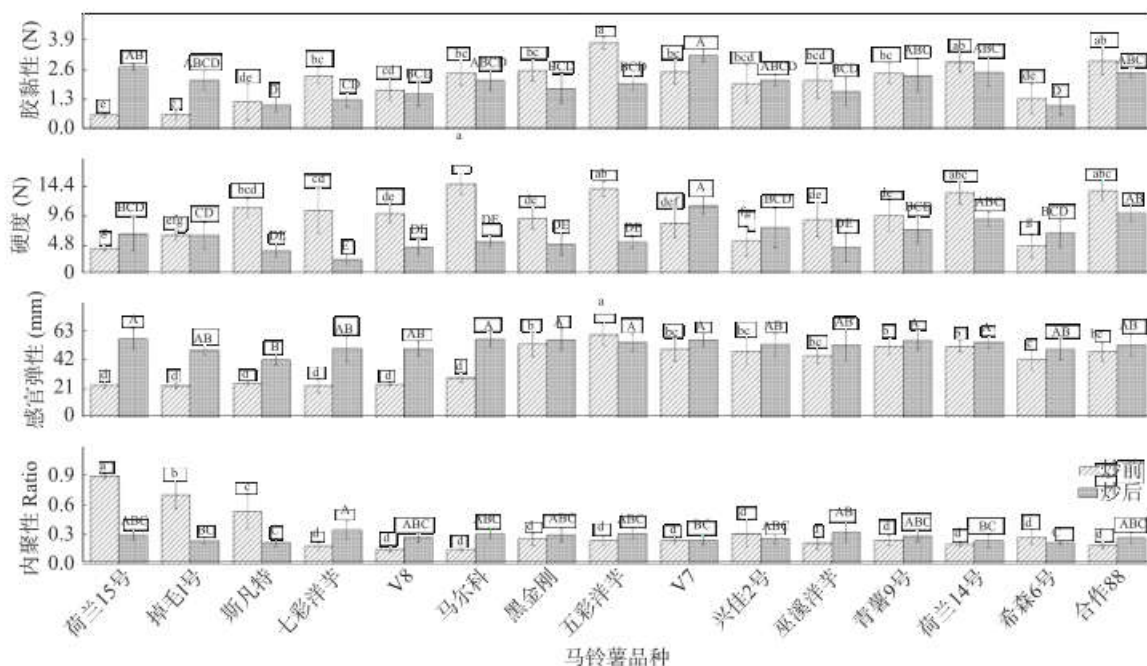


图3 不同品种马铃薯炒制前后质构特性变化

Fig.3 Change of texture characteristics of raw and processed of different potato cultivars

表2 主成分的特征值和贡献率

Table 2 Eigenvalue of the principal components and their contribution rates and cumulative contribution rates

成分	起始特征值			提取平方和载入值		
	特征值	方差贡献率(%)	累加贡献率(%)	特征值	方差贡献率(%)	累加贡献率(%)
1	2.644	37.770	37.770	2.644	37.770	37.770
2	2.382	34.033	71.803	2.382	34.033	71.803
3	1.243	17.762	89.564	1.243	17.762	89.564
4	0.286	4.084	93.648			
5	0.279	3.984	97.632			
6	0.090	1.293	98.924			
7	0.075	1.076	100.000			

表 3 主成分的特征向量与载荷矩阵
Table 3 Principal component eigenvectors and loading matrix

指标	载荷			特征向量		
	PC1	PC2	PC3	PC1	PC2	PC3
L^*	0.808	-0.147	0.424	0.497	-0.095	0.380
b^*	0.892	-0.071	0.105	0.549	-0.046	0.094
a^*	-0.694	0.520	-0.319	-0.427	0.337	-0.286
感官弹性	-0.082	0.858	0.401	-0.050	0.556	0.360
硬度	0.530	0.719	-0.388	0.326	0.466	-0.348
内聚性	-0.553	0.146	0.797	-0.340	0.095	0.715
胶黏性	0.348	0.901	0.060	0.214	0.584	0.054

量构建评价模型如下:

$F_1=0.497X_1+0.549X_2-0.427X_3+\cdots+0.214X_7$

$F_2=-0.095X_1-0.046X_2+0.337X_3+\cdots+0.584X_7$

$F_3=0.380X_1+0.094X_2-0.286X_3+\cdots+0.054X_7$ (X 为原始变量标准化处理后数值)

以各主成分对应的贡献率作为权重, 对各主成分得分进行加权求和得到综合评分: $F=0.336F_1+0.260F_2+0.200F_3+0.116F_4+0.088F_5$

通过计算得到不同品种马铃薯得分如表 4, 得分高低反映马铃薯炒制加工品质的高低^[28-29]。由表 4 可知, PC1 和 PC2 中得分最高都是‘V7’, 说明这两组分对‘V7’的炒制品质都有较大影响, PC3 中‘马尔科’得分最高, 说明内聚性对‘马尔科’的炒制品质最大。根据综合评分排名情况来看, 不同品种马铃薯的炒制品质存在较大差异, ‘V7’综合得分最高, 其次是‘荷兰 15 号’、‘青薯 9 号’、‘荷兰 14 号’和‘马尔科’, 综合得分均大于 0.5, 这 5 种马铃薯炒制品质较好, 相对比较适合炒制加工。

表 4 不同品种马铃薯的成分得分和综合评估
Table 4 Principal component scores and comprehensive scores in different potapoes

品种	F1	F2	F3	F	排名
荷兰15号	0.203	0.571	0.172	0.947	2
掉毛1号	-0.003	-0.060	-0.260	-0.323	11
斯凡特	0.433	-1.326	-0.226	-1.119	13
七彩洋芋	-1.103	-0.441	0.207	-1.337	14
V8	0.225	-0.600	0.090	-0.285	10
马尔科	0.382	0.031	0.369	0.782	5
黑金刚	-1.822	0.458	-0.216	-1.580	15
五彩洋芋	-0.485	0.061	0.188	-0.235	9
V7	0.940	0.894	-0.095	1.740	1
兴佳2号	-0.091	0.200	-0.115	-0.006	7
巫溪洋芋	0.031	-0.416	0.314	-0.071	8
青薯9号	0.362	0.296	0.145	0.803	3
荷兰14号	0.488	0.391	-0.096	0.783	4
希森6号	0.334	-0.623	-0.262	-0.550	12
合作88	0.106	0.564	-0.216	0.453	6

2.6 样品的聚类分析

为进一步分析各品种马铃薯的炒制特性, 根据炒制后土豆丝的质构和色差指标对马铃薯采用组间

联接聚类方法进行系统聚类分析^[30], 结果见图 4。当以欧式距离为 5 划分时, 除了‘斯凡特’和‘黑金刚’, 其余 13 种马铃薯均归为一类, 分离度较小。由图 4 可知, 从欧氏距离 3 处划分较为合适, 可将 15 种马铃薯分为 5 大类, 第 1 类为‘荷兰 15 号’、‘青薯 9 号’、‘马尔科’、‘V7’和‘荷兰 14 号’, 炒制后色泽较为明亮, 感官弹性、硬度和胶黏性也较高, 适合炒制加工, 这与主成分综合评分结果一致; 第 2 类为‘V8’、‘巫溪洋芋’、‘掉毛 1 号’、‘希森 6 号’和‘合作 88’, 各指标相对第 1 类都较低; 第 3 类包含‘五彩洋芋’、‘兴佳 2 号’和‘七彩洋芋’, 内聚性较高; ‘斯凡特’和‘黑金刚’各为一类, ‘斯凡特’炒后色泽偏绿, 感官弹性较差, ‘黑金刚’炒后颜色最深, 亮度最差, 均不合适炒制加工。

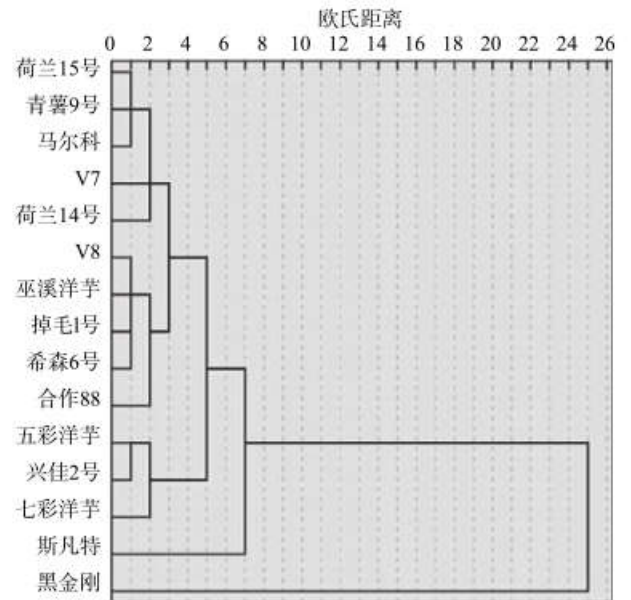


图 4 马铃薯系统聚类树状图
Fig.4 Hierarchical diagram clustering of potatoes

2.7 不同品种马铃薯炒后感官差异分析

不同品种马铃薯炒后感官品质存在差异, ‘荷兰 14’和‘V7’较为鲜亮, ‘五彩洋芋’和‘黑金刚’颜色光泽度相对较暗; ‘七彩洋芋’、‘马尔科’、‘合作 88’、‘青薯 9 号’香味较好; 口感上, ‘V7’、‘马尔科’、‘荷兰 14 号’、‘青薯 9 号’和‘荷兰 15 号’形态都比较完整, 土豆丝不容易断裂, 且口感爽脆, 与质构分析结果一致(图 5)。

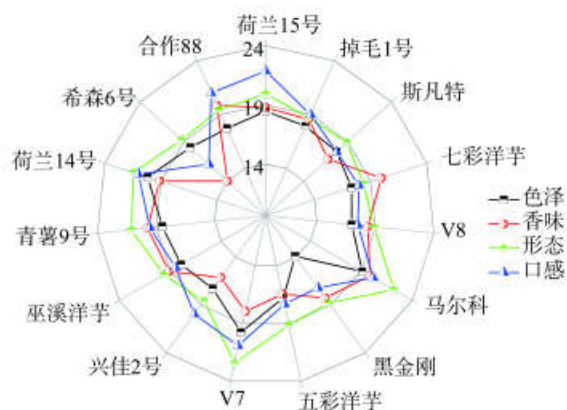


图5 不同品种马铃薯烹饪后感官评分

Fig.5 Sensory score of processed potatoes in different cultivars

3 结论

炒制是食用马铃薯最主要的加工方式之一,马铃薯商业化加工过程中需要对炒制加工的品质性状进行分析。本文通过对15种马铃薯炒制加工土豆丝前后的硬度、内聚性、胶黏性、感官弹性、色泽、水分等进行检测,分析了不同品种马铃薯物理特性的差异以及炒制前后的变化。在炒制前后中,土豆丝 a^* 值均下降,且大部分下降呈负数;绝大部分马铃薯的 b^* 值均降低;内聚性较高的如‘荷兰15号’炒后下降,本身内聚性较低的如‘青薯9号’反而增加;感官弹性普遍增加,‘斯凡特’的相对较低;除个别品种马铃薯外,大部分的胶黏性和硬度炒后都下降,其中‘V7’、‘合作88’和‘荷兰14号’的硬度和胶黏性较高。

综合以上研究,并根据主成分综合评价、聚类分析和感官分析,表明‘V7’、‘荷兰15号’、‘青薯9号’、‘荷兰14号’和‘马尔科’炒制后品质相似,色泽明亮,感官弹性、硬度和胶黏性较大,形态完整,口感爽脆,适合用于炒制加工。本研究从物理特性方面出发筛选了川西地区适宜炒制的马铃薯品种,为马铃薯合理化深加工提供参考。不足之处在于仅研究了马铃薯在炒制前后物理特性的变化以及炒后感官差异,缺乏对香气物质的深入研究,因此本课题组接下来将通过气质联用技术对马铃薯炒制前后的挥发性香气成分进行比较分析。

参考文献

[1] 仲乃琴,蔡冬清,赵盼.我国高原马铃薯种薯产业发展与精准扶贫[J].中国科学院院刊,2020,35(10):1308-1313. [ZHONG N Q, CAI D Q, ZHAO P. Development of potato seed industry and targeted poverty alleviation in plateau of China[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2020, 35(10): 1308-1313.]

[2] 杨琴.关于提高甘孜州马铃薯种植产量品质的思考与建议[J].四川农业与农机,2019(6):8-10. [YANG Q. Pondering and suggestions on improving the quality and yield of potato planting in Ganzi[J]. Sichuan Agricultural Machinery, 2019(6): 8-10.]

[3] 谢庆华,吴毅敏.马铃薯品种营养成分分析测定[J].云南师范大学学报:自然科学版,2002,22(2):50-52. [XIE Q H, WU Y X. Analyze to nutrition constituent of potato[J]. Journal of Yunnan Normal University(Natural Sciences Edition), 2002, 22(2): 50-

52.]

[4] 王新伟,杨国利.不同来源马铃薯品种淀粉含量的差异[J].马铃薯杂志,1997,11(3):148-151. [WANG X W, YANG G L. Analysis on the starch content of potato germplasm in China[J]. Chinese Potato Journal, 1997, 11(3): 148-151.]

[5] 杨炳南,张小燕,赵凤敏,等.不同品种马铃薯的不同加工产品适宜性评价[J].农业工程学报,2015,31(20):301-308. [YANG B N, ZHAO X Y, ZHAO F M, et al. Suitability evaluation of different potato cultivars for processing products[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(20): 301-308.]

[6] 仇菊,朱宏,朱大洲,等.不同加工用途马铃薯品质特性分析[J].中国马铃薯,2019,33(6):372-378. [QIU J, ZHU H, ZHU D Z. Quality characteristics analyses of potatoes for different processing purposes[J]. Chinese Potato Journal, 2019, 33(6): 372-378.]

[7] 刘娟,梁廷超,隋景航,等.马铃薯块茎蒸煮品质、质构特性及加工型品种筛选[J].中国农业科学,2016,49(21):4074-4084. [LIU J, LIANG Y CH, SUI J H, et al. Screening for cooking-processing potato lines according to potato tuber qualities and properties[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2016, 49(21): 4074-4084.]

[8] 张忆洁,祁岩龙,宋鱼,等.不同马铃薯品种用于加工面条的适宜性[J].现代食品科技,2020,36(2):85-93. [ZHANG Y J, QI Y L, SONG Y, et al. Suitability of different potato varieties for processing noodles[J]. Modern Food Science & Technology, 2020, 36(2): 85-93.]

[9] X V F, LIU W, HUANG Y J, et al. Screening of potato flour varieties suitable for noodle processing[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2020, 44: e14344.

[10] 刘娟,梁廷超,余斌,等.马铃薯薯条色泽和质地特性及薯条加工型品种筛选[J].中国农业科学,2017,50(22):4247-4265. [LIU J, LIANG Y CH, Y B, et al. Screening for French fries processing potato lines according to colour qualities and texture properties[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(22): 4247-4265.]

[11] KASHIF S, ABDUL Q, AYZAZ D. Analysis of selective potato varieties and their functional assessment[J]. Food Science and Technology, 2019, 39(2): 308-314.

[12] SHOJAEI A, SAEDEH, NIKOPOUR, et al. Acrylamide reduction in potato chips by selection of potato variety grown in iran and processing conditions[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2013, 93(10): 2556-2561.

[13] ALLAN M C, MARINOS N, JOHANNING S, et al. Relationships between isolated sweet potato starch properties and textural attributes of sweetpotato French fries[J]. Journal of Food Science, 2021: 1-16.

[14] 李葱葱,易中新,张韵,等.“清炒脆土豆丝”烹饪工艺优化[J].食品科技,2017(9):44-49. [LI H H, YI Z X, ZHANG Y, et al. Cooking process optimization of "stir-fired crisp potato shreds"[J]. Food Science and Technology, 2017(9): 44-49.]

[15] 卫萍,游向荣,张雅媛,等.添加淀粉对马铃薯米粉品质的影响[J].食品工业科技,2019,40(11):79-84. [WEI P, YOU X R, ZHANG Y Y, et al. Influences of adding starch on potato rice noodle quality[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(11): 79-84.]

- [16] 杨承钰, 龚盛祥, 王正武. 紫马铃薯酸奶的工艺优化及其品质评价模型的建立[J]. 食品工业科技, 2019, 40(22): 192-200. [YANG C Y, GONG S X, WANG Z W. Process optimization of purple potato yogurt and establishment of quality evaluation model[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(22): 192-200.]
- [17] MA M M, MU T H, ZHOU L. Identification of saprophytic microorganisms and analysis of changes in sensory, physico-chemical, and nutritional characteristics of potato and wheat steamed bread during different storage periods[J]. Food Chemistry, 2021, 348.
- [18] 黄越. 马铃薯块茎营养及蒸食品质的评价与优良材料的筛选[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2017. [HUANG Y. Evaluation of the nutrition and eating quality of potato and selected excellent materials[D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2017.]
- [19] CHUNG H J, LI X Q, KALINGA, et al. Physicochemical properties of dry matter and isolated starch from potatoes grown in different locations in Canada[J]. Food Research International, 2014(57): 89-94.
- [20] 文国宏, 李高峰, 李建武, 等. 陇薯系列马铃薯品种营养品质评价及相关性分析[J]. 核农学报, 2018, 32(11): 2162-2169. [WEN G H, LI G F, LI J W, et al. Nutrition quality evaluation and correlation analysis of longshu potato varieties named with series[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2018, 32(11): 2162-2169.]
- [21] 赵宇慈, 许丹, 靳承煜, 等. 马铃薯块茎干物质、淀粉及还原糖含量的检测及相关性分析[J]. 现代食品科技, 2017, 33(10): 288-293, 280. [ZHAO Y C, XU D, JING C Y, et al. Detection and correlation analysis of dry matter, starch and reducing sugar content in potato tubers[J]. Modern Food Science & Technology, 2017, 33(10): 288-293, 280.]
- [22] LEE J H, WOO K S, LEE H U, et al. Intracellular reactive oxygen species(ros) removal and cytoprotection effects of sweet potatoes of various flesh colors and their polyphenols, including anthocyanin[J]. Preventive Nutrition and Food Science, 2019, 24(3): 293-298.
- [23] LIU Y, LIN W K, ESPEY R V, et al. StMYB44 negatively regulates anthocyanin biosynthesis at high temperatures in tuber flesh of potato[J]. Journal of Experimental Botany, 2019, 70(15): 3809-3824.
- [24] 梁延超. 国际马铃薯中心高代品系蒸煮加工品质评价[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017. [LIANG Y C. Introduction to and evaluation of the cooking processing quality of advanced lines from the international potato center[D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2017.]
- [25] 唐月明, 朱永清, 沈学善, 等. 川中丘陵区冬作不同品种马铃薯鲜切加工适宜性评价[J]. 食品工业科技, 2020, 41(9): 219-224. [TANG Y M, ZHU Y Q, SHEN X S, et al. Evaluation different varieties of potato suitable for fresh cutting in winter in hilly area of central Sichuan[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(9): 219-224.]
- [26] YANG B N, ZHANG X Y, ZHAO F M, et al. Characteristic analysis and processing suitability clustering of common potato cultivars[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 34(1): 28-36.
- [27] MELLO C D, DIJK J V, VOORHUIZEN M, et al. Tuber proteome comparison of five potato varieties by principal component analysis[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2019, 12(24): 1576-1580.
- [28] 葛帅, 王蓉蓉, 王颖瑞, 等. 湖南常见辣椒品种游离氨基酸主成分分析及综合评价[J]. 食品科学技术学报, 2021, 39(2): 91-102. [GE S, WANG R R, WANG Y R, et al. Principal component analysis and comprehensive evaluation of free amino acids of different peppers in Hunan[J]. Journal of Food Science and Technology, 2021, 39(2): 91-102.]
- [29] 高佳, 唐月明, 沈学善, 等. 10个马铃薯品种在川中丘陵区冬作的品质综合评价与分类[J]. 食品工业科技, 2020, 41(7): 13-17, 24. [GAO J, TANG Y M, SHEN X S, et al. Comprehensive evaluation and classification of quality of 10 winter cropping potato cultivars in hilly areas of central Sichuan province[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(7): 13-17, 24.]
- [30] 崔桂娟, 亢灵涛, 侯宇豪, 等. 基于主成分与聚类分析的辣椒品质综合评价[J]. 食品工业科技, 2019, 40(14): 49-55. [CUI G J, KANG L T, HOU Y H, et al. Comprehensive evaluation of hot pepper quality based on principal component analysis and cluster analysis[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(14): 49-55.]