

西北旱区不同品种 马铃薯薯饼加工品质特性分析

胡新元¹, 李梅^{2,*}, 田世龙², 陆立银³, 李高峰³, 谢奎忠³, 柳永强³

(1. 甘肃省农业科学院, 甘肃兰州 730070;

2. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃兰州 730070;

3. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃兰州 730070)

摘要:为研究不同品种马铃薯与薯饼品质特性之间的关系,以适宜西北旱区栽培的13个马铃薯鲜薯为原料制备马铃薯薯饼,并对薯饼的感官和TPA进行了分析和比较,结果表明,不同马铃薯品种对加工薯饼的品质特性具有显著影响($p < 0.05$),不同品种马铃薯淀粉含量、蛋白质含量与马铃薯薯饼的硬度、弹性、胶着性及咀嚼性呈极显著正相关($p < 0.01$),而不同马铃薯品种淀粉含量、粗蛋白含量与马铃薯薯饼色泽无显著相关性($p > 0.05$);综合评价感官和TPA,供试的13个品种中,陇薯7号、陇薯8号、中薯18号和新品系LY08104-12的表现较好,制得的马铃薯薯饼感官品质较好,硬度适中,口感酥软,质构品质也较优。该结论可为不同马铃薯品种在薯制品加工适宜性方面提供一定的理论参考。

关键词:马铃薯,不同品种,薯饼,品质特性,西北旱区

Processing quality characteristics analysis of potato-cake of different potato varieties in northwest arid area

HU Xin-yuan¹, LI Mei^{2,*}, TIAN Shi-long², LU Li-yin³, LI Gao-feng³, XIE Kui-zhong³, LIU Yong-qiang³

(1. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;

2. Agricultural Product Storage and Processing Research Institute,
Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;

3. Potato Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, 730070, China)

Abstract: The purpose of this study was to investigate the relationship between potato varieties and quality characteristics of potato-cake for different potato cultivars. Fresh potato samples from 13 cultivars were used as raw material to prepare potato-cake, and the sensory and texture profile analysis (TPA) of the obtained potato-cake were evaluated and compared. The results showed that different potato varieties had significant effects on the quality characteristics of processed potato cakes ($p < 0.05$). The hardness, elasticity, gumminess and chewiness of the potato-cake were extremely significant correlated ($p < 0.01$) with the starch and protein contents of different potato varieties. However, no significant correlation ($p > 0.05$) was seen between color of potato-cake and starch and protein contents of different potato varieties. According to the comprehensive evaluation of sensory and TPA results, longshu 7, longshu 8, zhongshu 8 and LY08104-12 performed better than the other potato cultivars and the prepared potato-cake showed moderate hardness, soft taste and good texture quality. In conclusion, this study could provide theoretical basis for the suitability of potato varieties in the processing of potato products.

Key words: potato; different varieties; potato-cake; quality characteristics; northwest arid area

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2018)05-0036-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2018.05.007

马铃薯是我国重要的粮菜作物,其种植面积和产量均居世界首位,已成为继稻谷、玉米、小麦之后的第四大粮食作物^[1]。马铃薯不仅营养价值高、营养全面,富含大量碳水化合物、蛋白质、矿物质、维生素等,在我国具有较大的发展利用价值^[2]。2015年,农

业部启动马铃薯主食产品及产业开发战略^[3-4],预计到2020年,我国马铃薯种植面积要翻一番,届时50%以上的马铃薯将作为主粮消费^[5]。

近年来,马铃薯主食产品开发中,以不同品种马铃薯全粉为原料和小麦粉混配开发主食产品的居

收稿日期: 2017-07-06

作者简介: 胡新元(1973-),男,硕士研究生,副研究员,研究方向:耕作栽培与植物营养, E-mail: huxinyuan@gsagr.ac.cn。

* 通讯作者: 李梅(1978-),女,硕士研究生,副研究员,研究方向:农产品贮藏与加工, E-mail: limei7877@126.com。

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项经费项目(201503001);甘肃省科技重大专项计划项目(1602NKDJ022)。

表1 不同马铃薯品种品质基础数值表
Table 1 Basic values of different potato varieties

品种/指标	干物质(g/100 g)	粗淀粉(g/100 g)	粗蛋白(g/100 g)	还原糖(g/100 g)	V _c 含量(mg/100 g)
陇薯7号	24.84	23.90	0.11	17.20	2.64
陇薯8号	14.69	33.89	0.23	26.30	2.57
陇薯9号	14.63	25.69	0.42	19.90	2.37
陇薯10号	21.23	22.28	0.64	16.90	2.59
陇薯11号	13.76	27.26	0.50	20.30	2.45
陇薯14号	19.86	27.57	0.42	19.70	2.60
L1027-10	21.78	23.79	0.58	19.10	2.57
L1036-34	21.90	30.18	0.30	21.20	2.60
L1039-6	18.38	26.68	0.24	21.00	3.23
LY08104-12	20.31	28.19	0.33	20.80	3.27
青薯9号	17.00	25.49	0.32	18.90	2.54
天薯11号	43.74	25.78	0.38	20.40	2.70
中薯18号	20.20	24.78	0.25	18.00	2.64

表2 高筋小麦粉基础品质数值表
Table 2 The quality figure of wheatmeal

品种/指标	水分(%)	粗灰分 (%,干基)	粗蛋白 (%,干基)	粗淀粉 (%,干基)	湿面筋 (%,14%水分基)	沉淀值 (mL,14%水分基)
和尚头	12.68	1.18	13.21	78.73	31.60	63.00

多^[6-7],也有一些产品是以马铃薯鲜薯作为原料^[5-8],但不同的马铃薯品种具有不同的生物学特性,其与加工技术、加工制品、制品品质相辅相成。因此,筛选加工专用品种,使马铃薯原料物尽其用,对促进马铃薯加工产业升级具有积极的指导意义^[9]。目前,大量研究报道了马铃薯全粉、淀粉的加工特性^[10-13],而在马铃薯主食产品加工中,多种马铃薯品种可用于任何主食产品加工,对不同马铃薯品种究竟适合加工何种主食产品和不同马铃薯品种特性究竟如何影响主食产品的品质的研究还鲜见报道。

西北地区人们的主食消费习惯主要以饼子、面条和馒头为主,尤其在回族居住区,是以清真大饼为主导消费方式。因此,本研究以适宜西北旱区栽培的13个不同马铃薯品种为试材,经过对加工薯饼的感官、蒸煮和质构特性(texture profile analysis, TPA)进行对比研究,以期筛选出适宜薯饼的加工品种,为进一步加快马铃薯主食化产业发展提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

马铃薯 供试马铃薯品种,由甘肃省定西市通渭县马铃薯实验基地提供(表1);小麦粉 旱作小麦

高筋粉和尚头,由甘肃兰州麦粒香食品有限责任公司提供(表2)。

JYN-W601型和面机 九阳股份有限公司;
JXFD-7醒发箱 北京东孚永恒仪器技术有限公司;
CT3型质构仪 美国博勒飞公司;CR-400型色差计 日本美能达公司;XH-20kw微波干燥设备 济南鑫弘微波设备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 马铃薯饼制作工艺 在前期实验的基础上,采用以鲜薯为原料的薯饼加工技术进行薯饼制作,工艺技术见图1。

马铃薯脱水处理:采用间歇式微波+覆膜相结合处理鲜薯的特殊工艺进行马铃薯脱水,先在微波功率15 kW、转速709 r/min条件下处理2~3 min,再在微波功率15 kW、转速203 r/min条件下处理10~11 min,使马铃薯脱水率控制在25%~35%之间。

面粉发酵和辅料添加:按比例称取小麦粉、酵子和水分充分混合,和面后发酵,面团稍硬一些;恒温发酵后,按比例称取马铃薯、食用油、鸡蛋和白砂糖充分混合,以不添加马铃薯作为对照(CK);并加入适量食用碱进行面团中和后醒发;醒发后,根据所需形状进行成型,进行二次醒发。烤制,采用常规方法

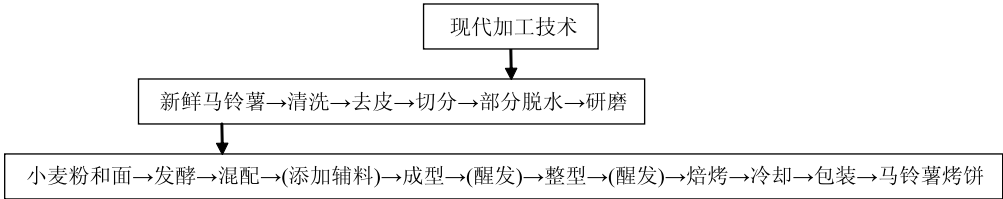


图1 马铃薯饼工艺技术
Fig.1 The technology of potato-cake

表3 薯饼感官评分标准(分)
Table 3 Sensory evaluation criteria of potato-cake(score)

项目	满分	评分标准
外观形状	15	表皮光滑,对称,高径比较大:12.1~15分;中等:9.1~12分; 表皮粗糙,有硬块,形状不对称,高径偏小:1~9分
色泽	15	表皮和内部的颜色白、乳白、奶黄色,亮度佳:12.1~15分; 浅黄或黄,亮度中等:9.1~12分;颜色发暗、发灰,亮度差:1~6分
内部组织	25	断面气孔大小均匀:22.1~25分;气孔过于细密,但均匀:19.1~22分;有大气孔,结构粗糙:1~19分
弹性	20	用手指按压复原性好:14.1~20分;中等:9.1~14分;复原性较差:1~9分
滋味与口感	25	同时具小麦和马铃薯清香味,口感酥软,无异味:22.1~25分;中等:19.1~22分;有异味:1~19分

烤制,烤制时间根据烤饼大小合理控制。

1.2.2 薯饼感官评定 薯饼样品由学习过感官评定的本科生和硕士研究生 8 人(5 名女生,3 名男生)组成的品尝小组进行评分,重复 3 次,取评分的平均值作为最终的感官评分,具体评分标准见表 3。

1.2.3 薯饼色泽评定 采用 CR-400 型色差计对薯饼样品表皮色泽进行测量。薯饼的色泽由亮度(L^*)、红度(a^*)、黄度(b^*)表示,其中 $+a^*$ 代表红色, Δa^* 代表绿色, $+b^*$ 代表黄色, Δb^* 代表蓝色。每个样品测量 4 次,取平均值。

1.2.4 薯饼质构测定 参照范会平的方法并修改^[14],采用 CT3 型质构仪测定薯饼内部的质构。将烤制好的薯饼冷却 1 h 后,用切片机切取厚度 12 mm 的均匀薄片,用 TA-KSC 探头进行质构测试。具体的参数为:距离 8 mm,测试前速率 3.00 mm/s,测试速率 1.00 mm/s,测试后速率 1.00 mm/s,下压程度 50.00%,测试力 0.05 N,2 次压缩时间间隔 3 s。每个样品重复测定 8 次,剔除最大值和最小值,求平均值。

1.2.5 数据统计分析 如无特殊说明,每次实验重复 3 次,数据采用 Excel 软件进行处理,以(平均值±标准差)表示。采用 SPSS 19.0 软件进行 Duncan's 差异显著性分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种马铃薯薯饼感官品质分析

由表 4 可以看出,不同马铃薯品种加工薯饼的感官品质存在一定的差异。从综合评分来看,供试的 13 个品种中感官品质表现较优的是陇薯 7 号和陇薯 8 号,其次是陇薯 9 号和中薯 18 号,结果参见表 4。

2.2 不同品种马铃薯薯饼色泽分析

由表 5 可以看出,不同马铃薯品种所加工薯饼在色泽方面也存在一定的差异。从测定结果来看,陇薯 7 号、陇薯 8 号、陇薯 9 号、陇薯 14 号、中薯 18 号和 LY08104-12 的亮度和红度值保持同等水平,青薯 9 号比较偏红,其他品种薯饼色泽均处于较好水平。

2.3 不同品种马铃薯薯饼质构品质分析

有研究表明,食品的 TPA 特性测试能够使品尝指标量化,且与感官评价指标具有显著相关性^[15],因此用质构仪测定薯饼质构能够避免感官品质评价时人为主观因素的影响,测定结果更为可靠^[16]。由表 6 可知,不同马铃薯品种加工的薯饼在硬度、内聚性、胶着性、咀嚼性、粘性和回复性方面均表现出较大差异。其中陇薯 7 号、陇薯 10 号、陇薯 11 号、中薯 18

表4 不同品种马铃薯薯饼感官品质对比
Table 4 Comparison of sensory quality of different varieties of potato-cake

处理/指标	外观形状	色泽	内部组织	弹性	滋味与口感	综合评分
1	12.8±0.25	14.5±0.06	22.3±0.25	18.0±0.32	21.1±0.29	88.7±0.46 ^b
2	12.8±0.12	14.5±0.06	22.9±0.15	18.0±0.47	21.8±0.15	90.0±0.70 ^a
3	12.8±0.10	14.6±0.20	22.9±0.26	18.0±0.30	21.8±0.40	90.1±0.46 ^a
4	12.8±0.17	14.5±0.10	22.9±00.15	17.0±0.05	19.8±0.29	87.0±0.87 ^c
5	12.8±0.40	14.6±0.30	21.8±0.58	17.0±0.17	18.5±0.25	84.7±0.78 ^d
6	11.9±0.30	14.6±0.11	21.8±0.60	17.0±0.05	18.5±0.20	83.8±0.87 ^d
7	12.8±0.25	14.6±0.11	21.8±0.52	17.0±0.06	18.5±0.15	84.7±0.46 ^d
8	11.9±0.10	14.1±0.36	20.8±0.10	16.5±0.35	17.9±0.38	81.2±0.78 ^{ef}
9	12.6±0.06	14.5±0.06	22.9±0.46	17.0±0.10	19.8±0.15	86.8±0.60 ^c
10	11.9±0.06	14.1±0.10	20.8±0.06	17.0±0.10	18.3±0.12	82.1±0.46 ^{ef}
11	11.9±0.10	14.1±0.12	20.8±0.10	17.0±0.12	18.3±0.12	82.1±1.08 ^{ef}
12	12.6±0.25	14.5±0.16	22.3±0.10	17.0±0.06	19.8±0.44	86.2±0.35 ^c
13	11.6±0.06	14.1±0.10	19.9±0.10	17.0±0.06	18.3±0.10	80.9±0.95 ^f
14	12.9±0.06	14.1±0.10	20.8±0.06	17.0±0.26	17.6±0.23	82.4±0.81 ^e

注:1.CK,2.陇薯 7 号,3.陇薯 8 号,4.陇薯 9 号,5.陇薯 10 号,6.陇薯 11 号,7.陇薯 14 号,8.青薯 9 号,9.中薯 18 号,10.天薯 11 号,11.L1036-34,12.L1027-10,13.L1039-6,14.LY08104-12;不同字母表示处理间差异显著($p<0.05$)。表 2、表 3 同

表5 不同品种马铃薯薯饼色泽对比
Table 5 Comparison of color of
different varieties of potato-cake

处理/指标	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]
1	82.75 ± 1.11 ^{bc}	-0.53 ± 0.21 ^d	19.78 ± 0.70 ^b
2	84.05 ± 0.45 ^{ab}	-0.58 ± 0.07 ^{cd}	17.59 ± 0.34 ^{de}
3	80.61 ± 1.07 ^e	-1.19 ± 0.11 ^{ef}	17.48 ± 0.50 ^{de}
4	82.75 ± 0.65 ^{bc}	-1.26 ± 0.07 ^f	19.99 ± 0.35 ^b
5	85.00 ± 0.65 ^a	-0.93 ± 0.14 ^e	18.67 ± 0.74 ^c
6	81.23 ± 0.91 ^{de}	0.10 ± 0.23 ^b	14.98 ± 0.37 ^f
7	84.10 ± 1.20 ^{ab}	-0.88 ± 0.09 ^{de}	16.65 ± 0.48 ^e
8	74.41 ± 0.96 ^g	1.61 ± 0.07 ^a	20.62 ± 0.65 ^{ab}
9	82.27 ± 2.96 ^{cd}	-0.92 ± 0.24 ^e	20.05 ± 1.82 ^{ab}
10	80.15 ± 0.62 ^e	0.04 ± 0.12 ^b	14.74 ± 0.38 ^f
11	81.59 ± 0.93 ^{cde}	-1.57 ± 0.10 ^g	20.94 ± 0.79 ^a
12	80.61 ± 1.07 ^e	-1.19 ± 0.11 ^{ef}	17.48 ± 0.50 ^{de}
13	78.06 ± 0.55 ^f	-0.16 ± 0.22 ^b	17.48 ± 0.64 ^{de}
14	84.02 ± 0.60 ^{ab}	-1.38 ± 0.78 ^{fg}	18.17 ± 0.65 ^d

号和 LY08104-12 的回复性和弹性较好,硬度和咀嚼性适中,口感相对酥软,质构品质总体较好。

2.4 马铃薯基础品质与薯饼感官评分及质构特性之间的相关性

由表7可以看出,不同品种马铃薯淀粉含量和马铃薯薯饼的硬度、弹性、胶着性及咀嚼性呈极显著性正相关,相关系数分别为 0.758、0.904、0.824 及 0.969,不同品种马铃薯粗蛋白含量和马铃薯薯饼的硬度、弹性、胶着性及咀嚼性也呈极显著性正相关,相关系数分别为 0.834、0.901、0.781 及 0.958;而不同马铃薯品种淀粉含量、粗蛋白含量与马铃薯薯饼色泽之间无显著相关性。以上结果表明马铃薯薯饼品质的优劣与马铃薯中蛋白和淀粉含量的高低密切相关,与色泽失关联性甚小。

3 结论

本实验在统计分析 13 个马铃薯品种基本品质

的基础上,研究了不同马铃薯品种与薯饼加工品质之间的关系。结果表明,不同马铃薯品种对加工薯饼的品质特性具有显著影响,尤其在硬度、弹性、咀嚼性和回复性等质构特性方面差异显著;通过不同马铃薯品种淀粉含量、蛋白质含量与马铃薯薯饼质构特性之间的相关性分析,得出不同品种马铃薯淀粉与蛋白质含量和马铃薯薯饼的硬度、弹性、胶着性及咀嚼性呈极显著性正相关,而不同马铃薯品种淀粉含量、粗蛋白含量与马铃薯薯饼色泽无显著相关性;综合评价马铃薯薯饼感官和质构特性,供试的 13 个品种中,陇薯 7 号、陇薯 8 号、中薯 18 号和新品系 LY08104-12 的表现较好,制得的马铃薯薯饼感官品质较好,硬度适中,口感酥软,质构品质也较优;影响马铃薯薯饼加工品质的因素涉及多个方面,因此,在选择马铃薯薯饼加工原料时,不能只凭马铃薯的基础品质数据和薯饼质构品质作为依据。

参考文献

[1] Ezekiel R, Sing N, Sharma S, et al. Beneficial phytochemicals in potato - a review [J]. Food Research International, 2013, 50 (2): 487-496.
[2] Agustin J. Variations in the nutritional composition of freshpotatoes [J]. Journal Food Science, 1975, 40(6): 1295-1299.
[3] 新华社. 我国将马铃薯作为主粮进行产业开发 [J]. 中国食品学报, 2016, 2: 24.
[4] 陈萌山, 王小虎. 中国马铃薯主食产业化发展与展望 [J]. 农业经济问题, 2015, 12: 4-11.
[5] 李梅, 田世龙, 程建新, 等. 应用鲜薯为原料的马铃薯面条加工研究 [J]. 农产品加工业, 2015, 38: 23-27.
[6] 郭祥想, 李雪琴, 张佳佳. 马铃薯全粉-小麦粉混合粉性质及其对面条品质的影响 [J]. 河南工业大学学报, 自然科学版, 2015, 36(7): 21-25.
[7] 李锦华. 一代马铃薯主食产品在北京上市 [N]. 农村工作通讯, 2015, 12: 63.
[8] 赵煜, 彭涛, 张小燕, 等. 马铃薯主食化面条新产品的研究

表6 不同品种马铃薯薯饼质构特性分析

Table 6 Comparison of texture characteristics of different varieties of potato-cake

处理	硬度(g)	弹性(mm)	内聚性	胶着性	咀嚼性(mJ)	粘性(mJ)	回复性(mm)
1	3484 ± 22.63 ^a	1.80 ± 0.08 ^a	0.70 ± 0.06 ^{bcde}	2528 ± 55.15 ^h	649.20 ± 6.15 ^a	0.60 ± 0.00 ^f	8.13 ± 0.02 ^e
2	2049 ± 9.20 ^f	1.15 ± 0.21 ^b	0.78 ± 0.01 ^{abc}	1620 ± 2.83 ^b	192.90 ± 5.87 ^c	3.25 ± 0.07 ^e	6.87 ± 0.14 ^g
3	1694 ± 8.49 ⁱ	0.95 ± 0.01 ^{b^{cde}}	0.80 ± 0.00 ^{ab}	1628 ± 2.83 ^b	200.60 ± 0.71 ^{bc}	3.25 ± 0.07 ^e	5.42 ± 0.02 ^h
4	1909 ± 2.83 ^g	0.89 ± 0.01 ^{cde}	0.60 ± 0.01 ^{efgh}	1123 ± 4.24 ^g	122.60 ± 0.14 ^g	0.15 ± 0.07 ^g	8.40 ± 0.14 ^{de}
5	2278 ± 1.41 ^d	0.76 ± 0.01 ^{de}	0.54 ± 0.03 ^{gh}	1270 ± 5.66 ^g	119.25 ± 0.64 ^g	12.15 ± 0.21 ^c	5.23 ± 0.07 ^h
6	2339 ± 15.56 ^c	0.83 ± 0.05 ^{cde}	0.63 ± 0.04 ^{defgh}	1539 ± 11.31 ^g	162.00 ± 1.70 ^e	0.00 ± 0.00 ^g	8.66 ± 0.17 ^d
7	1782 ± 4.24 ^h	0.88 ± 0.04 ^{cde}	0.72 ± 0.03 ^{bed}	1338 ± 25.46 ^g	174.90 ± 2.05 ^d	0.00 ± 0.00 ^g	11.05 ± 0.23 ^a
8	2313 ± 5.66 ^c	0.73 ± 0.02 ^e	0.55 ± 0.01 ^{gh}	1243 ± 14.14 ^f	109.00 ± 7.07 ^h	15.70 ± 0.07 ^b	4.39 ± 0.09 ⁱ
9	2115 ± 12.73 ^e	0.96 ± 0.03 ^{bcd}	0.86 ± 0.03 ^a	1776 ± 14.85 ^a	207.00 ± 1.41 ^b	0.00 ± 0.00 ^g	10.32 ± 0.30 ^b
10	1883 ± 20.50 ^g	0.89 ± 0.03 ^{cde}	0.68 ± 0.04 ^{cdef}	1353 ± 21.92 ^d	149.60 ± 0.64 ^f	0.00 ± 0.00 ^g	9.76 ± 0.09 ^c
11	1632 ± 8.49 ^j	0.77 ± 0.01 ^{de}	0.52 ± 0.03 ^h	870 ± 7.78 ⁱ	81.20 ± 0.50 ⁱ	0.15 ± 0.07 ^g	7.58 ± 0.18 ^f
12	1710 ± 1.41 ⁱ	0.94 ± 0.03 ^{bcde}	0.62 ± 0.03 ^{defgh}	1083 ± 21.21 ^h	123.20 ± 0.50 ^g	0.10 ± 0.00 ^g	10.10 ± 0.06 ^{bc}
13	1878 ± 15.56 ^g	1.00 ± 0.00 ^{bc}	0.65 ± 0.07 ^{defg}	1311 ± 3.54 ^e	158.00 ± 2.83 ^{ef}	4.30 ± 0.07 ^d	4.97 ± 0.01 ^h
14	2454 ± 5.66 ^b	0.94 ± 0.01 ^{bcde}	0.57 ± 0.01 ^{fgh}	1421 ± 0.71 ^c	164.20 ± 0.50 ^e	17.00 ± 0.14 ^a	3.96 ± 0.04 ^f

表7 马铃薯基础品质与薯饼感官评分及质构特性之间的相关性分析

Table 7 Correlation analysis between potato basal quality and sensory score and texture characteristics of potato-cake

参数	干物质 含量	粗蛋白 含量	淀粉 含量	感官 评分	亮度	红度	黄度	硬度	弹性	内聚性	胶着性	咀嚼性	粘性	回复性
干物质	1	0.924 **	0.893 **	0.234	0.131	0.067	0.073	0.735 **	0.862 **	0.135	0.758 **	0.889 **	0.206	0.181
粗蛋白		1	0.975 **	0.324	0.132	0.032	0.227	0.834 **	0.901 **	0.093	0.781 **	0.958 **	-0.159	0.088
淀粉含量			1	0.396	0.112	-0.026	0.215	0.758 **	0.904 **	0.234	0.824 **	0.969 **	-0.258	0.132
感官评分				1	0.456	-0.385	0.066	0.148	0.516	0.645 *	0.545 *	0.456	-0.366	0.219
亮度					1	-0.733 **	-0.085	0.128	0.224	0.170	0.125	0.189	-0.163	0.253
红度						1	-0.125	0.253	-0.075	-0.095	0.055	0.012	0.284	-0.197
黄度							1	0.201	0.101	-0.221	0.142	0.121	0.243	-0.260
硬度								1	0.718 **	-0.026	0.728 **	0.815 **	0.244	-0.171
弹性									1	0.381	0.887 **	0.956 **	-0.255	0.108
内聚性										1	0.576 *	0.347	-0.462	0.386
胶着性											1	0.904 **	-0.083	-0.007
咀嚼性												1	-0.202	0.112
粘性													1	-0.813 **
回复性														1

注：* , $p < 0.05$,显著相关；** , $p > 0.01$,极显著相关。

[J].食品工业科技,2016,7:232-242.
[9] Fallows J, Wheelock V. Byproducts from the UK food system 1: the potato processing industry [J]. Conservation & Recycling, 1982, 5 (82): 163-172.
[10] 李茹, 古丽热汗·依明, 黄钰雯. 马铃薯全粉产品结构及性质的测定研究 [J]. 食品工业科技, 2016, 37 (16): 89-92.
[11] 沈存宽, 王莉, 王韧, 等. 不同干燥工艺对马铃薯全粉理化性质的影响 [J]. 食品与发酵工业, 2016, (10): 117-121.
[12] 吴卫国, 谭兴和, 熊兴耀, 等. 不同工艺和马铃薯品种对马铃薯颗粒全粉品质的影响 [J]. 中国粮油学报, 2006, 21 (6):

98-102.
[13] Baik K, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodles [J]. Cereal Chem, 1994, 71 (4): 315-320.
[14] 范会平, 李瑞, 郑学玲, 等. 酵母对冷冻面团发酵特性及馒头品质的影响 [J]. 农业工程, 2016, 32 (20): 298-305.
[15] 孙辉, 姜薇莉, 田晓红, 等. 利用物性测试仪分析小麦粉馒头品质 [J]. 中国粮油学报, 2005, 20 (6): 121-125.
[16] 艾志录, 孙茜茜, 潘治利, 等. 不同来源淀粉特性对水晶皮质构品质的影响 [J]. 农业工程学报, 2016, 32 (1): 318-324.

(上接第 35 页)

109-117.
[20] 李银. 蛋白氧化对肌肉保水性的影响机制研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2014.
[21] 常海军, 唐翠, 唐春红. 不同解冻方式对猪肉品质特性的影响 [J]. 食品科学, 2014, 35 (10): 1-5.
[22] 胡芬, 李小定, 熊单柏, 等. 5 种淡水鱼肉的质构特性及与营养成分的相关性分析 [J]. 食品科学, 2011, 32 (11): 69-73.
[23] 包海蓉, 奚春蕊, 刘琴, 等. 两种解冻方法对金枪鱼品质影响的比较研究 [J]. 食品工业科技, 2012, 33 (17): 338-341.
[24] 崔瑾. 冷冻鱼的微波解冻方法研究 [D]. 大连: 大连工业大学, 2012.
[25] 张文杰, 薛长湖, 丛海花, 等. 低场核磁共振及成像技术对海参复水过程水分状态变化的研究 [J]. 食品工业科技, 2012, 33 (23): 90-93.
[26] Bertram H C, Andersen H J, Karlsson A H. Comparative

study of low - field NMR relaxation measurements and two traditional methods in the determination of water holding capacity of pork [J]. Meat Science, 2001, 57 (2): 125-132.
[27] 康健. 微波加热技术及其在农副产品加工中的应用 [J]. 西北农业学报, 1999, 8 (4): 110-112.
[28] Kim T H, Choi J H, Choi Y S, et al. Physicochemical properties of thawed chicken breast as affected by microwave power levels [J]. Food Science and Biotechnology, 2011, 20 (4): 971.
[29] Chelh I, Gatellier P, Santé-Lhoutellier V. Technical note: A simplified procedure for myofibril hydrophobicity determination [J]. Meat Science, 2007, 74 (4): 681-683.
[30] 陈霞霞, 杨文鸽, 吕梁玉, 等. 羟基自由基氧化体系对银鲧肌原纤维蛋白生化特性及其构象单元的影响 [J]. 食品科学, 2016, 37 (23): 123-128.