

添加剂处理对油炸胡萝卜脆片含油率及品质的影响

Effects of different additives on the properties of fried carrot chips

卢绍闯 郑宝芳 秦石秀 卢佳磊

LU Shao-chuang ZHENG Bao-fang QIN Shi-xiu LU Jia-lei

周涛 王嘉琪 李赤翎 周慧

ZHOU Tao WANG Jia-qi LI Chi-ling ZHOU Hui

(长沙理工大学化学与食品工程学院, 湖南 长沙 410007)

(School of Chemistry and Food Engineering, Changsha University of Science and Technology,
Changsha, Hunan 410007, China)

摘要:以降低油炸胡萝卜脆片的含油率,提高产品感官品质和营养品质为目的,在油炸前加入不同添加剂(氯化钠、单甘酯、蔗糖酯、卵磷脂、改性淀粉等)对胡萝卜片进行浸渍处理,对处理后油炸样品的质构、含油率、色度、 β -胡萝卜素等方面进行检测分析。结果表明:通过加入添加剂处理,能显著降低样品的含油率,减小 β -类胡萝卜素损失。虽然各种添加剂对样品品质方面的提高各有所长,但综合含油率、质构特点、 β -胡萝卜素保留量、色泽、感官指标等数据比较,添加蔗糖酯的样品硬度是 55.62,脆度是 20.32,含油率(3.18 g/100 g)最低, β -胡萝卜素保留量为 2.73 mg/100 g,蔗糖酯对提高整体品质效果最佳。

关键词:胡萝卜;添加剂;含油率;质构;感官评分

Abstract: In order to reduce the oil content of fried carrot chips and improve the sensory and nutritional quality of the products, various additives including sodium chloride, monoglyceride, sucrose ester, lecithin, modified starch, gelatin, pectin, dextran, xanthan gum, and carrageenan, etc. were added before frying, and then the texture, oil content, chroma, β -carotene and other aspects of the fried samples were detected and analyzed. The results showed that, by adding additives, the oil content of the sample could be significantly reduced and the loss of β -carotene was minimized, although various additives had their own advantages in improving the quality of the sample. However, according to the comparison of various data,

including oil content, texture characteristics, β -carotene retention, color and sensory indexes, the hardness, brittleness, and the β -carotene retention of the sample added with sucrose ester were 55.62, 20.32, and 2.73 mg/100 g respectively, and the oil content (3.18 g/100 g) was the lowest. It turned out that sucrose ester had the best effect on improving the overall quality.

Keywords: carrots; additives; oil content; quality and structure; the sensory score

目前,市面上的果蔬脆片主要分为油炸型和非油炸型两类,油炸脆片虽然酥脆可口,但普遍存在高油脂、高热量、色泽暗淡、营养损失大等问题,近年来,学者们^[1-3]为了解决油炸脆片带来的潜在健康隐患,不断探索着新的工艺方式来降低脆片含油率,例如真空油炸技术与微波油炸技术,与常压油炸相比,一定程度上降低了脆片含油率,但依旧具有能耗高、不能达到低油脂要求的问题。因此本研究拟选用各种天然、安全的食品添加剂(其剂含有亲水和疏水基团的两性分子,可改变液体的界面状态,在有机溶液和水溶液中均可溶解,分子在水溶液中很容易吸附于不同界面上而形成定向排列的单分子膜,这种定向吸附作用,使添加剂具有特有的表面活性^[4-6])处理样品,通过感官品质和主要特征营养成分分析评价,研究出低油脂含量,形态和质构较好的样品。旨在为提高目前市面上油炸果蔬脆片的品质提供参考和依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜胡萝卜、棕榈油:市售;
氯化钠、蔗糖酯、单甘酯、卵磷脂、改性淀粉、明胶、果胶、

基金项目:湖南省科技厅重点研发项目(编号:2017NK2082)

作者简介:卢绍闯,男,长沙理工大学在读硕士研究生。

通信作者:李赤翎(1966—),女,长沙理工大学教授,硕士生导师,博士。E-mail: baiweili2005@163.com

收稿日期:2018-07-09

葡聚糖、黄原胶、卡拉胶:长沙隆和化玻实验用品有限公司。

1.2 仪器与设备

电热鼓风干燥箱:101-2A 型,天津市泰斯特仪器有限公司;
测色色差计:WSC-S 型,上海精密仪器仪表有限公司;
质构仪:TA.XT Plus 型,英国 SMS 公司;
高速离心机:TG16-WS 型,长沙英泰仪器有限公司;
冷冻干燥机:SCIENTZ-10N 型,宁波新芝生物科技股份有限公司;
高效液相色谱仪:LC-20A 型,上海纳诺实业有限公司;
扫描电镜:Quanta 200 型,美国 FEI 公司。

1.3 方法

1.3.1 胡萝卜脆片生产工艺流程

新鲜胡萝卜前处理→浸渍→干燥→真空油炸→振动脱油

1.3.2 胡萝卜脆片前处理 新鲜胡萝卜清洗、去皮、再清洗、沥干水分,切成厚度 4 mm 左右的薄片。将胡萝卜片置于添加剂匀浆中(浓度为 0.015 g/mL)浸渍 10 min,鼓风干燥箱中 50 ℃干燥 8 h^[7-9]。干燥后得 1 mm 左右胡萝卜薄片,进行真空油炸。油炸后的片料经过振动脱油除去表面余油。

1.3.3 指标测定

(1) 水分含量的测定:参考 GB 5009.3—2016《食品中水分的测定》。

(2) β -类胡萝卜素测定:参考 GB 5009.83—2016《食品中胡萝卜素的测定》。

(3) 质构的测定:用质构仪对不同添加剂处理的胡萝卜脆片进行硬度和脆度测定,测定探头 36 mm Cyl.radius 型。测定程序采用三点支架破碎法^[10-11]。硬度用样品破碎时,仪器上支架所需最大力来表示,硬度越大所需力越大;脆度用样品达到破碎点时,上支架移动的距离来表示,样品脆性越大距离越小。测试参数:触发力 5 g,测试前速率 1 mm/s,测试速率 0.5 mm/s,测试后速率 2 mm/s,测试距离 4 mm。每个胡萝卜脆片样品测试 3 次,取平均值。

(4) 色泽的测定:利用色差仪对不同添加剂处理的胡萝卜脆片样品的色泽进行测定,测定结果用 L^* 、 a^* 、 b^* 表示, L^* 值越大表示样品颜色越接近白色; a^* 值表示红绿色度, $+a^*$ 表示偏红, $-a^*$ 表示偏绿; b^* 表示黄蓝色度, $+b^*$ 表示偏黄, $-b^*$ 表示偏蓝。每种胡萝卜脆片样品测定 3 次,取平均值。

(5) 超微结构的分析:未经添加剂处理的胡萝卜脆片与经过添加剂处理后的胡萝卜脆片从中心位置切出小薄片,使用扫描电镜对样品进行超微结构观察。

(6) 感官评定:由 8 位评审人员组成感官评价小组,对胡萝卜脆片色泽、组织形态、气味与滋味、口感 4 个指标进行评价,评定标准参考 GB/T 23787—2009,具体评价内容如表 1 所示。

1.4 数据处理

采用 SPSSStatistics24.0 统计软件进行数据分析,用 t

表 1 感官评定标准			
Table 1 Sensory evaluation criteria			
评定指标	比重/%	标准	评分
色泽	20	颜色均匀,与原材料颜色接近	15~20
		颜色均匀,色泽一般	8~14
		颜色不均匀,色泽深	1~7
组织形态	20	片状,完整无破损,厚度均匀	15~20
		片状,有个别破损,厚度比较均匀	8~14
		片状,破碎严重,厚度不均一	1~7
气味与滋味	30	胡萝卜香味与滋味,油炸香气,无哈喇味及其他异味,不油腻	21~30
		胡萝卜香味与滋味,些少焦苦味,无哈喇味,油而不腻	11~20
		胡萝卜香味与滋味,明显焦苦味,有哈喇味,油腻	1~10
口感	30	口感酥脆	21~30
		口感较硬或较软	11~20
		口感硬,不酥脆	1~10

检验法和单因素 ANOVA 方差分析,LSD 多重比较分析各样品之间的显著性差异,数据均用 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果与分析

2.1 不同添加剂对胡萝卜脆片含油率、脆度等方面的影响

含油率是能够直观反映胡萝卜脆片品质的一个重要指标。如果含油率过高,会导致胡萝卜脆片酥脆度降低,并且口感油腻,容易变质,不利于健康。表 2 结果显示,整体上,加入了添加剂的脆片与无添加剂的相比含油率显著降低;添加了氯化钠的脆片驱油效果最差,其含油量为 11.54 g/100 g),但远高于无添加的胡萝卜脆片含油率(9.8 g/100 g),这是由于氯化钠的脱水作用加强了样品对油脂的吸收,而添加了蔗糖酯、单甘脂等的样品含油率显著降低($P \leq 0.05$),其含油量分别为 3.18,4.37,4.54 g/100 g,因为这些添加剂含有的亲水—亲油两性基团具有显著的驱油效果;其中,以蔗糖酯效果最好。

脆度与硬度是两项评价胡萝卜脆片特性的重要感官指标,由表 2 可知,与无添加剂的脆片相比,添加剂对胡萝卜脆片的硬度有显著增加,依据吴列洪等^[12]对薯片硬度与含油量相关性研究可知,脆片硬度越高含油量越低,与本研究结果相符。同时,加入了添加剂的样品脆度也高于无添加的,其原因是添加剂使油炸脆片形成的孔隙未被油脂填充,从而使口感更加松脆。

依据表 2 数据,除添加剂氯化钠之外,其他不同添加剂的样品中 β -胡萝卜素保留量^[13]均高于无添加剂的。无添加剂的样品中 β -胡萝卜素保留量为 2.20 mg/100 g,而通过添加剂处理的胡萝卜样品中 β -胡萝卜素保留量最高的是果胶,高达 3.83 mg/100 g,最低的是氯化钠,含量为 1.65 mg/100 g,与无添加的样品相比较,均具有显著性差异($P \leq 0.05$)。因此,添加剂的加入对提高脆片中 β -胡萝卜素保留量的效果十

表 2 不同添加剂对胡萝卜脆片品质的影响[†]

Table 2 Effects of different additiveson the quality of carrot chips

添加剂	硬度/N	脆度	含油率/ (10 ⁻² g · g ⁻¹)	β-胡萝卜素/ (10 ⁻² mg · g ⁻¹)
无添加剂	50.66±0.96 ^b	18.47±1.38 ^b	9.80±0.52 ^b	2.20±0.04 ^f
氯化钠	58.86±1.89 ^a	25.24±0.87 ^a	11.54±0.88 ^a	1.65±0.03 ^f
单甘脂	55.49±2.25 ^a	19.53±1.14 ^b	4.37±0.50 ^d	2.71±0.03 ^e
蔗糖酯	55.62±2.55 ^a	20.32±1.35 ^b	3.18±0.23 ^e	2.73±0.01 ^e
卵磷脂	54.36±2.26 ^a	20.46±2.46 ^b	4.86±0.86 ^d	2.56±0.03 ^a
改性淀粉	54.83±3.09 ^a	22.21±0.86 ^a	4.54±0.68 ^d	2.65±0.03 ^b
明胶	55.44±2.51 ^a	22.53±1.95 ^a	6.17±0.26 ^c	3.72±0.01 ^a
果胶	58.61±2.86 ^a	25.14±2.05 ^a	6.78±0.58 ^c	3.83±0.03 ^a
葡聚糖	55.27±1.89 ^a	20.48±1.53 ^b	6.06±0.06 ^c	3.56±0.05 ^a
黄原胶	55.13±2.29 ^a	20.81±1.53 ^a	6.86±0.41 ^c	3.16±0.05 ^a
卡拉胶	55.65±1.61 ^a	20.12±1.46 ^b	6.80±0.56 ^c	3.20±0.01 ^b

[†] 同列不同字母表示组间数据有显著性差异(P≤0.05)。

分显著。而氯化钠的添加会加速营养素的流逝,其他则对营养素具有一定的保护作用。

虽然不同添加剂的加入对胡萝卜脆片硬度、脆度、含油率及β-胡萝卜素含量的影响程度各不相同,但综合各项数据比较,添加蔗糖酯的样品含油率(3.18 g/100 g)最低,β-胡萝卜素保留量为(2.73 mg/100 g),蔗糖酯对提高整体品质效果最佳。

通过对样品进行色谱分析,进样体积为 20 μL,在此色谱条件下,从图 1 看出,β-胡萝卜素的标准品可以在 30 min 内得到较好的分离;从 2 个典型的胡萝卜脆片样品溶液的色谱图(图 2,3)看出,被标注的色谱峰与图 1 被标注的色谱峰保留时间一致,2 个样品的峰面积相差不明显,说明使用果胶与明胶处理的样品,对β-胡萝卜素的保留效果较好,但两者之间差别不大;与表 2 结果相符。

2.2 不同添加剂对胡萝卜脆片色泽的影响

通过表 3 数据可知,除新鲜胡萝卜以外,明亮度(L)由高至低前 5 位依次为添加了氯化钠、果胶、明胶、改性淀粉和蔗糖酯,与无添加剂的胡萝卜脆片相比,均有效提高了油炸胡萝卜脆片的明亮度,使成品光泽度更好,与新鲜胡萝卜亮度有不同程度的接近;a* 值越高,成品颜色越红,与无添加剂脆片相比,添加了氯化钠、蔗糖酯、葡聚糖和黄原胶的脆片的 a* 值更高,成品颜色更偏红色,与新鲜胡萝卜红色更相近;

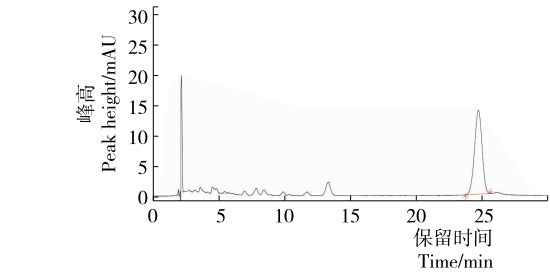


图 1 β-胡萝卜素标准品高效液相色谱图

Figure 1 HPLC chromatograms of the reference substance

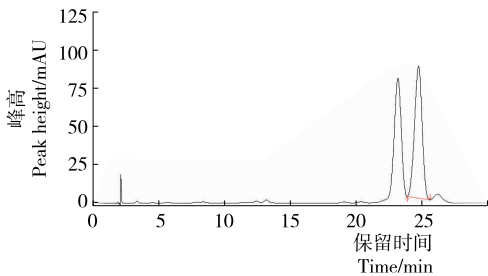


图 2 经果胶处理后胡萝卜脆片中β-胡萝卜素高效液相色谱图

Figure 2 HPLC chromatograms of carrotchips treated with pectin

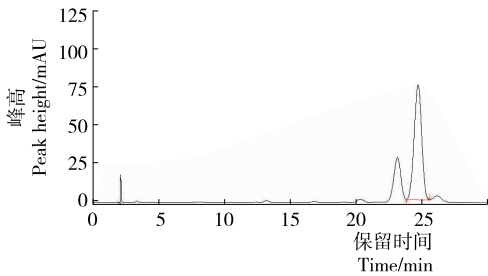


图 3 经明胶处理后胡萝卜脆片β-胡萝卜素高效液相色谱图

Figure 3 HPLC chromatograms of carrot chips treated with gelatin

b* 值越高,成品颜色越黄,与无添加脆片相比,样品 b* 值越高,越接近新鲜胡萝卜的黄色。

ΔE 反映的是胡萝卜脆片的总色差,由小至大进行排序:氯化钠、果胶、明胶、蔗糖酯、改性淀粉、单甘脂、葡聚糖、卵磷脂、黄原胶、无添加剂及卡拉胶。很直观地看出,添加了氯化钠的样品与新鲜胡萝卜脆片最为相近,其他样品与新鲜胡萝卜脆片都具有显著性差异(P≤0.05),可能是其他添加剂增加了样品在高温下的焦糖化反应和美拉德褐变反应,从而导致色泽变暗。

表 3 不同添加剂对胡萝卜脆片色泽的影响[†]

Table 3 Effects of different additives on the color and luster of carrot chips

添加剂	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	ΔE
新鲜胡萝卜	81.60±2.83 ^a	19.60±0.99 ^a	17.90±1.70 ^a	85.80±3.25 ^a
无添加剂	68.40±1.84 ^c	16.30±0.71 ^b	12.50±2.69 ^b	71.40±2.40 ^c
氯化钠	79.60±1.27 ^a	20.90±1.70 ^a	16.80±2.12 ^a	84.05±2.05 ^a
单甘脂	71.20±2.83 ^c	15.50±2.55 ^b	14.60±0.28 ^b	74.35±3.32 ^b
蔗糖酯	72.80±1.70 ^b	17.80±2.26 ^a	14.10±2.12 ^a	76.30±2.55 ^b
卵磷脂	69.70±3.54 ^c	16.20±1.98 ^b	14.30±0.85 ^a	73.00±3.96 ^b
改性淀粉	73.30±1.27 ^b	15.80±2.97 ^b	13.60±0.99 ^b	76.25±2.05 ^b
明胶	76.10±1.13 ^b	16.10±2.12 ^b	14.80±2.69 ^a	79.20±1.98 ^b
果胶	76.50±3.96 ^b	16.20±3.25 ^a	13.70±2.97 ^b	79.40±4.95 ^b
葡聚糖	69.40±1.84 ^c	17.60±1.13 ^a	14.60±1.27 ^a	73.10±2.26 ^b
黄原胶	68.50±1.13 ^c	16.80±1.27 ^a	14.10±1.84 ^a	71.95±1.77 ^c
卡拉胶	68.20±2.40 ^c	15.40±2.40 ^b	14.30±0.57 ^a	71.35±2.90 ^c

[†] 同列不同字母表示组间数据有显著性差异(P≤0.05)。

2.3 添加剂对胡萝卜脆片超微结构的影响

由图 4 看出,经蔗糖酯处理的胡萝卜脆片表面油脂含量很少且呈现疏松多孔结构,这样的多孔结构会增加产品的脆度;通过改性淀粉处理的胡萝卜脆片几乎一半孔隙都被油脂充满;而无添加剂的胡萝卜脆片孔隙和表面几乎全部覆盖着油脂,显然与蔗糖酯处理的胡萝卜脆片存在较大的差异。由此可以说明,经过蔗糖酯处理的胡萝卜脆片能显著降低含油率,孔隙多的脆片不仅含油率低且脆度好,同时能提高其货架期,与表 2 数据相符。

2.4 感官评定

从胡萝卜脆片色泽、组织形态、气味与滋味、口感这 4 个指标进行评价,由表 4 发现,不同添加剂对胡萝卜脆片特性具有不同作用,其中氯化钠最能保持胡萝卜脆片的原有色泽,但是对于样品组织状态以及营养素的保留不理想;蔗糖

表 4 感官评分

Table 4 Sensory score

添加剂	色泽	组织形态	气味与滋味	口感	总分
无添加剂	12	13	14	22	61
氯化钠	17	13	13	21	64
单甘脂	14	17	25	25	81
蔗糖酯	15	18	27	28	88
卵磷脂	14	17	25	27	83
改性淀粉	15	17	26	24	82
明胶	16	18	24	24	82
果胶	16	15	23	23	77
葡聚糖	14	17	24	27	82
黄原胶	13	17	23	27	80
卡拉胶	13	18	23	27	81

酯对降低胡萝卜脆片含油率效果最为显著,样品色泽与新鲜胡萝卜也比较相近,样品形态完整,无明显油腻感,口感酥脆、硬度适中,感官评分总分最高。

3 结论

在胡萝卜脆片生产中通过加入不同添加剂,并对样品的含油率、质构特点、 β -胡萝卜素保留量、色泽、感官指标进行了系统的测定和分析,与无添加剂的样品进行比较,添加了蔗糖酯、单甘脂等的样品,对降低脆片含油率的效果都比较显著(P≤0.05),其中添加蔗糖酯处理与无添加剂相比,样品吸油率降低了约 67%;而在微观结构方面发现,蔗糖酯处理的样品表面油脂覆盖率远小于无添加剂的,并且结构更加疏松多孔,这使得样品脆度也明显高于无添加的;另外,除氯化钠以外,添加剂的加入均可减少 β -胡萝卜素的损失。而氯化钠、果胶、蔗糖酯的添加均能很好地保持脆片色泽;感官评定中综合各项指标,蔗糖酯的总体评分最高。

(下转第 199 页)

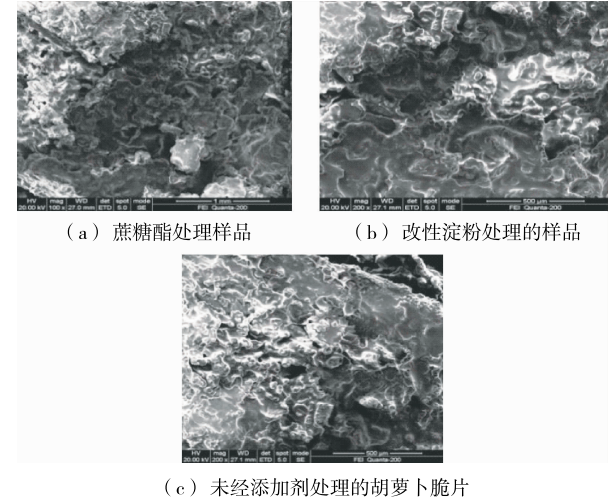


图 4 新鲜胡萝卜脆片、经蔗糖酯和改性淀粉处理的胡萝卜脆片横切面微观扫描图

Figure 4 Microscopic scanning of carrot chips from fresh carrot chips, sucrose and modified starch

植物乳杆菌发酵液中槲皮素降解最多,发酵 48 h 后含量为 $(6.9\pm0.8)\text{ }\mu\text{g/mL}$,可能是发酵使槲皮素分解为其他成分。发酵对山奈酚-3-O-芸香糖苷含量也有一定的影响,发酵 48 h 后,嗜热链球菌发酵液中的含量最低,为 $(5.2\pm0.9)\text{ }\mu\text{g/mL}$ 。因此,乳酸菌发酵会造成苦荞芽苗饮料液中黄酮类物质少量分解,但其分解机理及产物仍需进一步研究。

3 结论

通过添加果葡糖浆,乳酸菌能够较好地苦荞芽苗饮料中生长。试验发现,植物乳杆菌的发酵活性较其他 2 种乳酸菌高,其活菌数最高,且植物乳杆菌和保加利亚乳杆菌混合发酵有一定的协同作用,得到的产品感官评分最高。不同菌种发酵造成饮料液中总糖和还原糖含量下降,发酵 48 h 后总糖含量最多下降了 24.8%,还原糖含量最多下降了 34.2%。植物乳杆菌在发酵 48 h 产酸量最多,达到 $(4.26\pm0.16)\text{ }\mu\text{g/mL}$,嗜热链球菌产酸能力最弱,为 $(3.06\pm0.15)\text{ }\mu\text{g/mL}$ 。苦荞芽苗饮料中的蛋白质被乳酸菌作为发酵过程中的氮源,发酵 48 h 后其总蛋白含量最多降低了 58.6%。乳酸发酵对芦丁没有影响,但会造成槲皮素和山奈酚-3-O-芸香糖苷少量分解。试验确定了苦荞芽苗饮料最佳的乳酸菌发酵菌种为植物乳杆菌和保加利亚乳杆菌(接种量 1:1)混合发酵,对产品的营养成分影响较小。

参考文献

[1] PANG Xiao-yang, LIU Cui-ping, LYU Peng-cheng, et al. Identification of Quorum Sensing Signal Molecule of *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2016, 64(49): 9 421-9 427.

[2] 赵旭东. 牡蛎乳酸菌饮料的制备及稳定性研究[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2014: 6-7.

[3] LYU Chang-jiang, HU Sheng, HUANG Jun, et al. Contribu-

tion of the activated catalase to oxidative stress resistance and gamma-aminobutyric acid production in *Lactobacillus brevis*[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2016, 238: 302-310.

[4] 袁金祥. 山药乳酸菌发酵饮料的研究[D]. 太谷: 山西农业大学, 2015: 6-31.

[5] 徐安书, 胡敏, 何军. 茎瘤芥叶胡萝卜混合汁复合乳酸菌发酵饮料的研制[J]. *食品科学*, 2012, 33(14): 321-325.

[6] 赵钢, 陕方. 中国苦荞[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 145-170.

[7] NAMA T G, SUN M L, PARK J H, et al. Flavonoid analysis of buckwheat sprouts[J]. *Food Chemistry*, 2015, 170: 97-101.

[8] 李云龙, 胡俊君, 李红梅, 等. 苦荞醋生料发酵过程中主要功能成分的变化规律[J]. *食品工业科技*, 2011(12): 218-220, 225.

[9] 王婷, 张国权. 苦荞花生复合发酵酸奶加工工艺研究[J]. *食品工业*, 2013(9): 17-21.

[10] 王飞. 苦荞麦营养保健酸奶的研制及品质分析[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012: 10-35.

[11] 刘佳奇, 熊涛, 李军波, 等. 乳酸菌发酵茶饮料的工艺优化及其发酵前后香气成分分析[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(8): 109-114.

[12] GUO Xu-dan, WU Chun-sen, MA Yu-jie, et al. Comparison of milling fractions of tartary buckwheat for their phenolics and antioxidant properties[J]. *Food Research International*, 2012, 49: 53-59.

[13] 程柳, 李静. 3, 5-二硝基水杨酸法测定山楂片中还原糖和总糖含量[J]. *轻工科技*, 2016, 208(3): 25-28.

[14] 罗群. 考马斯亮蓝法快速测定菜籽粕中可溶性蛋白质的含量[J]. *成都大学学报: 自然科学版*, 2014, 33(2): 125-129.

[15] 黄萍, 何兵, 刘艳, 等. 不同来源的苦荞茶中 4 种黄酮的含量测定[J]. *食品研究与开发*, 2017, 38(1): 135-138.

[16] 陈晓维, 余元善, 吴继军, 等. 不同乳酸菌在冬瓜汁中的发酵特性研究[J]. *现代食品科技*, 2018, 34(7): 1-6.

(上接第 188 页)

根据以往的有关油炸果蔬脆片的研究文献来看,大多是从小油炸工艺条件和设备来提高品质的,如冷冻干燥、真空油炸等;但通过添加乳化剂、多糖等物质对果蔬含油率,食用品质和营养性等方面进行系统的研究还未见报道;本研究主要目的是针对不同添加剂对油炸胡萝卜脆片品质的全面影响,为果蔬脆片工业化生产提供参考和依据;但未涉及到干燥工艺、油炸工艺等,如果结合科学的工艺过程,产品品质会更好。

参考文献

[1] 胡秦佳宝, 刘璇, 毕金峰, 等. 不同加工方式对苹果制品营养品质的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2016, 42(5): 152-158.

[2] SU Ya, ZHANG Min, ADHIKARI B, et al. Improving the energy efficiency and the quality of fried products using a novel vacuum frying assisted by combined ultrasound and microwave technology[J]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2018, 50: 148-159.

[3] 马霞, 李路遥, 程朝辉, 等. 冻干胡萝卜片护色工艺的优化[J]. *食品工业*, 2017(3): 9-13.

[4] 郭东红, 李森, 袁建国. 表面活性剂驱油机理与应用[J]. *精细石*

油化工进展, 2002, 3(7): 36-41.

[5] 余构彬. 非离子表面活性剂蔗糖脂及其分析方法[J]. *甘蔗糖业*, 2006(5): 48-50.

[6] 张世仙, 刘焱, 王正武, 等. 表面活性剂及其在食品工业中的应用[J]. *食品与机械*, 2012, 28(6): 268-271.

[7] 范海亮, 李娟玲, 陈山林, 等. 胡萝卜片热风干燥特性研究[J]. *江苏农业科学*, 2012, 40(4): 260-262.

[8] 孙翠, 王钰, 沈小瑞, 等. 杏鲍菇热风-真空冷冻干燥工艺优化[J]. *食品与机械*, 2017, 33(2): 189-193.

[9] LAGUNA L, SALVDOR A, SANZ T, et al. Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2011, 44(3): 737-746.

[10] MAMAMT H, HARDAN M O A, HILL S E. Physicochemical properties of commercial semisweetbiscuit[J]. *Food Chemistry*, 2010, 121(4): 1 029-1 038.

[11] 吴列洪, 沈升法, 李兵. 甘薯品种干率与油炸薯片含油量和硬度间的相关性[J]. *中国粮油学报*, 2009, 24(11): 47-49.

[12] 高梅, 刘晓庚, 陈梅梅, 等. 不同加工方式对胡萝卜中胡萝卜素保留率的影响[J]. *粮食科技与经济*, 2012, 37(5): 53-57.