

常压煎炸和真空煎炸对中国对虾品质的影响

任彬, 李锐, 张伍金

(岭南师范学院 食品科学与工程学院, 广东 湛江 524048)

摘要:探究常压煎炸和真空煎炸对中国对虾理化性质和感官品质的影响。测定了不同煎炸温度下两种煎炸方式对中国对虾的水分含量、含油量、色泽、虾青素含量和感官品质的影响。结果表明:随着煎炸温度的升高,两种煎炸方式下中国对虾的水分含量均降低,含油量均增加,但真空煎炸下中国对虾的变化幅度较低;两种煎炸方式下中国对虾的虾青素含量均随着煎炸温度的升高呈现先增加后减少的趋势;相同热驱动力下,真空煎炸的中国对虾的色泽、虾青素含量和感官品质均优于常压煎炸的。相比于常压煎炸,真空煎炸的中国对虾品质更佳。

关键词:中国对虾;常压煎炸;真空煎炸;理化性质;感官品质

中图分类号:TS254.4;TS201.6 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2022)10-0149-04

Effect of atmospheric frying and vacuum frying on quality of *Fenneropenaeus chinensis*

REN Bin, LI Rui, ZHANG Wujin

(College of Food Science and Engineering, Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, Guangdong, China)

Abstract: The effects of atmospheric frying and vacuum frying on physicochemical properties and sensory quality of *Fenneropenaeus chinensis* were studied. The influences of moisture content, oil content, color, astaxanthin content and sensory quality of fried *Fenneropenaeus chinensis* prepared by different frying methods under different frying temperatures were measured. The results showed that with the increase of frying temperature, the moisture content in fried *Fenneropenaeus chinensis* decreased and oil content increased, but the variation range was lower for vacuum fried *Fenneropenaeus chinensis*. The astaxanthin contents in atmospheric fried and vacuum fried *Fenneropenaeus chinensis* increased first and then decreased with the frying temperature increasing. However, under the same thermal driving force, the color, astaxanthin content and sensory quality of vacuum fried *Fenneropenaeus chinensis* were better than those of atmospheric fried *Fenneropenaeus chinensis*. In conclusion, compared with atmospheric frying, the quality of fried *Fenneropenaeus chinensis* prepared by vacuum frying is better.

Key words: *Fenneropenaeus chinensis*; atmospheric frying; vacuum frying; physicochemical property; sensory quality

中国对虾又称中国明对虾、东方对虾,是我国水产养殖资源之一,主要分布于黄海及渤海沿海海域

和朝鲜半岛海域^[1]。中国对虾肉质鲜嫩,优质蛋白含量高,维生素和微量元素含量丰富,营养价值高,广受大众欢迎^[2]。

收稿日期:2022-02-18;修回日期:2022-04-25

基金项目:烹饪科学四川省高等学校重点实验室开放基金项目资助(PRKX2020Z27);广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目(产学研“三位一体”食品雕刻教学改革与实践);国家级星火计划项目(2014GA780080)

作者简介:任彬(1983),男,讲师,硕士,主要从事水产品及其副产物综合利用研究工作(E-mail)65251724@qq.com。

煎炸处理是常用熟制中国对虾的加工方式之一^[3],因其可以去除水产品中的腥味,赋予其金黄色泽和酥脆口感,还可产生良好的风味而被大众所青睐^[4]。但是常压煎炸产品含油量较高,过度食用可能会引发心血管疾病、肥胖、高血脂等健康问题,并且煎炸过程中油脂会发生劣变产生有害物质,进入煎炸食品中,从而造成健康危害^[5]。真空煎炸在负压

状态下以油为传热介质,在较低温度下使食品中的水分蒸发,同时可以最大程度保留食物原有营养成分,降低油脂氧化变质^[6]。康孟利等^[7]优化了龙头鱼真空煎炸工艺参数,发现真空条件下煎炸龙头鱼制品含油量可降至 27.9%,且产品卫生安全,便于携带保存。王文成等^[8]比较了低温真空煎炸和常压煎炸山药脆片的加工品质,发现真空煎炸山药脆片含油量较低且色泽更佳。目前我国真空煎炸的应用大多在果蔬脆片生产^[9]、肉制品加工^[10]方面,而在对虾加工中的应用研究较少,对真空煎炸过程中虾青素含量及其他品质的影响还有待研究。

本研究以中国对虾为原料,分别比较了其在常压煎炸、真空煎炸过程中水分含量、含油量、色泽、虾青素含量和感官品质的变化,以期对煎炸中国对虾食品开发提供基础数据支撑。

1 材料与方法

1.1 实验材料

鲜活中国对虾,质量(10±1)g,购自湛江水产品批发市场;金龙鱼食用大豆油,购自湛江农贸市场;虾青素标准品(HPLC级,纯度≥98%),购自上海诗丹德生物技术有限公司;其余试剂(分析纯)购自上海国药集团有限公司。

低温真空煎炸干燥机;WSF-1B 便携式分光测色仪;TA.XTplus 质构仪,英国 SMS 公司;安捷伦 1260 系列高效液相色谱仪;RV 3 旋转蒸发仪,德国 IKA 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品煎炸处理

参考文献[9, 11-12]中的方法进行煎炸处理。

预处理:选取长度、大小均一的中国对虾,去除虾头和肠腺后用冰水洗净,沥干后裹上面糊,待煎炸。

常压煎炸:在平底锅中倒入适量大豆油,将油预热到实验温度(140、150、160℃),放入裹好面糊的中国对虾,煎炸 6 min 左右,捞出。

真空煎炸:选取热驱动力(在一定工作压力下水的沸点和油温的差值,ΔT)分别为 40、50、60℃,将真空油炸锅的温度分别设为 80、90、100℃,真空度设置为 -0.095 MPa,放入裹好面糊的中国对虾,煎炸 20 min 左右后,真空脱油 5 min,取出。

在相同热驱动力条件下,常压煎炸后的产品应与真空煎炸后的产品拥有相近颜色,并以此判断煎炸终点^[9]。

1.2.2 常规指标的测定

水分含量参考 GB 5009.3—2016 中直接干燥法

进行测定;含油量参考 GB 5009.6—2016 中索氏抽提法进行测定;色泽参照周高慧等^[13]的方法,用测色仪测定亮度(L*)值、红绿(a*)值、蓝黄(b*)值。

1.2.3 虾青素含量的测定

参照 Zhou 等^[14]的方法并稍作修改。将煎炸中国对虾的虾肉粉碎后,分别称取 2 g 样品于 50 mL 离心管中,加入 20 mL 甲醇,40℃ 振荡提取 2 h。然后将混合物在 4℃、10 000 r/min 离心 5 min,取上清液,残渣重复提取 2 次,并将 3 次所得上清液合并,加入正己烷萃取除油脂后,旋蒸(50℃)得到虾青素粗提物。用 25 mL 甲醇溶液复溶粗提物,过 0.22 μm 有机滤膜,进 HPLC 仪进行测定。HPLC 测定条件:ZORBAX 反相 C18 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相为甲醇-乙腈(体积比 75:25),流速 1 mL/min;紫外检测器检测波长 476 nm;进样量 20 μL。

1.2.4 感官评价

参照周高慧等^[13]的方法并稍作修改。随机挑选 10 名专业的感官评价员组成测评小组,对每个样品进行打分,具体评分标准见表 1。

表 1 感官评价标准

指标	标准	分值(分)
颜色	有红润的熟虾色、光泽度好、色泽均匀	7~10
	有熟虾的红色、光泽度变暗、色泽较均匀	4~6
	虾色发青或出现焦糊色、光泽度非常差	0~3
形态	形态完好	7~10
	形态略收缩	4~6
	形态皱缩严重	0~3
口感	肉质柔韧、有弹性、紧实度适中	14~20
	肉质柔韧度不高、弹性略小、肉质紧实	8~13
	虾肉未熟或肉质过于紧实、缺乏弹性	0~7
气味	有浓郁的熟虾香气	7~10
	有熟虾香气,但较为清淡	4~6
	虾肉味较腥或无虾肉味或出现焦糊味	0~3

1.2.5 数据处理

所有实验均进行 3 次重复,用 Origin 2018 处理数据,并用 SPSS 16.0 软件进行单因素方差(ANOVA)分析。

2 结果与分析

2.1 煎炸方式对中国对虾水分含量的影响

中国对虾在常压煎炸和真空煎炸中水分含量的变化如图 1 所示。由图 1 可知,随着煎炸热驱动力的升高,两种煎炸方式下煎炸中国对虾的水分含量均呈现下降趋势。在煎炸过程中,中国对虾虾肉中

的肌肉纤维受热收缩脱水,同时蛋白质受热变性,持水力降低,虾肉中水分渗出,从而使水分含量下降^[15]。但是相同热驱动力下两种方式煎炸的中国对虾水分含量下降幅度不同,真空煎炸中国对虾的水分损失较小。尹培等^[9]在比较真空煎炸和常压煎炸对紫甘蓝水分含量影响时发现,相同热驱动力下真空煎炸水分损失更多,与本研究结果相反。这可能是虾肉外裹的面糊作为保护层,抑制了虾肉中水分流失,但常压煎炸过程中的高温对虾肉组织结构破坏更严重,相较于真空煎炸,虾肉常压煎炸时虾肉内部水分迁移到表面散失更多。

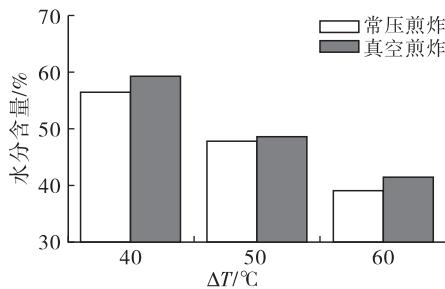


图1 煎炸方式对中国对虾水分含量的影响

2.2 煎炸方式对中国对虾含油量的影响

中国对虾在常压煎炸和真空煎炸过程中含油量变化如图2所示。由图2可看出,随着煎炸热驱动力的升高,常压煎炸中国对虾含油量从(17.37 ± 0.04)%增加到(30.35 ± 0.11)% ,真空煎炸中国对虾的含油量从(11.34 ± 0.11)%升高至(19.97 ± 0.08)%。这可能是煎炸温度升高,虾肉的肌肉组织被破坏,组织间产生了较多孔隙,油脂渗入增加^[15]。在相同热驱动力下,真空煎炸中国对虾的含油量明显低于常压煎炸的,这可能是真空煎炸条件

下油温低,对虾肉的肌肉组织细胞破坏较小,油脂仅仅渗入细胞间隙,而常压煎炸过程中油脂不仅渗入细胞间隙,还大量渗入破碎的细胞中^[16]。且煎炸食品的吸油过程主要在煎炸后冷却阶段^[17],常压煎炸脱油只能脱去表面少量未吸附的油,还有一部分会浸入虾肉内部,故常压煎炸中国对虾含油量更高。

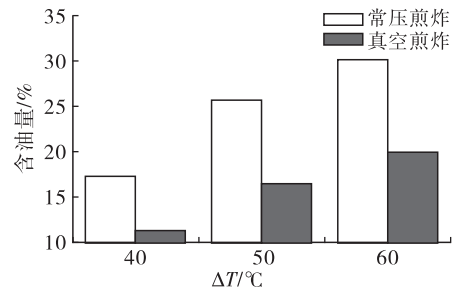


图2 煎炸方式对中国对虾含油量的影响

2.3 煎炸方式对中国对虾色泽的影响

常压煎炸和真空煎炸对中国对虾色泽的影响如表2所示。色泽是评价煎炸对虾品质的重要指标之一,也是吸引消费者食用的重要因素。由表2可知,随着煎炸热驱动力的升高,真空煎炸中国对虾的 L^* 值和 b^* 值显著上升($p < 0.05$),且在相同热驱动力下真空煎炸中国对虾的 L^* 值和 b^* 值均显著高于常压煎炸中国对虾的($p < 0.05$)。通过对比发现,真空煎炸和常压煎炸中国对虾的 a^* 值随热驱动力变化呈现先增大后减小趋势, a^* 值大小与虾青素含量有关^[13],煎炸温度较低时,虾肉肌原纤维蛋白变性,虾青素会游离出来,此时虾肉会呈现红色, a^* 值升高,但随着温度升高,虾青素被破坏, a^* 值下降。

表2 煎炸方式对中国对虾色泽的影响

色泽	ΔT = 40 °C		ΔT = 50 °C		ΔT = 60 °C	
	常压煎炸	真空煎炸	常压煎炸	真空煎炸	常压煎炸	真空煎炸
L^* 值	47.15 ± 0.18 ^f	48.72 ± 0.07 ^e	50.89 ± 0.13 ^d	53.18 ± 0.30 ^b	52.32 ± 0.07 ^e	55.64 ± 0.27 ^a
a^* 值	17.05 ± 0.08 ^e	18.82 ± 0.08 ^d	24.16 ± 0.07 ^b	25.68 ± 0.20 ^a	23.57 ± 0.19 ^e	24.24 ± 0.13 ^b
b^* 值	27.30 ± 0.08 ^e	28.71 ± 0.01 ^d	29.84 ± 0.18 ^e	31.62 ± 0.21 ^b	31.25 ± 0.13 ^b	32.94 ± 0.23 ^a

注:同一行小写字母不同表示差异显著($p < 0.05$)

2.4 煎炸方式对中国对虾虾青素含量的影响

常压煎炸和真空煎炸对中国对虾虾青素含量的影响如图3所示。经测定,未煎炸的中国对虾虾青素含量为(10.01 ± 0.05) μg/g。由图3可看出,随着煎炸热驱动力升高,两种方式煎炸的中国对虾虾青素含量均呈现先增加后减少的趋势,且在相同热驱动力下真空煎炸中国对虾的虾青素含量均高于常压煎炸的。煎炸前中国对虾中的虾青素和肌动蛋白通过疏水键连接形成复合物,此时虾肉不显红色,且

在测试时只能测得游离虾青素含量,故而未煎炸中国对虾虾青素含量较低。煎炸后虾肉的肌原纤维蛋白变性,蛋白质-虾青素复合物间的疏水键被破坏,复合物中的虾青素被释放出来,从而使游离虾青素含量增加。但随着煎炸温度的升高,对虾的组织液以及水分含量流失,虾青素随之流失,并且虾青素不耐热,在长时间的高温下发生氧化分解以及异构化等反应,故其含量降低^[5]。常压煎炸较真空煎炸温度更高,故虾青素被破坏更严重,从而含量更低。此

外,虾青素含量变化和 a^* 值变化趋势相同。Koomyart 等^[18]研究亚临界对太平洋磷虾的色泽变化和虾青素降解的影响时发现, a^* 值的变化与太平洋磷虾中虾青素含量变化有很好的相关性,与本研究结果一致。

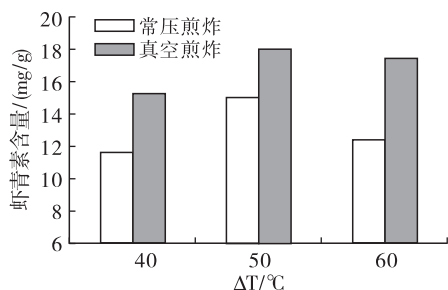


图3 煎炸方式对中国对虾虾青素含量的影响

2.5 煎炸方式对中国对虾感官品质的影响

常压煎炸和真空煎炸对中国对虾感官品质的影响如图4所示。由图4可知,相同热驱动力下真空煎炸中国对虾的感官总评分均高于常压煎炸的。颜色方面,真空煎炸中国对虾色泽呈金黄色,而常压煎炸中国对虾色泽偏暗,不易被消费者接受。形态方面,真空煎炸中国对虾形态完好度普遍高于常压煎炸的,这是由于真空煎炸条件下油温低,且煎炸过程中液压带动虾肉在油中浮动,有效缓解了煎炸过程中虾肉出现的肌肉皱缩问题,保持个体完整性。口感方面,真空煎炸中国对虾含油量较低,口感不腻,且肉质更有弹性,而常压煎炸由于含油量较高,其虾肉口感较油腻。综合可知,真空煎炸中国对虾的感官品质更好。

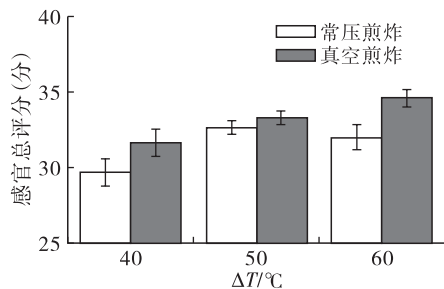


图4 煎炸方式对中国对虾感官品质的影响

3 结论

本研究以中国对虾为研究对象,探究并比较了相同热驱动力下常压煎炸和真空煎炸两种不同的煎炸方式对其水分含量、含油量、色泽、虾青素含量和感官品质的影响。结果表明,随着煎炸温度的升高,常压煎炸和真空煎炸下中国对虾的水分含量均降低,含油量均增加,但真空煎炸的影响较小。两种方式煎炸的中国对虾虾青素含量均呈现先增加后减少的趋势,与色泽中 a^* 值变化呈现正相关趋势。相同热驱动力下,真空煎炸的中国对虾的虾青素含量、

色泽、感官品质均优于常压煎炸的。

参考文献:

- [1] 顾赛麒,戴王力,鲍嵘斌,等. 煮制工艺对中国对虾品质的影响[J]. 食品科学,2020,41(2): 276-283.
- [2] 李慢,马晓彬,王文骏,等. 解冻方式对中国对虾品质的影响[J]. 中国食品学报,2019,19(5): 182-190.
- [3] 赵钜阳,郑昌江,石长波,等. 预油炸虾肉上浆配料的优化[J]. 食品安全质量检测学报,2017,8(9): 3499-3506.
- [4] 张聪,陈德慰. 油炸食品风味的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报,2014,5(10): 3085-3091.
- [5] 江嘉琦,张旭飞,吉宏武,等. 常压油炸与空气油炸对凡纳滨对虾中虾青素含量及抗氧化活性的影响[J]. 食品科学,2022,43(13): 33-39.
- [6] 朱由珍. 真空油炸生产脆虾的技术研究[D]. 广东湛江:广东海洋大学,2018.
- [7] 康孟利,高伟群,凌建刚,等. 龙头鱼真空油炸参数优化[J]. 农产品加工:学刊,2014(6): 12-14.
- [8] 王文成,高惠安,郑守斌,等. 低温真空油炸山药脆片的工艺研究[J]. 食品研究与开发,2021,42(4): 101-106.
- [9] 尹培,楼乐燕,陈虹霖,等. 真空油炸和常压油炸对紫甘蓝微观结构和生理活性物质的影响[J]. 食品科学,2019,40(9): 41-47.
- [10] 张亚楠. 不同油炸技术对猪肉制品品质特性影响的研究[D]. 上海:上海海洋大学,2018.
- [11] 沈艳奇. 低温真空油炸小黄鱼调理食品的研制[D]. 辽宁锦州:渤海大学,2019.
- [12] 李丽,朱亚珠. 油炸面包虾的加工工艺[J]. 河北渔业,2006(6): 47-49.
- [13] 周高慧,马霖,吉宏武,等. 空气油炸条件对凡纳滨对虾品质影响[J]. 广东海洋大学学报,2021,41(6): 82-90.
- [14] ZHOU J, BI W T, ROW K H. Optimization and development of a SPE-HPLC-UV method to determine astaxanthin in *Saccharina japonica*[J]. J Food Sci, 2011, 76(3): C441-C446.
- [15] 杨海琦,陈季旺,楚天奇,等. 油炸工艺对即食小龙虾品质的影响[J]. 武汉轻工大学学报,2020,39(6): 9-16.
- [16] RAM Y, SUTISA Y, THIWARI O. Vacuum frying of fish tofu and effect on oil quality usage life[J/OL]. J Food Process Eng, 2017, 40(6): e12587 [2022-02-18]. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12587>.
- [17] HE D B, XU F, HUA T C, et al. Oil absorption mechanism of fried food during cooling process[J]. J Food Process Eng, 2013, 36(4): 412-417.
- [18] KOOMYART I, NAGAMIZU H, KHUWIJITJARU P, et al. Astaxanthin stability and color change of krill during subcritical water treatment[J]. J Food Sci Technol, 2017, 54(10): 3065-3072.