

油温和时间对清炸大麻哈鱼预制菜品质的影响

李玉奇, 赵钜阳*

(哈尔滨商业大学 旅游烹饪学院, 黑龙江 哈尔滨 150076)

摘要: 通过测定水分含量、出品率、剪切力以及感官评价, 研究不同油炸温度与油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼品质的影响。结果表明预调理清炸大麻哈鱼的最佳加热工艺条件是油炸温度为 160 °C, 油炸时间为 100 s。另外采用电子鼻对不同油炸温度与油炸时间下大麻哈鱼进行风味测定, 对所得数据进行主成分分析, 发现不同加热条件下预调理清炸大麻哈鱼的风味有所不同, 同时表明电子鼻技术能够有效区分不同加热条件对其风味的影响。

关键词: 大麻哈鱼; 预调理食品; 油炸; 品质; 电子鼻

Effect of oil temperature and time on the quality of prepared dishes of deep-fried salmon

LI Yu-qi, ZHAO Ju-yang*

(College of Tourism and Cuisine, Harbin University of Commerce, Harbin 150076, Heilongjiang, China)

Abstract: The effect of different frying temperature and different frying time on the quality of prepared fried *Oncorhynchus keta* was studied by measuring the moisture content, product yield, shear force and sensory evaluation. Results show that the best heating process condition of prepared fried *Oncorhynchus keta* was 160 °C of frying temperature and 100 s of the frying time. In addition, the electronic nose was used to measure the flavor of salmon under different frying temperatures and frying time, and principal component analysis was conducted on the obtained data. It was found that the flavor of prepared fried *Oncorhynchus keta* was differ from the difference of heating conditions, and the electronic nose technology was able to effectively distinguish the influence of different heating conditions on the flavor of prepared fried *Oncorhynchus keta*. This study is expected to provide references for basic process research on prepared food of *Oncorhynchus keta* and its standardization and industrial production.

Keywords: *Oncorhynchus keta*; prepared foods; fried; quality; electronic nose

大麻哈鱼 (*Oncorhynchus keta*) 是重要的溯河洄游性鱼类, 在渔业经济中占有重要地位, 洄游至中国境内黑龙江水系的大麻哈鱼分别为黑龙江与乌苏里江两个地方种群^[1]。大麻哈鱼水分含量较高、结缔组织较

少且肌纤维细嫩^[2]。目前市面上常见的大麻哈鱼产品多为熏制类, 其水分含量大幅度下降, 口感较差, 因此, 开发具有良好口感与滋味的大麻哈鱼菜肴类产品, 发挥其良好的营养价值, 展现大麻哈鱼在黑龙江的特色地位正是亟待解决的问题。清炸是将原料改刀后用调味料腌制入味, 然后直接用热油炸熟的方法, 成品特点外焦里嫩, 清爽利落^[3]。采用清炸的油炸方法, 可以很好的去除冷冻大麻哈鱼的鱼腥味。预调理食品又称

方便预制食品，是指以农、畜、禽或水产品为原料，经适当加工后进行包装，并于冷冻、冷藏或经特殊处理后在常温条件下贮藏和销售，不需处理或只需短时间加工处理即可食用的食品^[4]，国外用 Prepared foods 表示此类食品^[5]。将清炸大麻哈鱼制成菜肴类预调理食品，能够满足消费者对于方便快捷、营养健康的需求。

1 材料与方法

1.1 试验材料

冷冻大麻哈鱼、食盐、白醋、料酒、生抽、黑胡椒粉、玉米油：哈尔滨家乐福超市。

1.2 试验仪器

电子天平：沈阳天平仪器有限公司；TMS-Touch 250N 质构仪：美国 Food Technology Corporation (FTC)；电热鼓风干燥箱：上海一恒科学仪器股份有限公司；YZ-1531 多功能油炸锅：广东友田家用电器有限公司；电子鼻：上海瑞玢国际贸易有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 清炸大麻哈鱼制作方法

冷冻大麻哈鱼—解冻—去皮—切块—腌制—油炸—成品

第一步：将冷冻大麻哈鱼置于 4℃冰箱解冻，解冻后去皮，切块，大小为 50 g/块。第二步：对其进行腌制。第三步：根据单因素试验采用不同油炸温度与油炸时间对其进行油炸。

1.3.2 油炸单因素试验

1.3.2.1 油炸温度单因素试验

控制油炸时间为 100 s，调整油炸温度为 140、150、160、170、180℃，测定各指标，进行单因素试验分析。

1.3.2.2 油炸时间单因素试验

控制油炸温度为 160℃，调整油炸时间为 80、90、100、110、120 s，测定各指标，进行单因素试验分析。

1.3.3 测定指标

1.3.3.1 出品率

将腌制后的大麻哈鱼进行称重，油炸后，待其冷却，并将油沥干，再对其进行称重。每组样品重复 3 次进行。计算出品率的公式如下^[6]：

出品率/%= $\frac{m_1}{m_2} \times 100$

式中：m₁ 为油炸后大麻哈鱼的总重；m₂ 为油炸前大麻哈鱼的总重。

1.3.3.2 剪切力

大麻哈鱼剪切力采用单刀剪切探头进行测定，起始力为 1 N，测试速度为 30 mm/s，回程速度为 50 mm/s，

回程距离为 35 mm，在进行剪切力测定时，每组样品重复 6 次进行。

1.3.3.3 水分含量

恒温干燥法：参照 GB/50093-2010《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[7]进行测定。

1.3.3.4 电子鼻风味测定

称取清炸大麻哈鱼 2.0 g，切碎置于样品瓶中。每组样品取 5 份肉样，共测定 5 组平行。电子鼻参数设定：检测时间 60 s，等待时间 10 s，气体流量 1 L/min，清洗时间 120 s。采用主成分分析（principal component analysis, PCA）对检测结果进行分析。

1.3.3.5 感官评价

本试验通过感官评价标准，对清炸大麻哈鱼样品的色泽、口感、味道、组织状态和总体可接受度进行评价，最低分 0 分，最高分 9 分，感官评价小组由从事烹饪营养研究的人员共 10 人组成，可以客观准确的评价清炸大麻哈鱼的色泽、组织状态、口感、味道以及总体可接受性。

感官评价标准中所有测试样品和对照样品均分别盛装在相同容器中，随机编号，并按照表 1 中的评分标准对测试组进行评分，试验结果取平均值。所有感官测试均在正规感官实验室内完成。评分标准见表 1。

表 1 预调理清炸大麻哈鱼感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation of fried keta

指标	评分标准指标	得分
口感	口感嫩	7~9
	有略微柴感、干涩，稍有硬感	4~6
	嫩度不足，口感很硬	0~3
色泽	有光泽，色泽白亮，富有食欲	7~9
	无光泽、较暗淡	4~6
	无光泽，颜色较深	0~3
味道	咸淡适中，鲜味美，无鱼腥味	7~9
	肉香味较淡，略咸或略淡，	4~6
	咸淡不均，较咸或较淡，有鱼腥味	0~3
组织状态	肉质紧密	7~9
	肉质不紧密，有局部松散	4~6
	质地粗糙、肉质松散、有明显裂痕	0~3
总体可接受性	高（喜欢）	7~9
	适中	4~6
	低（不接受）	0~3

1.4 数据处理

每组试验设置 3 个平行样（剪切力测定结果设置 6 个平行样），结果采用（平均数±SD）表示。数据分析采用 Statistix 8.1（分析软件 St Paul. MN）软件包中 Linear

Models 程序分析。差异显著性采用 Sigmaplot 9.0 软件进行作图。

2 结果与讨论

2.1 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼品质的影响

2.1.1 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼水分含量的影响

油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼水分含量的影响见图 1。

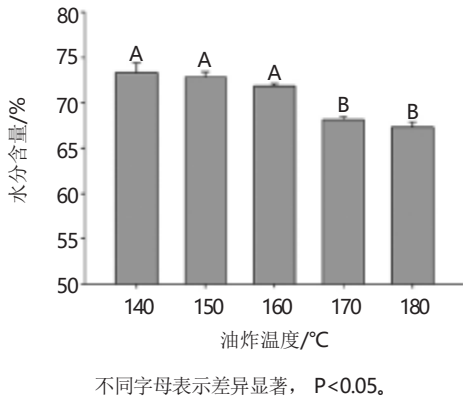


图 1 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼水分含量的影响

Fig.1 Effect of frying temperature on water content of prepared keta

由图 1 可知, 预调理清炸大麻哈鱼的水分含量随油炸温度的升高而逐渐降低, 前 3 组并无显著性差异 ($P = 0.05$), 而当温度达到 170 °C 时, 其水分含量显著低于前 3 组 ($P < 0.05$), 这是由于加热温度过高, 使鱼肉中的肌原纤维蛋白部分发生变性、聚集和缩短, 肌动蛋白纤维和肌球蛋白纤维间的空隙减小^[8], 肉的持水力降低, 从而导致水分含量降低。

2.1.2 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼出品率的影响

油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼出品率的影响见图 2。

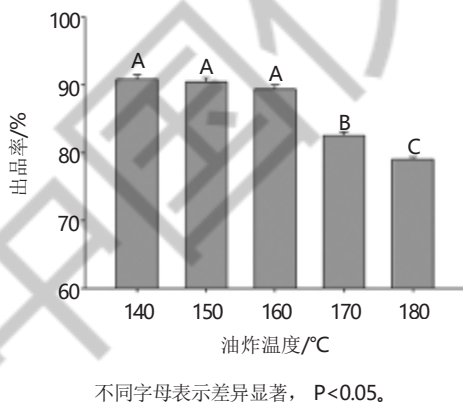


图 2 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼出品率的影响

Fig.2 Effect of frying temperature on the yield of prepared keta

从图 2 可以看出, 预调理清炸大麻哈鱼的出品率随油炸温度的升高而降低, 且变化趋势与水分含量相一致, 说明加热后鱼肉水分的丧失是出品率降低的主要因素。且当温度达到 170 °C, 以及 180 °C 时, 其出品率显著低于前 3 组 ($P < 0.05$), 因为温度过高时, 会使肉的持水力下降, 肌肉中自由水与结合水含量降低, 使水分含量降低^[9], 进而使出品率随之降低。

2.1.3 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼嫩度的影响

肉制品的嫩度是影响其品质的重要指标之一^[10], 而测定预调理清炸大麻哈鱼的剪切力值则可以直接反映其嫩度的变化, 剪切力值越大, 表明嫩度越差。油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼剪切力值的影响见图 3。

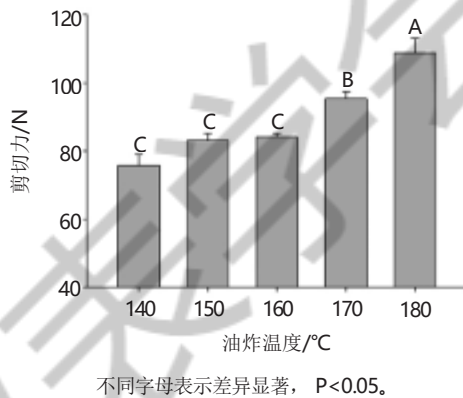


图 3 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼剪切力的影响

Fig.3 Effect of frying temperature on the shear force of prepared keta

由图 3 可知, 预调理清炸大麻哈鱼的剪切力值随油炸温度的升高而升高, 且温度较高时, 其剪切力值显著升高 ($P < 0.05$), 这表现在 170 °C 与 180 °C 两组。结合水分含量与出品率的测定结果发现, 油炸温度过高 (170 °C~180 °C) 会使肌肉内部的水分含量降低, 出品率随之降低, 肉嫩度变差, 而加热温度适当 (140 °C ~ 160 °C) 时, 可以较好的保持鱼肉内部的水分, 肉质更嫩。

2.1.4 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼风味的影响

电子鼻是模拟动物嗅觉器官开发出的一种高科技产品^[11], 通过电子鼻能够准确检测出清炸大麻哈鱼风味的变化, 减少主观影响。油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼风味的影响见图 4。

从图 4 可以看出, 第 1 主成分的贡献率是 67.7 %, 第 2 主成分贡献率是 27.7 %, 累积贡献率为 95.4 %, 表明所提取信息能够反映原始数据的大部分信息。且主成分 1 的贡献率明显大于主成分 2, 表明不同油炸温度下预调理清炸大麻哈鱼的风味差异主要由第 1 主

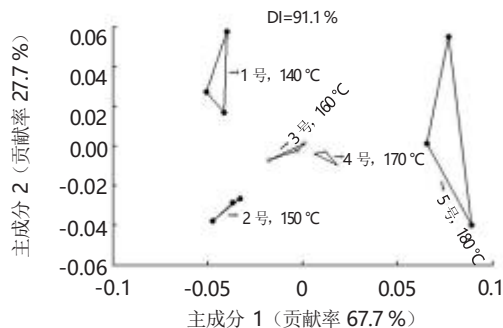


图 4 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼风味的影响

Fig.4 Effect of frying temperature on the flavor of prepared keta

成分决定。其中 1 号样品与 2 号样品在横轴上差异较小，即温度为 140 °C 与 150 °C 时，对预调理清炸大麻哈鱼风味变化影响较小，而 3、4、5 号样品在横轴上有明显差异，说明当温度较高，即超过 160 °C 时，鱼肉风味发生变化，分析原因可能是温度较高，不仅使蛋白质发生变性，并且诱发蛋白质多肽主链共价键断裂^[12]，从而影响风味。另外，判别指数（discriminant index, DI）为样品区分程度的表征值，当 DI 处于 80 %~100 % 时说明区分有效^[13]。图 4 显示 DI 值为 91.1 %，说明不同油炸温度下预调理清炸大麻哈鱼的风味差异可以通过电子鼻区分。

2.1.5 油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼感官质量的影响

油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼感官质量的影响见图 5。

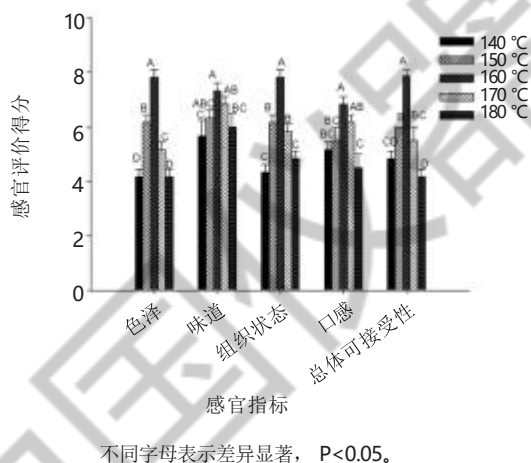


图 5 油炸温度对清炸大麻哈鱼感官质量的影响

Fig.5 Effect of frying temperature on the sensory quality of prepared keta

由图 5 可知，不同油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼味道的影响并不明显，而电子鼻却可以对其进行区分，这说明对于菜肴品质的研究，将感官评价与仪器

分析相结合能够得到更为客观、准确的分析结果。此外，色泽、口感、组织状态以及总体可接受性的评价结果与水分含量、出品率以及剪切力的测定结果基本一致，具体表现在当温度较高即超过 160 °C 时，各项感官评分出现下降趋势，而温度较低即 140、150 °C 时，由于加热不足，其色泽、口感等方面评分也略低，虽然前两组水分含量、出品率与剪切力测定结果较好，但基本与第 3 组无显著性差异 ($P=0.05$)，因此结合感官评价认为预调理清炸大麻哈鱼的最佳油炸温度为 160 °C。

2.2 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼品质的影响

2.2.1 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼水分含量的影响

油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼水分含量的影响见图 6。

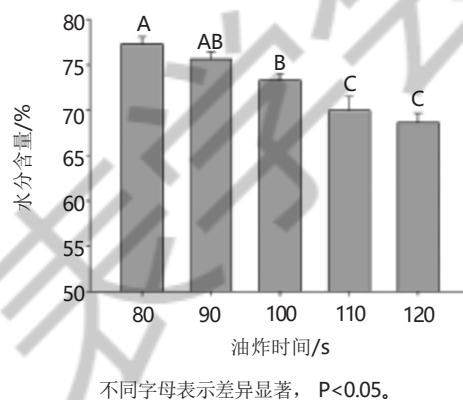


图 6 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼水分含量的影响

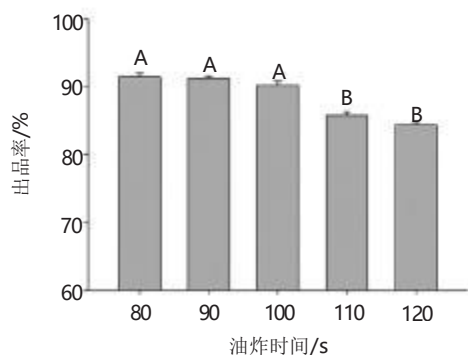
Fig.6 Effect of frying time on water content of prepared keta

由图 6 可知，水分含量随油炸时间的延长而降低，这与油炸温度对水分含量的影响结果相一致。且后两组即油炸时间为 110 s 与 120 s 时，其水分含量显著低于前三组 ($P < 0.05$)，说明油炸时间延长与油炸温度升高会对水分含量造成同样的影响，即鱼肉中的肌原纤维蛋白部分发生变性、聚集和缩短，肌动蛋白纤维和肌球蛋白纤维间的空隙减小，使肉的持水力降低，从而导致水分含量降低。

2.2.2 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼出品率的影响

油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼出品率的影响见图 7。

由图 7 可知，预调理清炸大麻哈鱼的出品率随油炸时间的延长而降低，变化趋势与水分含量相一致，且当温度达到 170 °C，以及 180 °C 时，其出品率显著低于前 3 组 ($P < 0.05$)，与油炸温度对水分含量的影响相一致，说明油炸时间过长与油炸温度过高同样会使肉的持水力下降，肌肉中自由水与结合水含量降低，使水分含量降低，进而使出品率随之降低。



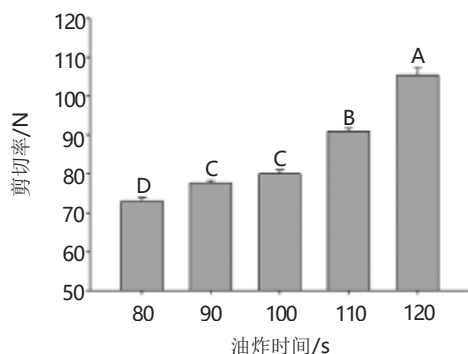
不同字母表示差异显著, $P < 0.05$ 。

图 7 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼出品率的影响

Fig.7 Effect of frying time on the yield of prepared keta

2.2.3 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼嫩度的影响

油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼嫩度的影响见图8。



不同字母表示差异显著, $P < 0.05$ 。

图 8 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼剪切力的影响

Fig.8 Effect of frying time on the shear force of prepared keta

由图 8 可知, 预调理清炸大麻哈鱼的剪切力值随油炸时间的延长而升高, 且油炸时间较长时, 其剪切力值显著升高 ($P < 0.05$), 这表现在 110 s 与 120 s 两组。结合水分含量与出品率的测定结果发现, 油炸时间与油炸温度对预调理清炸大麻哈鱼的品质影响结果相一致, 即加热时间较长时, 会使鱼肉持水力下降, 水分含量降低, 出品率随之降低, 同时剪切力升高, 硬度升高, 嫩度下降。

2.2.4 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼风味的影响

油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼风味的影响见图9。

由图 9 可知, 第 1 主成分的贡献率为 82.4 %, 第 2 主成分贡献率为 12.3 %, 累积贡献率为 94.7 %, 表明所提取信息能够反映原始数据的大部分信息。且主成分 1 的贡献率明显大于主成分 2 的贡献率, 表明不同油炸时间下预调理清炸大麻哈鱼的风味差异主要由第 1 主成分决定。且五组样品在横轴上依次递增, 有

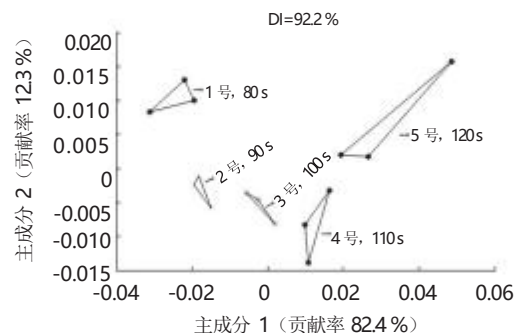


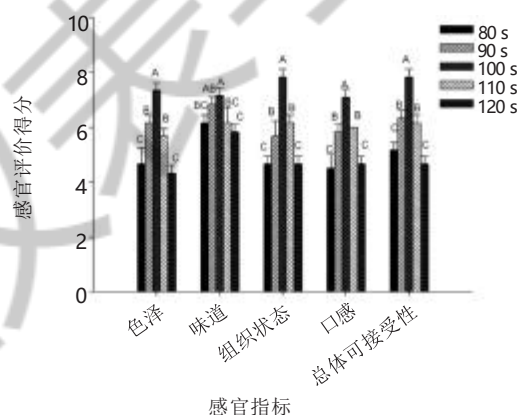
图 9 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼风味的影响

Fig.9 Effect of frying time on the flavor of prepared keta

明显差异, 说明不同油炸时间会对预调理清炸大麻哈鱼的风味造成影响。图 9 显示 DI 值为 92.2 %, 说明不同油炸时间下预调理清炸大麻哈鱼的风味差异可以通过电子鼻区分。

2.2.5 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼感官质量的影响

油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼感官质量的影响见图 10。



不同字母表示差异显著, $P < 0.05$ 。

图 10 油炸时间对预调理清炸大麻哈鱼感官质量的影响

Fig.10 Effect of frying time on the sensory quality of prepared keta

由图 10 可知, 油炸时间对味道的影响同油炸温度一样并不明显, 这与赵钜阳等^[14]研究结果相一致。从图中可以看出, 色泽、组织状态、口感以及总体可接受性均是第 3 组得分最高 ($P < 0.05$), 即加热时间为 100 s 时。当加热不足与加热过度时均会对这些指标造成影响, 得分降低。因此综合水分含量、出品率以及剪切力测定结果, 认为预调理清炸大麻哈鱼的最佳油炸时间为 100 s。

3 结论

本研究以大麻哈鱼为原材料, 清炸为烹饪方法,

通过油炸温度与油炸时间两组单因素试验,确定了适用于工业化生产的预调理大麻哈鱼加热参数。研究表明,油炸温度与油炸时间对清炸大麻哈鱼品质有较大影响,加热时间过长或加热温度过高均会使鱼肉的持水力下降。通过水分含量、出品率以及剪切力测定结果,结合感官评价得到油炸温度为 160 °C,油炸时间为 100 s 视为最优组。通过本研究得到的加热工艺,能够提高大麻哈鱼菜肴类产品的品质,使其加工过程标准化,最终实现中式菜肴的工业化生产。

参考文献:

- [1] JIN P C, DA J S, CHONHG Z D, et al. Genetic Analysis of Four Wild Chum Salmon *Oncorhynchus Keta* Populations in China Based on Microsatellite Markers[J]. *Environmental Biology of Fishes*, 2005, 73(2): 181-188
- [2] TACON A G J, METIAN M. Fish Matters: Importance of Aquatic Foods in Human Nutrition and Global Food Supply[J]. *Reviews in Fisheries Science*, 2013, 21(1): 22-38
- [3] 郑昌江, 张传军, 杜险峰. 中式烹调工艺[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 162-163
- [4] 范晓攀, 王娉, 葛毅强,等. 预制调理食品中的常见微生物及其防控[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(8): 49-53
- [5] DE S, FERRER M D. Initial numbers, Serovars and Phagevars of *Listeria Monocytogenes* Isolated in Prepared Foods in the City of Barcelona[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 1998, 44(1): 141-144
- [6] 王雪, 牛海力, 孔保华,等. 油炸温度对黑椒牛柳水分分布与品质相关性研究[J]. *食品工业科技*, 2015, 36(17): 109-113
- [7] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB/ 50093-2010[S]. 北京:中国标准出版社, 2010
- [8] CHRISTENSEN M, PURSLOW P P, LARSEN L M. The Effect of Cooking Temperature on Mechanical Properties of Whole Meat, Single Muscle Fibres and Perimysial Connective Tissue[J]. *Meat Science*, 2000, 55(3): 301-307
- [9] 赵钜阳, 于海龙, 王雪,等. 油炸温度对孜然羊肉片品质与水分分布相关性的研究[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(16): 4-9
- [10] 曹宪福, 杨志成, 姜廷波,等. 肌肉嫩度的影响因素分析[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2016, 59(21): 60-63
- [11] 王伟静, 张松, 山谢鹏, 等. 电子鼻和电子舌快速检测炖制牛肉的品质[J].*食品研究与开发*, 2017, 38(17): 124-128
- [12] 毛羽扬. 烹饪化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014: 152-153
- [13] 刘树萍. 基于电子鼻分析熬制工艺对茶树菇菌汤风味的影响[J]. *中国调味品*, 2018, 43(4): 144-146
- [14] 赵钜阳, 刘树萍, 石长波. 工业化生产和传统烹饪技术对黑椒牛柳品质和风味的影响[J]. *中国调味品*, 2018, 43(3): 1-5