

“烧蚝”的制作工艺优化及其质构特性

彭珩, 黄莹, 陈蔚辉*

(韩山师范学院 烹饪与酒店管理学院, 广东 潮州 521041)

摘要:为探究粤式小吃“烧蚝”的最佳制作工艺,将其传统制作工艺中炭烧改为电烤,并对烤箱温度、烤制时间、烧蚝基本配方中花生油、蒜蓉和食盐的用量,采用单因素试验和正交试验,并结合感官评价及质构检测的方法,筛选出最佳制作工艺条件。结果表明,烤制十个质量为90~120 g的生蚝,最佳制作工艺条件为:烤箱温度(上下火一致)210 ℃,时间10 min,花生油50 g,蒜蓉50 g,盐2 g,经此条件烤制的“烧蚝”,其硬度23.12 N、黏附性0.18 N·mm、弹性2.86 mm、咀嚼性26.2 mj、内聚性0.31 Ratio,口感及风味良好。

关键词:烧蚝;工艺优化;质构分析

中图分类号:TS 972.11 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-6883(2021)03-0037-07

牡蛎(*Ostrea gigas* Thunberg)俗称蚝、生蚝。据《本草纲目》记载,牡蛎具有治疗气虚、解毒、活血化瘀、增加胶原蛋白、防止衰老、补充能量的作用。牡蛎作为一种高营养的食材,其烹调方法甚多,其中,尤以湛江的“烧蚝”和潮汕的“蚝烙”最具特色^[1]。中餐传统的“烧蚝”制作工艺是将生蚝的肉质部分取出洗净后放回壳内,淋上蒜蓉浆,加上少许食盐,置于炭火上烘烤至熟^[2],其口感滑嫩,肉质鲜甜,蒜香浓郁,且使用蚝壳做烹煮容器,深受大众喜爱。西餐也有生吃和烧烤生蚝的传统,生吃蚝时加点柠檬或芥末为佐料即可食用,采用烧烤工艺则将食材整个放在火上烤熟后进行改刀上桌^[3]。

不论是中餐还是西餐,“烧蚝”的传统制作工艺都需要烧炭烘烤,虽然许多食客喜欢炭烤出来的那种炭香味,但炭烤产生油烟大,烧烤中肉的脂肪和蛋白质滴在木炭上会分解出苯并芘、杂环胺类物质等有毒成份和高活性的致癌物质,对环境和人的身体产生极大的危害^[4]。因此,许多酒楼食肆也开始尝试电烤制作工艺,采用烤箱替代炭烤加工生蚝,不会产生过多的油烟,降低了烧烤过程出现的安全隐患,但如果使用烤箱烤制时间和温度不科学,同样也会产生苯并芘等致癌物质^[5-6]。

目前,关于“烧蚝”的研究,大多是一些简单的烹调工艺和食用方法的报道^[7-10],尚未见有针对生蚝电烤工艺较为系统的研究报道。本文在传统“烧蚝”制作工艺的基础上,改炭烧为电烤,通过感官评价及质构检测等方法,对“烧蚝”制作工艺中几个主要影响因素如烤箱温度、烤制时间、烧蚝基本配方中花生油、蒜蓉、食盐用量等进行试验,探讨“烧蚝”的最佳制作工艺条件,为“烧蚝”烹调工艺标准的修订提供理论参考。

收稿日期:2020-08-10

基金项目:广东省“省市共建本科高校”项目(项目编号:2017GD619001);中央财政支持地方高校专项(项目编号:粤财教[2015]304号)。

作者简介:彭珩(1988-),女,广东揭阳人,韩山师范学院烹饪与酒店管理学院实验师。通讯作者:陈蔚辉。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

1.1.1 试验材料

主辅料：带壳生蚝（湛江产，质量90~120 g）、花生油、蒜蓉。

调料：盐、味精、糖、姜蓉、葱、红辣椒。

1.1.2 试验仪器

电烤箱，KR38BC1型，广东科荣电器有限公司；电磁炉，21ES55C型，九阳股份有限公司；平底锅，JLW2601D型，九阳股份有限公司；电子秤，ZL200920194032.4型，佳维商贸有限公司；质构仪，TMS-PRO型，美国FTC公司。

1.2 试验方法

1.2.1 原始配方

带壳生蚝10个（约100 g/个）、盐2 g、糖少许、味精1 g、花生油60 g、蒜蓉50 g、姜蓉5 g、红辣椒和葱花少许、烤箱温度（上下火一致）200 ℃、烘烤时间12 min。

1.2.2 制作方法

（1）制作蒜蓉和姜蓉。分别将大蒜（去鳞皮）和生姜（清洗去皮、切成小块），放入捣碎机，加入适量水和盐，搅打成泥即为蒜蓉和姜蓉。（2）将花生油用平底锅加热至五成油温，将蒜蓉和姜蓉倒入锅内翻炒均匀后关火；（3）生蚝开壳、清洗，将一边蚝壳去除，留下一边装蚝肉，均匀倒入配制的调味料；（4）烤箱预热，上下火200 ℃；（5）放入生蚝烘烤12 min；（6）摆盘撒上红辣椒粒和葱花。

1.2.3 感官评价方法

为保证试验的准确性，试验全部采用同等规格的新鲜生蚝。挑选10位符合感官评价条件的专业人员组成感官评价小组，对“烧蚝”的加工过程进行现场评价，以色泽、气味、味道、弹性、组织状态为评价指标^[11]，根据每项指标进行评分，单项得分5分，满分25分，详见表1。

表1 评定等级分值表

分数	色泽	气味	滋味	口感	组织状态
5	蚝肉表面很有光泽，整体色泽正常	固有香味，蒜香味浓郁	咸鲜味重，带有鲜甜味	坚实富有弹性，牙齿咬下有爆浆感	肌肉组织致密完整，纹理清晰
4	蚝肉表面有光泽，色泽正常	固有香味，蒜香味重	咸淡正常，略带鲜甜味	坚实富有弹性，牙齿咬下有爆浆感	肌肉组织致密完整，纹理较清晰
3	蚝肉表面较有光泽，但个别色偏黑或浑浊	固有香味淡，蒜香味淡或呛鼻，略带焦味	咸味偏重或味道偏淡，略带苦味	较有弹性，无明显爆浆感	肌肉组织不紧实，但不松散
2	蚝肉表面无光泽，色泽比较暗淡，有明显焦黑色	无香味，有腥臭或蒜呛味	咸味偏重或无咸味，焦苦味明显	稍有弹性，肉质较柴或糊烂	肌肉组织不紧实，局部出现松散状，表面破损
1	蚝肉表面无光泽，整体色泽暗淡，有明显焦糊色	有强烈腥臭味或焦臭味	咸味偏重无法下咽或无味道，焦味	无弹性，肉质糊烂或柴硬	肌肉组织不紧密，表面大面积破损，出现松散状

1.2.4 单因素试验

以烧蚝原始配方中蒜蓉添加量、花生油添加量、盐添加量、烘烤温度、烘烤时间为考察因素，进行单因素水平试验。烤箱温度（上下火一致）为180 ℃、190 ℃、200 ℃、210 ℃、220 ℃；烘烤时间

为8 min、10 min、12 min、14 min、16 min；蒜蓉添加量为10 g、30 g、50 g、70 g、90 g；花生油添加量为30 g、40 g、50 g、60 g、70 g；盐添加量为1 g、2 g、3 g、4 g、5 g。

1.2.5 正交试验

参照文献[11]的方法，根据单因素试验结果确定正交试验所需的因素与水平，通过正交试验对影响烧蚝的主要因素进行评价与分析，得出烧蚝的最佳制作工艺配方。

1.2.6 质构分析

将烧蚝最佳配方和原始配方所烤制的熟蚝肉与生蚝做质构对比试验，测定指标为硬度、黏附性、弹性、咀嚼性、胶粘性、内聚性^[12-13]。设原始配方和最佳配方两个测试组，以不做任何加工的生蚝为空白对照组^[14]。

质构仪的探头选用平底柱型，样品采取两次压缩多面剖析（TPA）模式测试，测试条件为：测试速率60 mm/min，压缩程度50%，触发力2 N，每次测3组样品，每组样品测10个蚝，取其平均值^[15]。

1.2.7 数据处理与统计

试验重复三次。试验数据采用SPSS.17软件进行单因素方差分析和T检验分析，结果以平均值±标准差表示^[16]。

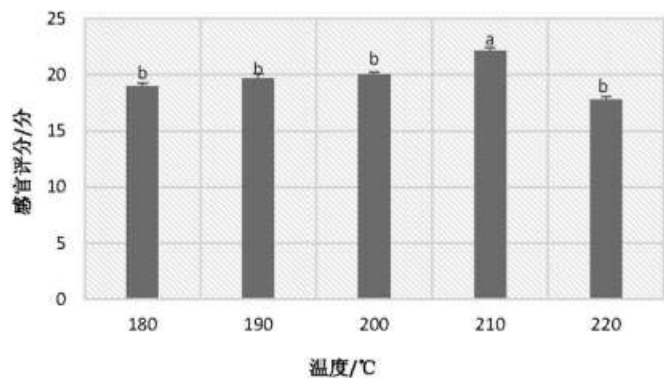
2 结果与分析

2.1 烘烤温度对烧蚝感官品质的影响

如图1所示，180℃烤制时，由于温度不够致使蚝的肉质不够紧实弹牙，烘烤不出蒜蓉浓郁的香味，感官评分不高，随着温度的上升，烧蚝的肉质、气味变好，至210℃时感官评分最高，210℃后，由于温度过高，烧蚝肉质咀嚼有渣柴感，感官品质下降。统计分析表明，蚝肉感官得分210℃分别与200℃和220℃有显著差异（ $p < 0.05$ ），因此选择烤箱（上下火一致）200℃、210℃、220℃作为下面正交试验中烘烤温度因素的三个水平。

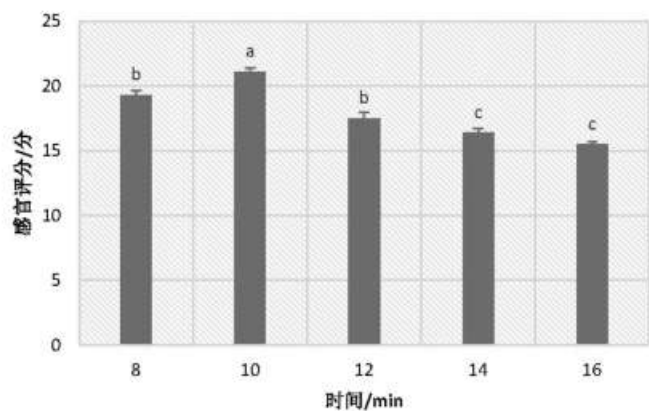
2.2 烘烤时间对烧蚝感官品质的影响

制作烧蚝时不仅对烘烤温度有较高要求，对烘烤时间也同样需要注意，否则蚝肉可能会因烘烤时间过短未熟，过长肉质变老变柴甚至焦糊。图2显示，烘烤8分钟，蚝肉不紧实，弹性不够，蒜蓉味道也不够浓郁。烘烤10 min时，烧蚝的各项感官指标最好。而烘烤12 min以后，烧蚝的肉质开始变硬变柴，颜色逐渐变黄，蒜蓉出现水样，感官品质逐渐下降。从图2中可以看出，当烘烤时间为10 min时，蚝肉感官评分最高，且与8 min和12 min差异显著（ $p <$



注：不同小写字母表示一个数据中组与组间平均值有显著性差异（ $p < 0.05$ ）

图1 烘烤温度对烧蚝感官评分的影响



注：不同小写字母表示一个数据中组与组间平均值有显著性差异（ $p < 0.05$ ）

图2 烘烤时间对烧蚝感官评分的影响

0.05), 故选择8 min、10 min和12 min作为正交试验中烘烤时间因素的三个水平。

2.3 蒜蓉添加量对烧蚝感官品质的影响

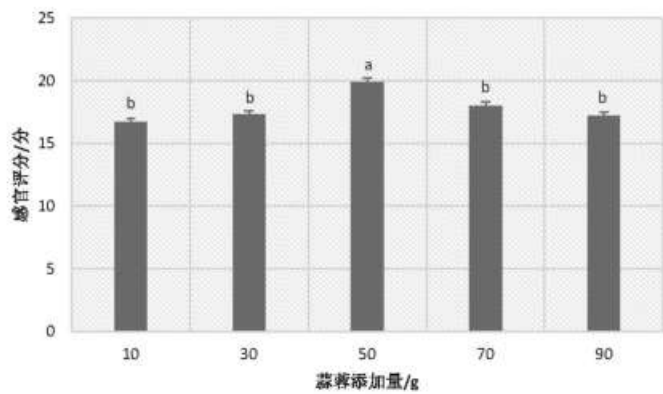
蒜蓉是烧蚝必备辅料, 蒜蓉添加量的多少直接影响烧蚝的风味。在相同条件下, 从10 g至90 g, 对蒜蓉添加量与烧蚝感官品质的关联性进行研究, 结果如图3所示, 蒜蓉添加量为10 g时, 烧蚝蒜香味不够, 蚝肉淡而无味, 蒜蓉增至50 g时, 烧蚝口感和香味最佳, 感官评分最高, 至70 g以后, 蒜香味过浓, 烧蚝整体口感下降, 因此, 选择30 g、50 g和70 g作为正交试验中烘烤时间因素的三个水平。

2.4 油添加量对烧蚝感官品质的影响

花生油在烧蚝中的作用是将蒜蓉的香味爆出, 并且在烘烤生蚝过程中能保持蚝肉的水分使其更嫩滑爽口。但添加花生油的过程中要根据蒜蓉的多少和蚝的大小控制添加量, 添加不足, 则蒜蓉不够香, 添加过量, 则油容易溢出, 造成浪费且会使烧蚝过于油腻影响感官品质。因此, 本次试验在其他条件不变的前提下, 以10 g为组距对烧蚝过程花生油的添加量进行研究。图4表明, 烧蚝感官评价分数随花生油添加量的增加而呈上升趋势, 添至50 g为最大值, 之后感官评分逐渐下降。花生油添加量50 g与相邻两组的感官评分存在显著性差异($p < 0.05$), 因此, 选择花生油添加量40 g、50 g、60 g三个水平进行正交试验。

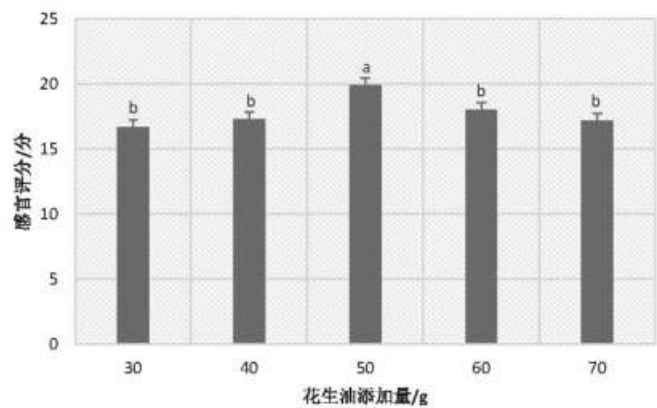
2.5 盐添加量对烧蚝感官品质的影响

烧蚝制作工艺对盐添加的控制非常重要, 由于生蚝会自带咸味, 稍微不慎便会过咸, 影响烧蚝整体的感官品质。图5显示, 在其他条件不变的情况下, 当盐的添加量为2 g时烧蚝的感官评分最高, 超过2 g后, 感官评分迅速下降, 添加量2 g与3 g、4 g、5 g三个盐加量的感官评分存在显著性差异($p < 0.05$), 但2 g后面的几个盐添加量的感官评分均差异不明显, 因此, 可以确定优化后烧蚝的



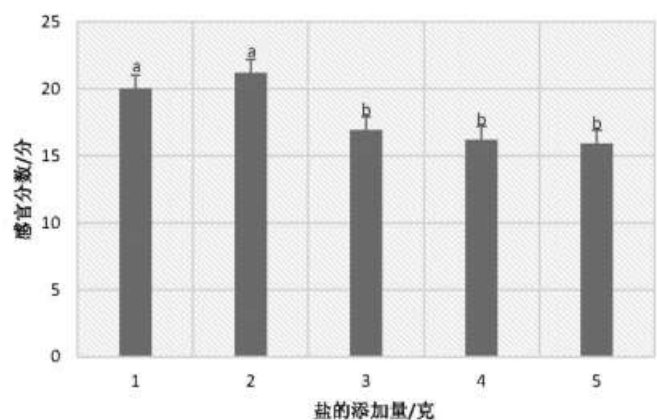
注: 不同小写字母表示一个数据中组与组间平均值有显著性差异 ($p < 0.05$)

图3 蒜蓉添加量对烧蚝感官评分的影响



注: 不同小写字母表示一个数据中组与组间平均值有显著性差异 ($p < 0.05$)

图4 花生油的添加量对烧蚝感评分质的影响



注: 不同小写字母表示一个数据中组与组间平均值有显著性差异 ($p < 0.05$)

图5 盐添加量对烧蚝感官评分的影响

盐添加量为 2 g.

2.6 正交试验分析

通过单因素试验, 初步筛选出正交试验所需的因素与水平(见表2).

表2 烧蚝正交因素水平表

水平	因 素			
	A	B	C	D
	烤箱温度 (°C)	烘烤时间 (min)	蒜蓉添加量 (g)	花生油添加量 (g)
1	200	8	30	40
2	210	10	50	50
3	220	12	70	60

进一步开展4因素3水平的正交试验, 结果如表3所示, 影响烧蚝感观品质因素的主次顺序为: 温度 > 时间、花生油 > 蒜蓉. 理论的最优组合(温度 210 °C, 时间为 10 min, 蒜蓉添加量为 50 g, 花生油添加量为 50 g) 与实际评分的最高的组合(温度 210 °C, 时间为 10 min, 蒜蓉添加量为 70 g, 花生油添加量为 40 g) 的结果并不一致, 所以需要进行验证试验以便确定最好的水平组合.

表3 正交实验结果表

实验号	温度 (°C)	时间 (min)	蒜蓉添加量 (g)	花生油添加量 (g)	感官评分 (分)
1	1 (200)	1 (8)	1 (30)	1 (40)	21.2
2	1	2 (10)	2 (50)	2 (50)	21.4
3	1	3 (12)	3 (70)	3 (60)	20.7
4	2 (210)	1	2	3	21.5
5	2	2	3	1	21.6
6	2	3	1	2	21.5
7	3 (220)	1	3	2	21.3
8	3	2	1	3	21.1
9	3	3	2	1	21.0
K1	21.100	21.333	21.267	21.267	
K2	21.533	21.367	21.300	21.401	
K3	21.133	21.067	21.200	21.100	
R	0.433	0.300	0.100	0.300	

采用相同的十位感官评定员再次对上述两组试验进行感官评价, 结果如表4所示. 评价过程中感官评定员大都认为第二组烧蚝由于蒜蓉添加量过多, 入口蒜味太重, 影响烧蚝的固有品质, 导致感官评分较第一组的烧蚝低. 统计分析也表明, 两组试验的评分结果存在显著性差异 ($p < 0.05$). 因此, 可以确定优化后烧蚝制作工艺的最佳配方为: 温度 210 °C, 时间为 10 min, 蒜蓉添加量为 50 g, 花生油添加量为 50 g, 盐添加量为 2 g.

表4 感官评定一览表

实验号	温度/℃	时间/min	蒜蓉添加量/g	花生油添加量/g	感官评价/分
1	210	10	50	50	20.0±0.8 ^a
2	210	10	70	40	18.3±0.9 ^a

2.7 质构特性分析

表5可见,除了黏附性一个指标,空白组合(生蚝)的质构参数几乎都是最低的,这是由于生蚝没有经过热加工,其蛋白质没有变性所致,而不论是原始配方还是优化后的最佳配方,加工后蚝肉的黏附性大幅度下降,但降幅几乎是一致的,没有显著差异.采用最佳制作工艺配方烹制的烧蚝,蚝肉其他质构特性较原始配方有所改善,品质更佳,主要表现在:最佳配方蚝肉的硬度虽比原始配方的略大,但差异不显著,而弹性却明显增强,故吃起来更为爽口;最佳配方蚝肉的内聚性比原始配方的低,咀嚼性则远高于原始配方的($p < 0.05$),这就使得蚝肉吃起来更容易咀嚼下咽.

表5 不同配方烧蚝的质构特性比较

配方类型	硬度(N)	黏附性(N·mm)	内聚性(Ratio)	弹性(mm)	咀嚼性(mj)
空白对照	15.91±0.505b	0.36±0.042a	0.10±0.047b	0.85±0.051c	2.60±3.04c
原始配方	22.20±0.565a	0.17±0.009b	0.40±0.010a	2.56±0.045b	17.60±3.04b
最佳配方	23.12±0.547a	0.18±0.058b	0.31±0.004a	2.86±0.096a	26.20±2.43a

注:表中同列数据后不同字母表示显著差异($p < 0.05$)

3 结论

本试验将传统“烧蚝”制作工艺中炭烧改为电烤,对烤箱温度、烤制时间、烧蚝基本配方中花生油、蒜蓉和食盐的用量进行单因素和正交试验,对加工后的蚝肉进行感官评定及质构检测,并采用SPSS.17软件对获得数据进行统计分析,结果表明,烤制一份生蚝(10个质量为90~120g的牡蛎),最佳制作工艺条件为烤箱温度(上下火一致)为210℃、烘烤时间10min、花生油50g、蒜蓉50g、盐2g;经此条件烤制后,蚝肉的硬度为23.12N、黏附性0.18N·mm、弹性2.86mm、咀嚼性26.20N、内聚性0.31Ratio,口感及风味优良.优化后的“烧蚝”制作工艺比传统的烧炭烘烤更为环保卫生,符合时代对美食的要求.

参考文献:

- [1]易先勇.江城上演“蚝”门盛宴[J].中国食品,2010(9):44-45.
- [2]蔡永文.湛江风味小吃三种[J].烹调知识,2003(1):21.
- [3]高连岐.烧烤制品加工工艺[J].肉类工业,2009(6):10.
- [4]王旭峰.番茄酱可降低烧烤危害[J].健康天地,2011(4):70.
- [5]AGRAWAL R, IMIELIMSKI T, SWAMI A. Mining association rules between sets of items in large databases [J]. ACM SIGMOD R, 1993, 22(2): 207-216.
- [6]ARC. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans[R]. Lyon: International Agency for Re-

search on Cancer, 1993: 39-44.

- [7]余雯静, 金尉. 生蚝的健康吃法[J]. 中国检验检疫, 2011 (11): 62.
- [8]李勋. 金蒜烤生蚝[J]. 海洋与渔业, 2017, 12 (4): 73.
- [9]王南, 谭阳, 刘登勇. 肉类烧烤的文化底蕴与科学内涵[J]. 肉类研究, 2014 (2): 15-20.
- [10]明翰. 由烤生蚝成就的海鲜王[J]. 农产品加工, 2011 (6): 50-51.
- [11]陈蔚辉, 马丹华, 彭珩. 小麦胚芽戚风蛋糕制作工艺的研究[J]. 韩山师范学院学报, 2019, 40 (6): 9-15.
- [12]杨庆莹, 谢克莹, 焦镭, 等. 食品感官分析综述[J]. 河南农业, 2015 (6): 42-43.
- [13]FELTON J S, KNIZE M G. Heterocyclic amine mutagens/ carcinogens in foods[M]. Berlin: In Handbook of Experimental Pharmacology, 1990: 21-29.
- [14]戴志远, 崔雁娜, 王宏海. 不同冻藏条件下养殖大黄鱼鱼肉质变化的研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34 (8): 188-191.
- [15]任范伟, 朱兰兰, 周德庆. 秋刀鱼肉质感官评价与质构的相关性分析[J]. 南方农业学报, 2016, 47 (11): 1932-1938.
- [16]杨青青. 蓝莓青稞饼干的工艺优化[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44 (10): 215-219.

Process Optimization and Textural Properties of Grilled Oysters

PENG Heng, HUANG Ying, CHEN Wei-hui*

(College of Culinary Arts and Hotel Management, Hanshan Normal University, Chaozhou,
Guangdong, 521041)

Abstract: In order to explore the best processing technology of “grilled oysters”, a Cantonese snack, the traditional processing technology of grilling with charcoal was changed to baking in an oven. The optimum processing conditions were selected for oven temperature, baking time, and the amount of peanut oil, garlic and salt in the basic recipe of baked oysters using the single-factor experiment and orthogonal experiment combined with sensory evaluation and textural testing. The results showed that the optimum processing conditions for baking ten raw oysters of 90 ~ 120 grams each were: oven temperature (upper and lower heat consistent) of 210 °C, time of 10 minutes, 50 grams of peanut oil, 50 grams of garlic, and 2 grams of salt. The “grilled oysters” baked under these conditions had a hardness of 23.12 N, adhesion of 0.18 N. mm, elasticity of 2.86 mm, chewiness of 26.20 mj, cohesiveness of 0.31 Ratio, with a good taste and flavor.

Key words: grilled oysters; process optimization; textural analysis

责任编辑 周春娟