



华中农业大学学位论文独创性声明及使用授权书

| | | | |
|--------------|---|------------|-------|
| 学位论文 是否保密 | 否 | 如需保密, 解密时间 | 年 月 日 |
|--------------|---|------------|-------|

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知, 除了文中特别加以标注和致谢的地方外, 论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果, 也不包含为获得华中农业大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料, 指导教师对此进行了审定。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中做了明确的说明, 并表示了谢意。

研究生签名:

时间: 2010年6月8日

学位论文使用授权书

本人完全了解华中农业大学关于保存、使用学位论文的规定, 即学生必须按照学校要求提交学位论文的印刷本和电子版本; 学校有权保留提交论文的印刷版和电子版, 并提供目录检索和阅览服务, 可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。本人同意华中农业大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容, 同时本人保留在其他媒体发表论文的权利。

注: 保密学位论文(即涉及技术秘密、商业秘密或申请专利等潜在需要提交保密的论文)在解密后适用于本授权书。

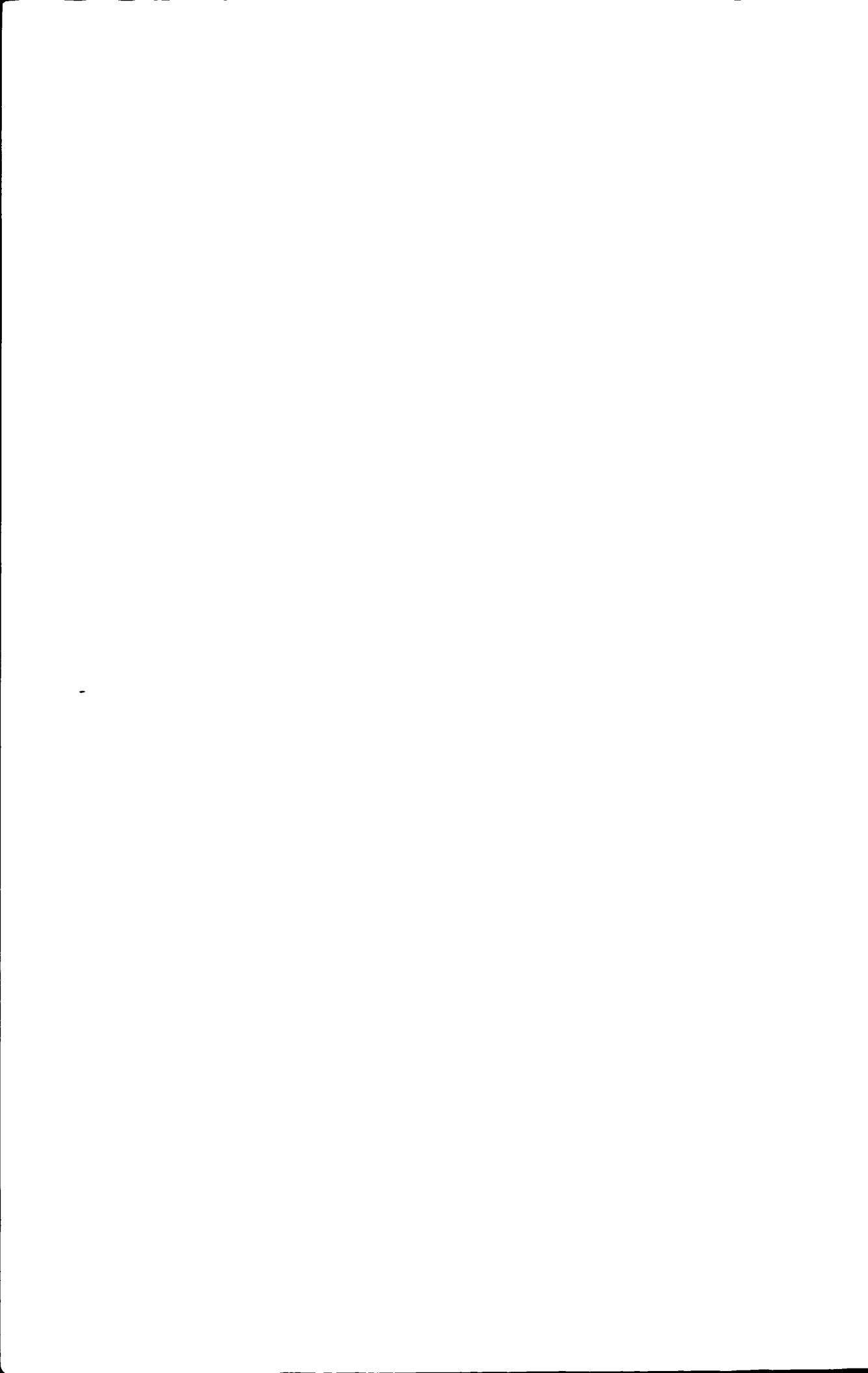
学位论文作者签名:

导师签名:

签名日期: 2010年6月8日

签名日期: 2010年6月10日

注: 请将本表直接装订在学位论文的扉页和目录之间



目 录

| | |
|---------------------------|----|
| 摘 要..... | 1 |
| ABSTRACT..... | 1 |
| 第一章 综 述..... | 3 |
| 1 国内外微波食品研究进展..... | 3 |
| 2 微波热处理的利弊..... | 4 |
| 3 牛肉在我国的利用现状..... | 5 |
| 4 微波对食品营养的影响..... | 5 |
| 4.1 微波对维生素的影响..... | 5 |
| 4.2 微波对对蛋白质的影响..... | 5 |
| 4.3 对脂肪的影响..... | 6 |
| 4.4 对碳水化合物的影响..... | 6 |
| 4.5 微波对肉色泽的影响..... | 6 |
| 5 牛肉挥发性风味物质..... | 6 |
| 6 微波处理对食品货架期的影响..... | 8 |
| 7 研究目的与意义..... | 10 |
| 8 主要研究内容..... | 10 |
| 第二章 不同微波条件对牛肉品质影响的研究..... | 12 |
| 1 材料与方法..... | 12 |
| 1.1 材料..... | 12 |
| 1.1.1 原料..... | 12 |
| 1.1.2 主要试剂..... | 12 |
| 1.1.3 主要仪器:..... | 12 |
| 1.2 方法..... | 13 |
| 1.2.1 样品准备..... | 13 |
| 1.2.2 样品制备..... | 13 |
| 1.2.3 出品率的测定..... | 13 |
| 1.2.4 水分含量测定..... | 13 |

| | |
|---|----|
| 1.2.3 粗蛋白质含量测定 | 13 |
| 1.2.4 粗脂肪含量测定 | 13 |
| 1.2.5 色差的测定 | 14 |
| 1.2.6 质构的测定 | 14 |
| 1.2.7 感官评定 | 14 |
| 1.2.8 扫描电镜观察 | 14 |
| 1.2.9 统计分析 | 15 |
| 2 结果与分析 | 15 |
| 2.1 P-100%条件下不同处理时间对牛肉水分与出品率影响结果 | 15 |
| 2.2 P-100%条件下不同处理时间对牛肉脂肪与蛋白质含量影响结果 | 16 |
| 2.3 P-100%条件下不同处理时间对牛肉色度的影响结果 | 16 |
| 2.4 P-100%条件下不同处理时间对牛肉质构影响结果 | 17 |
| 2.5 P-100%条件下不同处理时间对牛肉感官评价的影响结果 | 19 |
| 2.6 P-100%条件下不同处理时间的牛肉扫描电镜微观结构观察 | 19 |
| 2.7 P-80%条件下不同处理时间对牛肉水分与出品率的影响结果 | 20 |
| 2.8 P-80%条件下不同处理时间对牛肉脂肪和蛋白质含量影响结果 | 21 |
| 2.9 P-80%条件下不同处理时间对牛肉质构的影响结果 | 22 |
| 2.10 P-80%条件下不同处理时间对牛肉感官品质的影响结果 | 23 |
| 2.11 P-60%条件下不同处理时间对牛肉水分与出品率含量影响结果 | 23 |
| 2.12 P-60%条件下不同处理时间对牛肉脂肪和蛋白质含量影响结果 | 24 |
| 2.14 P-60%条件下不同处理时间对牛肉感官指标的影响结果 | 25 |
| 3 结论与讨论 | 25 |
| 第三章 微波处理对牛肉挥发性风味物质影响的研究 | 27 |
| 1 材料与方法 | 27 |
| 1.1 材料 | 27 |
| 1.1.1 试验原料 | 27 |
| 1.1.2 主要仪器 | 27 |
| 1.2 方法 | 27 |
| 1.2.1 样品制备 | 27 |
| 1.2.2 GCMS 测定不同微波时间下背脊最长肌和股二头肌挥发性风味物质 | 27 |
| 1.2.3 挥发性风味物质的顶空捕集 | 28 |
| 1.2.4 实验数据处理 | 28 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2 结果与分析..... | 28 |
| 2.1 不同微波时间下牛最长背脊肌的挥发性风味物质物质色谱图 | 28 |
| 2.2 不同微波时间下牛股二头肌的挥发性风味物质物质色谱图 | 30 |
| 2.3 微波处理对不同部位牛肉挥发性风味物质结果分析 | 32 |
| 3 结论与讨论..... | 33 |
| 第四章 微波处理后的牛肉在储藏期间品质变化的研究..... | 35 |
| 1 材料与方法 | 35 |
| 1.1 材料 | 35 |
| 1.1.1 实验原料..... | 35 |
| 1.1.2 主要试剂..... | 35 |
| 1.1.3 主要仪器..... | 35 |
| 1.2 方法 | 36 |
| 1.2.1 样品制备 | 36 |
| 1.2.2 总酸度测定 | 36 |
| 1.2.3 pH 值测定 | 36 |
| 1.2.4 肉汁渗出率测定 | 36 |
| 1.2.5 挥发性盐基氮 (TVB-N) 值测定..... | 36 |
| 1.2.6 质构的测定 | 36 |
| 1.2.7 感官评定 | 37 |
| 1.2.8 统计分析 | 37 |
| 2 结果与分析..... | 37 |
| 2.1 PH 值和总酸度的变化..... | 37 |
| 2.2 肉汁渗出率的变化 | 38 |
| 2.3 挥发性盐基氮 (TVB-N) 的变化 | 38 |
| 2.5 肌肉质构特性的变化 | 39 |
| 2.6 感官指标的变化 | 40 |
| 3 结论与讨论..... | 41 |
| 第五章 微波处理对煮制牛肉品质影响的研究..... | 42 |
| 1 材料与方法..... | 42 |
| 1.1 材料 | 42 |
| 1.1.1 试验原料..... | 42 |

| | |
|------------------------------|----|
| 1.1.2 主要仪器 | 42 |
| 1.2 方法 | 42 |
| 1.2.1 煮制牛肉温度的确定 | 42 |
| 1.2.2 微波功率的确定 | 43 |
| 1.2.3 微波时间的确定 | 43 |
| 1.2.4 微波煮制牛肉的正交试验 | 43 |
| 1.2.5 蒸煮损失的测定 | 43 |
| 1.2.6 水分含量测定 | 44 |
| 1.2.7 粗脂肪含量测定 | 44 |
| 1.2.8 质构值的测定 | 44 |
| 1.2.9 感官评定 | 44 |
| 1.2.10 统计分析 | 44 |
| 2 结果与分析 | 44 |
| 2.1 牛肉煮制中心温度对蒸煮损失的测定结果 | 44 |
| 2.2 牛肉煮制中心温度对水分含量测定结果 | 45 |
| 2.3 牛肉煮制中心温度对脂肪含量测定结果 | 45 |
| 2.4 牛肉煮制中心温度对硬度值测量的结果 | 46 |
| 2.5 微波对煮制牛肉影响正交实验结果 | 46 |
| 2.6 牛肉煮制温度的确定 | 48 |
| 2.7 牛肉微波功率的确定 | 49 |
| 2.8 牛肉微波时间的确定 | 50 |
| 3 讨论 | 51 |
| 全文结论 | 52 |
| 参 考 文 献 | 53 |
| 附 录 | 57 |
| 致 谢 | 58 |

摘 要

本研究是对微波肉类食品的一个基础性研究，主要是研究牛肉在微波处理后，品质发生的变化，这为以后开发微波牛肉类食品提供了一个可靠的依据。内容共包括四部分，如下：

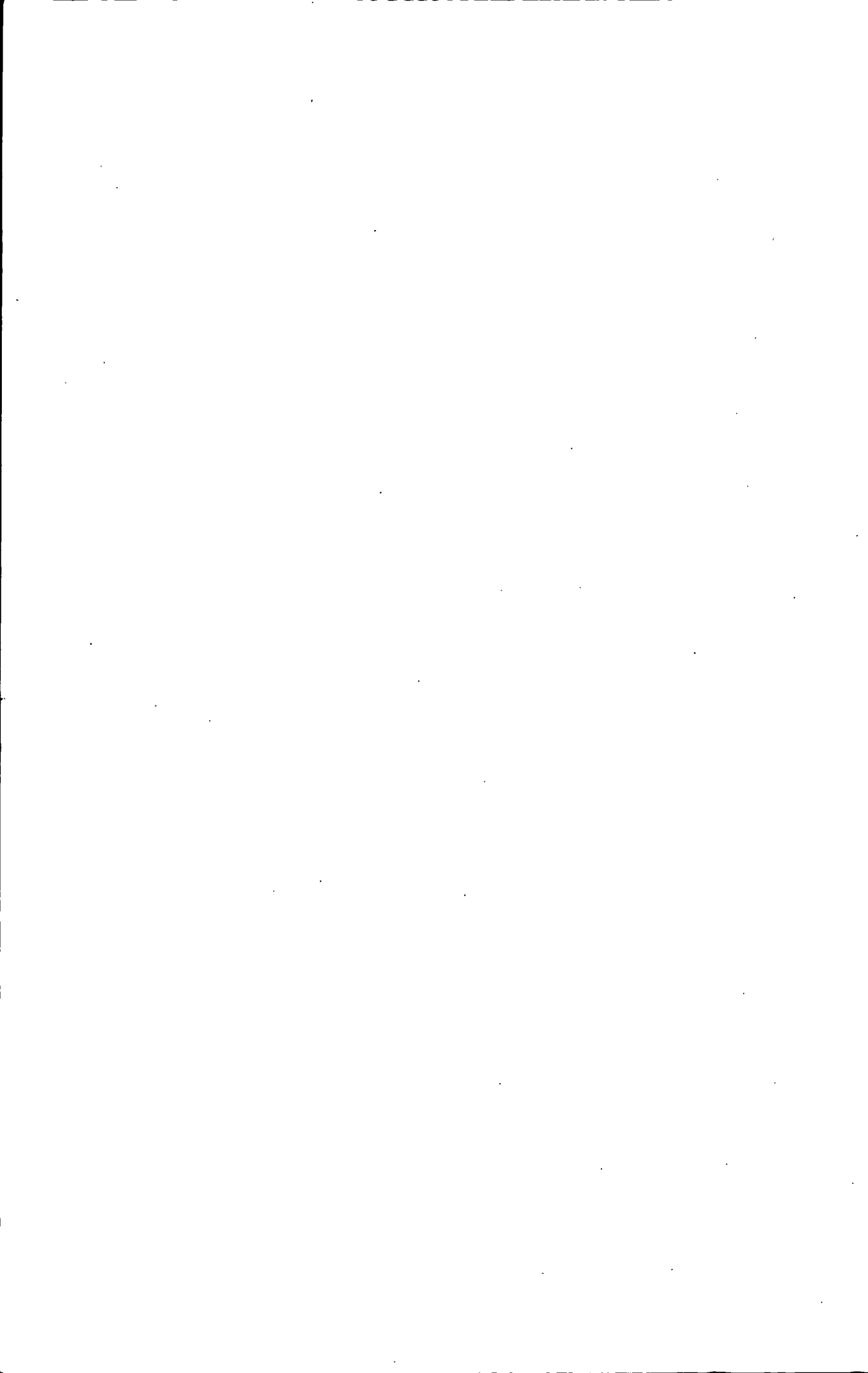
牛最长背脊肌与牛股二头肌在微波加热的过程中，水分含量和出品率随着微波时间的延长而减少，蛋白质含量逐渐增加，脂肪含量在呈现先增加后降低的趋势。通过对质构值与感官的综合比较得出用微波炉进行牛肉类食品的烹饪时，在微波功率为P-100%（高火）的条件下，更易体现牛肉的品质。

对牛最长背脊肌与牛股二头肌，在功率为P-100%，时间为60s、90s、120s的条件下进行微波处理，对其挥发性风味物质进行分析。牛肉的风味物质是极其复杂的混合物，它是由牛肉风味前体物质经降解、氧化及反应等许多复杂的化学反应而生成的，其中最重要的反应是美拉德反应和脂质降解反应。

微波时间对牛肉品质和货架期有显著的影响。随着贮藏时间的延长，牛肉肌肉PH值、硬度和感官指标呈下降趋势，而TVB-N值和肉汁渗出率呈上升趋势，总酸度大体呈现先升高后降低的趋势。微波时间在120s时贮藏能减缓核苷酸的降解、抑制微生物生长，较好地保持微波牛肉制品的品质。

先通过牛肉的煮制达到一种预熟化，然后经过微波炉的不同时间（60s、90s、120s）和不同功率（60%、80%、100%）的处理，根据质构值的测定结果结合感官评定分析可以确定微波煮制牛肉最佳条件：煮制中心温度为65℃，微波功率为80%，微波时间为120s。

关键词：牛肉；微波；品质；风味物质



ABSTRACT

This research is a basic research of microwave meats food, mainly studies the beef after microwave processing, the quality has had these changes, this has provided a reliable basis for later development microwave beef class food. The content altogether includes four parts, as follows:

During microwave heating process, The longissimus and semitendinosus' the moisture content and the product rate reduce along with the microwave time's extension, the protein content increases gradually, the tendency which the fat content after presenting increases first reduces. Obtains through the confrontation construction value and sense organ's synthesis comparison when carries on beef class food with the microwave oven the cooking, in the microwave power is P-100% (high fire) under the condition, the change manifests the beef the quality.

To longissimus and semitendinosus, in the power are P-100%, the time is 60s, 90s, under the 120s condition carries on microwave processing, carries on the analysis to its volatile flavor material. The beef flavor material is the extremely complex mixture, it is by the beef flavor precursor after the degeneration, the oxidation and the response and so on many complex chemical reactions produces, the most important response is the beautiful rad response and the lipin degradation reaction.

The microwave time has the remarkable influence to the beef quality and the shelf life. Along with stores the time the extension, the beef muscle PH value, degree of hardness and the sensory index assumes the declining trend, but the TVB-N value and the meat broth leaching rate assume the trend of escalation, the tendency which roughly after the total acidity presents elevates first, reduces. Microwave time when 120s stores can slow down the nucleotide the degeneration, to suppress the microorganism to grow, well maintains the microwave beef product the quality.

Boiling the beef first, and then after microwave oven's different time (60s, 90s, 120s) and different power (60%, 80%, 100%) processing, it may determine that the microwave boils the system beef optimum condition by the nature construction value's determination

result union sense organ evaluation analysis : Boiling center temperature is 65℃, the microwave power is 80%, the microwave time is 120s.

Key word: Beef; Microwave; Quality; Flavor

第一章 综述

微波食品是应用现代微波技术对食品原料采用科学的配比和组合预先加工成适合微波炉加热或调制,便于食用的食品,即可用微波炉加热烹制的食品(盛国华,1999;高福成等 1999)。微波食品是现代食品加工技术的结合,制造的食品及包装都有着适合微波炉加热的特点。微波加热具有迅速、省时、经济节能、保持食物原有风味和营养成分等诸多优点。随着现代家庭微波炉的普及,人们的生活节奏加快,消费者观念的改变,市场上对于可适用于微波炉加热和烹调的微波预制食品的需求日益增多,需求量也越来越大。

1 国内外微波食品研究进展

微波食品在食品分类中大致可分为三类,第一类是采用微波灭菌后,可以常温贮存的食物;第二类冷冻或冷藏的制品,食用时只需将食物进行微波解冻或加热;第三类是风味点心类微波食品。自1980年后,微波食品在发达国家发展很快,食品种类也比较繁多。日本为亚洲最大的微波食品生产国和消费国,可用微波炉加热的食品在市场上随处可见。

表 1-1 欧美市场上的常温流通微波食品

Table.1-1 Normal temperature circulation microwave food in UK and US market

| 食品公司 | 内容物 | 容器 | 容器厂 | 备注 |
|----------------|---------|-----------|--------|----------|
| Hormet 公司 | 肉、肉品、沙拉 | Omni | 国家制罐公司 | 高阻绝性杀菌容器 |
| Campbell 公司 | 鹅、牛肉汤 | Omni | 国家制罐公司 | 高阻绝性杀菌容器 |
| Del-Mont 公司 | 番茄酱 | Omni | 国家制罐公司 | 高阻绝性杀菌容器 |
| Shippam 公司 | 咖喱鸡 | Lampitray | 公司 | 高阻绝性杀菌容器 |
| Cambellsoup 公司 | 汤类 | 成形容器 | 公司 | 高阻绝性杀菌容器 |
| Cambellsoup 公司 | 汤类 | 挤出容器 | 大陆制罐公司 | 高阻绝性杀菌容器 |
| Chesebrough 公司 | 糖浆果冻 | 玻璃容器 | 公司 | 塑料隔热充添 |

台湾市场上有的微波食品有三十多种,其中包括有主食类的炒饭、炒面、烩面、馄饨、春卷、馒头、胡椒牛肉、鸡肉、牛肉面、牛肉汉堡、沙律和葱油饼等。

在我国,微波食品的生产几乎是空白,其主要是因为在过去家用微波炉普及率低,对微波食品的需求量了,但是现在随着微波炉普及率的提高,人们对微波食品的需求也上升。现在我国微波食品单一,家用微波炉在只用于加热,专门生产微波

食品的厂家几乎没有,有些冷冻食品虽标明可用微波炉加热后食用,但却没认真研究食品在微波下的变化。

表 1-2 日本市场上的微波食品

Table.1-2 microwave food in Japanese market

| 食品公司 | 内容物 | 容器 | 备注 |
|----------------|--------|--------------|---------|
| House 食品公司 | 鸡菜粥 | PP 容器 | 加水后加热 |
| 日清食品公司 | 西式面点 | PP 容器 | 加水后加热 |
| House 食品公司 | 饭类、西式点 | 高阻绝性杀菌容器 | 调味酱另外包装 |
| 可果美公司 | 饭类、西式点 | 高阻绝性杀菌容器 | 另附调味酱 |
| 味之素公司 | 虾肉米饭 | CPET 或 PP 容器 | 冷冻食品 |
| 雪印乳业公司 | 披萨 | 发热纸容器 | 冷冻食品 |
| Rockefelled 公司 | 牛肉 | CPET 容器 | 冷冻食品 |
| 帝国食品公司 | 咖喱牛肉 | PP 容器 | 冷冻食品 |

微波食品的研究也一样滞后。首先,在开发微波食品时要解决色泽、风味和包装等问题,这就取决于微波加热的特点。现在人们对食品消费已经转变,对食品的要求越来越高,更多考虑到食物的质量、健康、安全和方便,微波食品就可以正好满足这些消费要求。这就给研究带来一定的困难。

发达国家微波食品的品种,都是符合大众消费习惯的当地传统食品,所以要发展我国的微波食品首先就要结合我国的消费市场实际情况,考虑饮食结构、习惯、消费特点以及现有消费水平等,将传统的大众喜爱的食品作为重点开发的主攻方向。

2 微波热处理的利弊

微波加热和传统加热相比是有着显著差异的。食品放入微波炉中启动微波炉后,炉内充满了 2450MHz 的具偶极距的分子,因为电场的快速变换就使离子与分子发生线性碰撞摩擦与旋转震荡摩擦而产生热能。物质吸收微波能的作用可以下列方程式表示:

$$P_v = K f \epsilon^2 E$$

式中: P_v 代表单位体积所吸收的热量 (w/cm^3), $K = 5.56 \times 10^{-4}$, f 代表频率 (GHz), E 电场强度 (V/cm), ϵ 介电损失。(陈仲仁, 1999)

食品的微波加热称为“内部加热”，其优点有：加热速度快，时间短、所得产品质量高；加热过程具有自动平衡性能；设备操作简单，适应性强，且占地面积小，工作环境良好。

微波加热在加工食品的风味上也存在突出的缺陷：微波是食物从内部到表面的直接加热，风味较平淡；快速加热，升温调理时间极短，难以获得其他烹饪方法的调理感；由于食物的初始温度不同，微波炉的升温速度也不同，容易加热不均匀；油炸的食物先经冷藏后再用微波加热，有浸湿现象，失去了油炸中形成的松脆外壳。

3 牛肉在我国的利用现状

中国的食用牛大部分为黄牛和乳牛，它们肉质粗糙、口感差，并且目前我国牛肉的深加工水平低，所以提高牛肉品质和开发牛肉类微波产品是我国肉类工业发展的重大问题。就我国的牛肉就其他肉食品而言，牛肉产品的品种少、加工时间长、产品质量低等问题，尤其是肉质不佳、口感差、营养损失多，这些都阻碍了牛肉消费大众化。所以我们首先要改进食品的加工方法，使其简便化、丰富化。其次，牛肉的价值因部位不同而不同，所以在加工牛肉时，我们就要充分利用牛肉的价值以实现牛肉在加工过程中的增值(周光宏，2000)。

4 微波对食品营养的影响

如何开发出具有较高品质的牛肉类微波食品，就要充分了解微波对牛肉营养价值的影响。

4.1 微波对维生素含量的影响

因为微波加热的时间短且效率高，最大可能的保存了食品中的维生素，尤其对于热敏性维生素，如维生素 B₁、B₆、V_c等更为有效。而且维生素的保存率又因微波处理时间、食品的内部温度和产品类型不同而不同。研究显示，适合的微波加工能保留大豆中约 90%的维生素 E，这明显优于其他传统加工方法，但对 V_{B2} 具有较强的破坏 (watanabeF, 1998)。

4.2 微波对蛋白质含量的影响

微波加热对牛乳中蛋白质含量影响不大，对酱油中氨基酸态氮也没有破坏分解作用，而且微波加热还可以提高大豆蛋白的营养价值。但相对于传统得焙烤方法而言，微波焙烤的面包提高了蛋白质的营养价值。但长时间加热蛋白质会引起美拉德

反应,造成蛋白质利用率的下降。(徐恩峰、孔保华,2003)

4.3 微波对脂肪含量的影响

牛乳经微波加热可减缓脂肪的分离现象,这是因为牛乳在电磁波作用下,导致脂肪球变小,但表面积增大,脂肪球比重增加。微波加热较传统加热方式快,受热均匀,所以对油脂的破坏也小一些。另外,适当的微波加热不会影响脂肪酸的营养价值。(徐恩峰、孔保华,2003)。

4.4 微波对碳水化合物含量的影响

微波环境下,食物中的碳水化合物会发生一系列的变化,比如美拉德反应、糖降解等。微波作用下的美拉德反应产生的挥发性风味物质成分及褐变程度会发生变化。它会因 CaCl_2 、 NaCl 和 FeCl_2 等电解质的加入而增加,并且其中挥发性物质也会因环境 PH 值的不同而异(袁尔东,1999)。

4.5 微波对肉色泽的影响

微波加热和传统加热方式是不同的,微波是直接从食物的内部开始加热且加热时间短,对食物表面的色泽产生较弱影响,所以需要改善食品表面的色泽。

(NafisiMovaghar,1990)利用美拉德反应原理,使食品在微波加热中产生理想的褐变。一种方法是在微波食品的表面涂抹较低比热容的涂层,另一种方法就是在食品表面添加氨基酸或添加含氨基酸的调味料,比如还原糖或含羰基的化合物;美拉德反应促进剂;PH 调节剂等,使其直接发生反应,产生好的褐变效果(Haynes,1992)。

5 牛肉挥发性风味物质

牛肉的风味主要包括滋味和香味两大部分。滋味来源于牛肉中的呈味物质,这些物质又可按照味道的不同分为:甜味、咸味、酸味、苦味和鲜味,其中以鲜味最为重要,其中的谷胺酸钠(MSG)和肌苷酸(IMP)成分是最主要的鲜味物质,它们即赋予牛肉鲜味又增强牛肉的基本味,所以它们是鲜味剂又是风味增强剂。香味则是主要由于肉类在受热过程中产生了不饱和醛、酮,含硫化合物和一些杂环化合物等一些挥发性物质。目前在肉品食品中已经发现的挥发性物质数量已有上千种,风味物质中含硫化合物呈味的是基本肉香,羰基化合物呈味的是肉品特有的风味。脂肪烃、芳香烃、直链饱和醇、烷基酮、等含量是有限的,对肉品香味贡献不大,但内脂,不饱和醛,直链硫化物,含硫、氧、氮杂环化合物等物质是决定肉品风味的关键物

质被认为是肉的基本风味物质。在牛肉中呈味物质主要来自于硫氨酸降解,其它动物的肉品风味形成在基本风味物质形成基础上增加了脂肪氧化产物,并且各动物脂肪组成不同,所造成其肉风味也各有差异。

尽管许多的肉类风味物质可以通过加热硫氨酸或碳水化合物、胺类与硫化氢的混合物产生,但大多数被鉴定肉类风味化合物还是通过美拉德反应而形成的。Wood与Bender(1994)等人在1994年得出结论认为水煮牛肉的水溶性提取物中含有肉类风味的前体物质,并首次对水煮牛肉的水溶性提取物进行了全面的分析。他们认为:这些提取物的褐色形成与肉类风味特征是美拉德反应的结果。

大量研究表明,牛肉的风味前体物质通过加热,发生了一系列的化学反应,生成有一定挥发性和味觉特征的风味物质,赋予牛肉特殊的风味。牛肉风味前体物质在加热过程中也经历了一系列的变化;类脂和脂肪酸的氧化、脱水、脱羧等;还原糖和氨基酸的美拉德反应等,由此产生的挥发性与非挥发性成分再发生相互反应,最终形成风味化合物。

孙建军、周瑞宝(1995)等对牛肉挥发性风味成分进行了研究,研究显示,牛肉在压力水煮45分钟,其香气最佳。试验中使用SDE仪对对照组水煮牛肉、最佳条件下进行抽提,将抽提的香气成分分离成酸性、中性、碱性三部分,对各种类进行气相色谱分析,用气质联用方法对牛肉香气成分进行鉴定,在压力水煮牛肉和烤牛肉香气中分别鉴定出了26和27种化合物。陈国顺(2005)等采用了顶空固相微萃取(HS-SPEM)技术,对子午岭野家杂种猪猪肉的进行GC/MS分析其风味物质。研究显示:样品处理温度为80℃以后,能检测出化合物100多种。张春晖(2004)等采用固相微萃取-气相色谱-质谱联用分析技术对香肠挥发性物质进行了分析和峰面积相对含量测定,结果显示,发酵香肠在成熟前的主要挥发性风味成分为乙酸、丁酮、丙酮等;但是,关于微波牛肉风味物质的研究报道较少。

肉类风味物质的检测方法可以分为两个步骤:第一步是制备样品,这包括样品的前处理、风味物质的提取与浓缩。风味物质的制备、抽提方法、优缺点及适用范围详见表1-3(谭斌,2004)。

第二步为样品风味物质的分离、定性、定量分析。分离以GC最为常用,分离效果与色谱柱密切相关。填充柱和毛细管柱都可以用,但后者比前者分离效果好。检测器多为焰光光度(UV)检测器或氢火焰离子(FID),可以与质谱(MS)连用进行定

性分析。目前风味物质的鉴定方法多为 GC-MS 联用,这是鉴定风味物质最有效也是最常用的方法。通过分析 MS 图谱结合 GC 辅助可鉴定出大多数成分。

表 1-3 不同处理方法比较

Table 1-3 Comparison of different extraction methods

| 处理方法 | 检测极限 | 精确度(%)RSD | 费用 | 耗时 | 溶剂使用 | 简单性 |
|---------|------|-----------|----|-------|---------|-----|
| 吹扫捕集法 | Ppb | 1-30 | 高 | 30min | 不需 | 否 |
| 同时蒸馏萃取法 | Ppt | 3-20 | 高 | 2h | 不需 | 否 |
| 顶空法 | Ppm | — | 低 | 30min | 不需 | 是 |
| 溶液萃取法 | Ppt | 5-50 | 高 | 1h | 1000nl | 是 |
| 固液萃取法 | Ppt | 7-15 | 中等 | 30min | ≤1000nl | 是 |
| 固相萃取法 | Ppt | <1-12 | 低 | 5min | 不需 | 是 |

而本实验就来研究一下,牛肉经过微波处理以后的挥发性风味物质,具体采取 GCMS 联用仪测定不同微波时间下背脊最长肌和股二头肌挥发性风味物质,而检测则使用顶空捕集法。

6 微波处理对食品货架期的影响

杀菌技术是杀灭食品中自身的、从食品包装中带入的、在加工过程中由工作人员或者食品加工设备以及生产环境中存在的细菌,达到保持食品品质的目的,使食品具有一定的保藏期。目前,我国的灭菌技术可分为:加热灭菌、化学灭菌、辐射灭菌等。食品通常采用的灭菌方式主要有:高温灭菌、巴氏灭菌、辐射灭菌和高压灭菌,这些灭菌方式不仅使用的设备大,处理食品时间长,而且还影响了食品的风味和营养。

微波灭菌技术是近年来使用的一项灭菌技术。它不同于辐射 x、γ 射线而是一种非电离得辐射。微波与传统的加热方法相比,具有加热时间短、加热均匀和保持食品营养成分和风味等特点。所以微波灭菌技术在食品工业中越来越受到重视。

利用微波加热没有额外的热能损耗,所以它与其他灭菌技术相比节约电能。微波加热是对食品整个进行加热,加热过程在食品内外部同时进行,加热的速度快、受热也比较均匀,同时也不会产生表面过热或内生外焦现象,提高了产品的质量与等级。微波加热技术还改变了传统加热的单一加热效果,微波电磁场能使物料中的

细菌死亡或使酶活性钝化, 由此便产生了灭菌、杀虫的作用, 可实现低温杀菌, 安全卫生, 能保持食品中的营养成分和风味。微波加热具有良好的选择性, 不会产生过热现象; 微波本身不产生粉尘和余热, 可大大改善工作环境。此外, 微波技术的设备结构紧凑, 比传统工艺节省空间, 而且其工艺流程易于控制, 便于实现自动化生产。

关于微波杀菌的机理问题, 早在20世纪30年代就发表了很多研究报告。一般都认为微波的杀菌作用主要是由热效应引起的。热效应理论认为, 由于微波具有高频特性, 因此当它在介质内部起作用时, 水、蛋白质和核酸等极性分子受到交变电场的作用会剧烈震荡, 相互摩擦产生内热, 从而导致温度升高, 使微生物体内的蛋白质、核酸等分子结构变性或失活, 使菌体受到损害而死亡。有的研究者在做了大量的试验后发现, 微波除了有热效应外, 还具有某些非热效应。1965年, Olsen等人揭示了微波对镰刀霉芽孢的非热效应。他们指出, 微生物在微波场中比其他介质更易受微波的作用, 因此提出了微波杀菌机理的非热效应理论。在此基础上, 研究人员纷纷提出了不同的解释模型。从生物物理角度来解释微波的非热效应理论较易为大多数人接受, 其模型主要包括细胞膜离子通道模型、蛋白质变性模型和生物体的非热效应等。但这些解释仍处在假说阶段, 其真正作用机理仍有待进一步探讨。

1995年, Jonke 曾就微波加热的安全性做过动物试验, 结果发现微波加热和传统加热方式饲喂的小鼠之间并没有显著性的差异。PonneC. (1994)认为传统加热方式和微波加热方式的区别主要是由于产品内部温度和水含量的不同分布造成的。

微波加热可以杀灭一些腐败菌。HerveA.G(1998)经试验表明说明: 微波可以杀灭松软干酪表面的腐败微生物, 延长其货架期。利用微波对食品进行灭菌处理效果显著。可以利用微波对肉类食品进行快速的巴氏灭菌处理。在1997年张凤宽等(1997)的试验中用低复合膜真空包装羊肉, 贮藏在 $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 条件下的40天羊肉均未发生变质。贮藏60天后, 羊肉有10%发生变质而贮藏90天后则有80%的羊肉变质腐败, 所以微波灭菌技术可以有效地保持肉类食品在储藏期的品质。杨性民等(2003)通过试验证明了不同杀菌方式及贮藏时间对微波烤虾品质的影响。结果显示采用辐照杀菌能有效降低烤虾微生物含量(杨性民, 刘青梅, 2003)。

所以在本章节就来研究一下微波处理后储藏期间牛肉品质变化的研究。

7 研究目的与意义

目前,从世界范围看,用微波炉加热调理的食物已被广泛接受,在发达国家,已推出了许多用微波炉加热调理的专用包装食品:以冷冻食品、方便食品为主体的各种主餐、辅餐、零食等。这些食品是经过专业研究和特殊加工的产品。目前,国内对微波炉加热的方便食品的研究正处于起步阶段,微波炉方便食品的生产有待开发。

随着我国人民生活水平越来越高,对牛肉的需求量也越来越大,对牛肉的品质、加工和产品的多样性也提出了更高的要求。所以本文通过牛肉的质地入手,研究经过微波处理以后的牛肉品质变化,一是丰富了牛肉产品的品种;二是使低值牛肉进行了增值;三是对新型食品微波食品的工艺进行了初步研究,为以后进一步的研究做了准备。

本研究是对微波肉类食品的一个基础性研究,主要是研究牛肉在微波处理后,品质和风味发生了那些变化、微波后储藏期间品质的变化和微波煮制牛肉的最佳工艺条件,这为以后开发微波牛肉类食品提供了一个可靠的依据。

8 主要研究内容

本研究是对微波肉类食品的一个基础性研究,主要是研究牛肉在微波处理后,品质发生了那些变化,这为以后开发微波牛肉类食品提供了一个可靠的依据。内容共包括四部分,如下:

(1)牛最长背脊肌与牛股二头肌在微波加热的过程中,水分含量和出品率随着微波时间的延长而减少,蛋白质含量逐渐增加,脂肪含量在呈现先增加后降低的趋势。通过对质构值与感官的综合比较得出用微波炉进行牛肉类食品的烹饪时,在微波功率为 P-100% (高火) 的条件下,更易体现牛肉的品质。

(2)对牛最长背脊肌与牛股二头肌,在功率为 P-100%,时间为 60s、90s、120s 的条件下进行微波处理,对其挥发性风味物质进行分析。牛肉的风味物质是极其复杂的混合物,它是由牛肉风味前体物质经降解、氧化及反应等许多复杂的化学反应而生成的,其中最重要的反应是美拉德反应和脂质降解反应。

(3)微波加热可以杀灭一些腐败菌,延长其货架期,而且微波加热牛肉加热时间缩短,较好地保存了食品的风味。由于在第二章的研究内容中我们得出,在微波功率为 P-100%,微波时间 60-120s 的条件下,牛肉能更好的保持其品质特性,所以本

章内容就来探讨一下经过功率为 P-100%, 时间为 60s、90s、120s 处理后的牛肉, 7d 内品质变化情况。

(4) 先通过牛肉的煮制达到一种预熟化, 然后经过微波炉的不同时间(60s、90s、120s) 和不同功率(60%、80%、100%) 的处理, 根据质构值的测定结果结合感官评定分析确定微波煮制牛肉最佳条件。

第二章 不同微波条件对牛肉品质影响的研究

微波加热不仅影响了牛肉的内在品质如水、蛋白质、脂肪,更多的影响到了牛肉的物性。随着时间与功率的不同,同样剂量、不同部位牛肉的脆度、硬度、弹性、黏聚性、咀嚼力都会发生改变。而本章内容则是对微波肉类食品的一个基础性研究,通过微波炉的不同时间和不同功率对牛肉不同部位的处理,再对牛肉品质的变化进行研究,牛股二头肌与牛最长背脊肌,在不同时间(30s、60s、90s、120s、150s)不同功率(高火、中高火、中火)下,微波对牛肉品质的影响,其中包括:对水分、出品率、蛋白质、脂肪、色度、热变性温度、质构、感官评定的影响。这同以后开发微波肉类食品提供了准确的数据依据。

在一般家用微波率一共有 5 个可用功率:P-20%低火、P-40%中低火、P-60%中火、P-80%中高火、P-100%高火,但一般在烹饪肉类上,只使用 3 种功率,分别是:P-60%中火、P-80%中高火、P-100%高火,其中使用频率最高为 P-100%高火,所以本章内容着重对微波功率为 P-100%来进行研究探讨。

1 材料与方方法

1.1 材料

1.1.1 原料

新鲜牛背脊最长肌和牛股二头肌,购于华中农业大学菜场

微波容器:PP 微波专用塑料盒

1.1.2 主要试剂

甲醇:分析纯,国药集团化学试剂有限公司

磷酸:分析纯,天津市永大化学试剂开发中心

冰醋酸:分析纯,中国医药集团上海化学试剂公司

硫酸钾:分析纯,中国医药集团上海化学试剂公司

正戊醇:分析纯,中国医药集团上海化学试剂公司

2-硫代巴比妥酸:生化试剂,中国医药集团上海化学试剂公司

1.1.3 主要仪器:

电子天平:BL-2200H 型,北京赛多利斯天平有限公司

分析天平:BS-210型, Sartorius Instruments Ltd., 德国

电热干燥箱:HN303-45型, 上海实验仪器总厂

电热鼓风干燥箱:101-1AB型, 天津市泰斯仪器有限公司

温度数字显示控制仪:SWP-C80型, 中国香港

物性测试仪:TA-XT2i/25型, 英国 Stable Micro System 公司

微波炉:G8023DHLV-8型, 广州格兰仕有限公司

色度仪:WSC-S型, 英国

1.2 方法

1.2.1 样品准备

将购买的新鲜牛股二头肌和牛背脊最长肌,肉样剔除可视脂肪及结缔组织,切成约5 cm×5 cm×1.5 cm³大小的肉块,用滤纸吸干表面水分,放入PP材料微波专用碗中,包装立即置-4℃冰箱中冷藏,作微波处理备用。

1.2.2 样品制备

将密封好并在-4℃冷藏的样品连带容器放在G8023DHLV-8型微波炉内,分别使用P-100%(高火)、P-80%(中高火)、P-60%(中火)的不同微波功率,微波时间分别为 $t_1(30s)$ 、 $t_2(60s)$ 、 $t_3(90s)$ 、 $t_4(120s)$ 、 $t_5(150s)$,微波处理后即放入4℃冰箱中冷藏保藏24h,然后进行指标的测定。

1.2.3 出品率的测定

将处理过的肉样修去外边脂肪和淋巴组织,称重后包装,经过微波处理后,在空气中冷却致肉样中心温度为室温,用滤纸吸干肉样表面水分,称重。

出品率=处理后重量/处理前重量×100%

1.2.4 水分含量测定

105℃干燥恒重法

1.2.3 粗蛋白质含量测定

微量凯氏定氮法

1.2.4 粗脂肪含量测定

索氏抽提法

1.2.5 色差的测定

先按照间歇测试法进行色差仪的调试,然后将牛肉斩成碎块,而后将其装入样品盒中,将测试头放在样品盒上进行测定。使用 0/D 测试头,可测定物体本身的颜色和光泽及各检样之间的色度差值。L 值表示样品的亮度, a 值表示样品的红色,

1.2.6 质构的测定

采用 TPA 模式,探头为 p/36R,压缩比为 30%,探头测试前下降速度、测试速度和测试后的上升速度分别为 1.0mm /s、0.3mm /s、1.0mm /s,数据采集速度为 200 pp/s。测定的典型的质构曲线如图 2-1 所示,由质构特征曲线可得到如下参数:硬度:压缩凝胶的厚度为 30%时所达到的力,即第一个峰值对应的力 $F(\text{kg})$;弹性:图 2-1 所示时差 d_2/d_1 的比值;回弹性:图 2-1 所示面积 A_2 与 A_1 的比值;黏聚性:图 2-1 所示面积 A_3 与面积 A_1 、 A_2 之和的比值;咀嚼度: $F \times (d_2/d_1) \times [A_3 / (A_1 + A_2)]$,即为硬度、弹性与黏聚性之积。

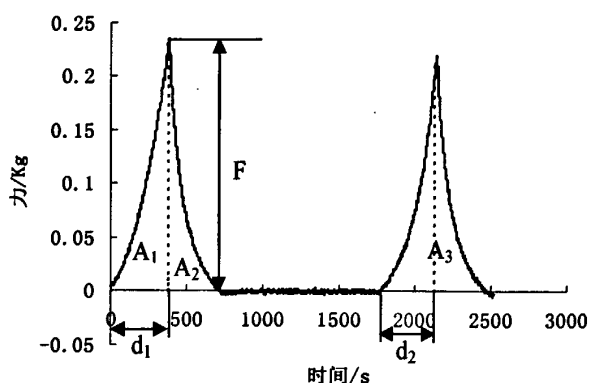


图 2-1 质构曲线图

Fig.2-1 The curve of mechanics Properties

1.2.7 感官评定

主要评定产品的色泽,口感,气味,组织状态,每项指标的最高得分为 7 分,最低为 1 分,在所有的评定表中,分别去掉一个最高分和最低分,然后计算其平均值,再利用加权法计算总分。

1.2.8 扫描电镜观察

取 $0.5\text{cm} \times 0.5\text{cm} \times 0.1\text{cm}$ 的肉样,放入 2.5%戊二醛(25%戊二醛溶液与 0.1M,

pH7.3 磷酸盐缓冲液按 1:9 体积比混合即可), 固定 24h。将样品用双蒸水清脱后, 用戊二醛-饿酸再一次进行双固定, 再用 25%, 50%, 75%, 和 100%的乙醇脱水, 100%乙醇反复洗脱 3-4 次, 每次 10 分钟左右。采用二氧化碳临界点干燥法用醋酸戊酯置换样品中的脱水剂(乙醇)。在置换的同时进行干燥。用银粉导电胶将样品固定在样品台上, 随后在高真空镀膜机内给样品表面镀一层金属膜。在扫描电镜下进行微观结构观察。

1.2.9 统计分析

试验结果用 DPS200 和 Excel 数据处理软件运行分析。

2 结果与分析

2.1 P-100%条件下不同处理时间对牛肉水分与出品率影响结果

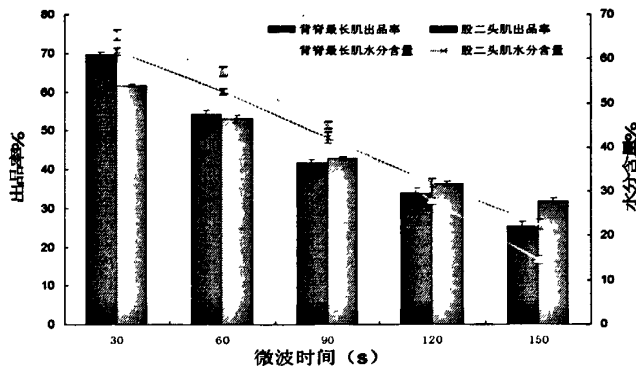


图 2-1 微波时间对牛肉水分和出品率的影响

Fig. 2-1 Variation of moisture and product rate for beef during microwave

图 2-1 表示牛背脊最长肌和牛股二头肌在微波功率为 P-100%(高火)的条件下, 水分和出品率总体是随着时间的增加而减少的趋势。由上图可以发现背脊最长肌与股二头肌都随着微波时间的延长, 水分含量显著下降($P < 0.05$)。牛背脊最长肌与牛股二头肌相比较而言, 微波时间在 30-90s 之间时, 牛背脊最长肌的水分含量高于牛股二头肌的水分含量, 在 90s 以后, 牛背脊最长肌的水分含量略低于牛股二头肌的水分含量。微波时间在 30-60s 之间时, 牛背脊最长肌的水分含量高于牛股二头肌的水分含量, 在 60s 以后, 牛背脊最长肌的出品率略低于牛股二头肌的出品率。

2.2 P-100%条件下不同处理时间对牛肉脂肪与蛋白质含量影响结果

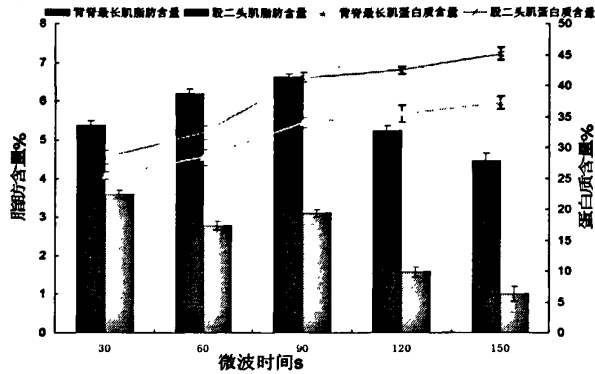


图 2-2 微波时间对牛肉的脂肪和蛋白质含量的影响

Fig. 2-2 Variation of fat and protein for beef during microwave

从图 2-2 中可以看到，牛背脊最长肌和牛股二头肌在微波功率为 P-100% (高火) 的条件下，蛋白质含量总体呈上升趋势，微波时间为 30s-90s 时，蛋白质含量显著增加 ($P < 0.05$)，但在 90s 以后则无显著变化 ($P > 0.05$)，这主要是因为牛肉中水分的流失所造成。背脊最长肌的脂肪含量高于股二头肌的脂肪含量，背脊最长肌的脂肪含量随着微波时间的增加先升高后又显著下降 ($P < 0.05$)，并在 90s 时，达到最大值。而股二头肌在 30-90s 时脂肪含量先降低后升高，当 90s 以后又显著下降 ($P < 0.05$)，这说明微波加热达到一定的时间会导致牛肉中的脂肪流失。

2.3 P-100%条件下不同处理时间对牛肉色度的影响结果

表 2-1 微波时间对牛背脊最长肌色度的影响结果

Tab.2-1 Variation of color for semitendinosus during microwave

| 微波时间 (s) | 亮度 L 值 | 红度 a 值 |
|----------|--------------|--------------|
| 0 (对照) | 40.27 ± 0.15 | 23.44 ± 0.31 |
| 30 | 38.18 ± 0.11 | 26.28 ± 0.20 |
| 60 | 37.01 ± 0.48 | 28.28 ± 0.21 |
| 90 | 32.47 ± 0.46 | 27.32 ± 0.57 |
| 120 | 29.93 ± 0.68 | 29.21 ± 0.84 |
| 150 | 27.62 ± 0.23 | 32.24 ± 0.61 |

由表 2-1 可见，牛最长背脊肌随着微波时间的增加，肉样的亮度 L 值逐渐下降，微波时间达到 90s 以及 90s 以后时，肉样亮度 L 值较对照组显著下降 ($P < 0.05$)。

30-60s 之间亮度 L 值无显著变化($P>0.05$)；肉样的红度 a 呈现一个总体上升的趋势，但在 90s 时，红度值有所下降。

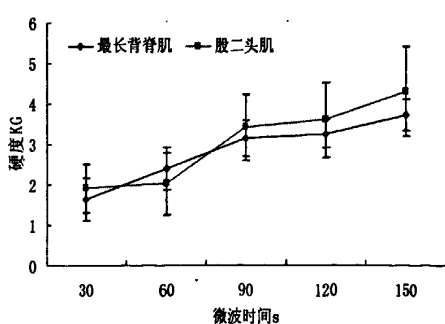
表 2-2 微波时间对牛股二头肌色度的影响结果

Tab.2-2 Variation of color for longissimus during microwave

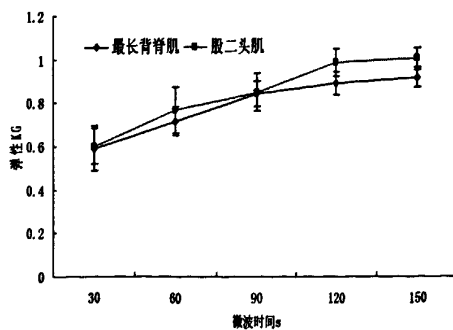
| 微波时间 (s) | 亮度 L 值 | 红度 a 值 |
|----------|------------|------------|
| 0 (对照) | 38.35±0.24 | 22.32±0.42 |
| 30 | 34.65±0.31 | 23.55±0.15 |
| 60 | 34.02±0.13 | 21.21±0.75 |
| 90 | 31.34±0.42 | 23.32±0.42 |
| 120 | 28.43±0.32 | 25.21±0.23 |
| 150 | 27.13±0.85 | 28.24±0.64 |

由表 2-2、表 2-3 可以看出，牛股二头肌亮度值 L 均高于牛最长背脊肌的，而红度值 a 这均低于牛最长背脊肌的红度值。由表 2-3 可见，牛股二头肌随着微波时间的增加，肉样的亮度 L 值逐渐下降，微波时间在 60-120s 时，肉样亮度 L 值较对照组显著下降($P<0.05$)。其他时间段亮度 L 值无显著变化($P>0.05$)；肉样的红度 a 在 120s-150s 时，红度值显著上升($P<0.05$)。

2.4 P-100%条件下不同处理时间对牛肉质构影响结果



(a)



(b)

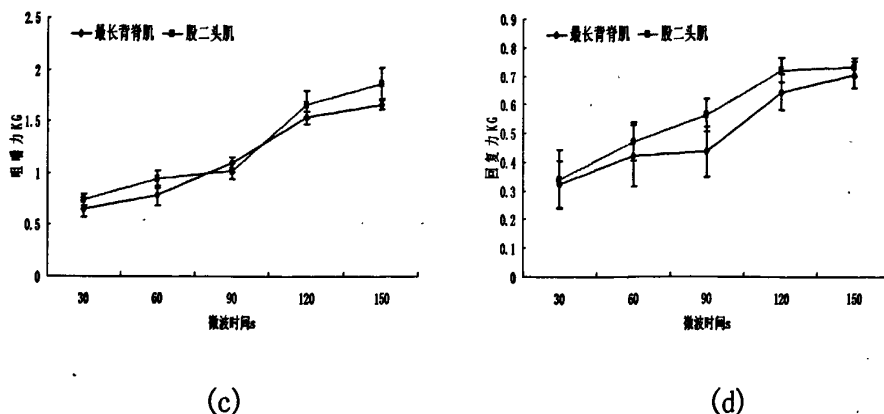


图 2-3 微波时间与质构值的关系

Fig.2-3 The relation between the time of microwave and mechanics Properties

图 2-3 是在微波功率为 P-100% 的条件下,微波时间与牛最长背脊肌与牛股二头肌质构值的关系,其中 (a) 表示的是硬度值,从中可以看出,股二头肌的硬度普遍高于最长背脊肌的,只是在微波时间 60s 的时候,股二头肌小于最长背脊肌的硬度。最长背脊肌在 30-90s 时,随微波时间的延长,硬度值显著上升($P < 0.05$),而在 90s 以后,上升趋势不显著($P > 0.05$)。股二头肌则在 60-90s 和 120-150s 这两个时间段,随时间的延长硬度值显著上升($P < 0.05$),其他时间段则无显著变化。图 (b) 表示的是弹性值,在微波处理中股二头肌的弹性普遍高于最长背脊肌的弹性,股二头肌在 30-60s 与 90-120s 时,弹性值随时间增加呈显著上升趋势($P < 0.05$),120s 以后上升平缓,最长背脊肌则在 30-90s 与 120-150s 时,弹性值显著增加($P < 0.05$),90s 以后无显著变化($P > 0.05$)。图 (c) 表示的是咀嚼力,股二头肌在 90-120s 时,咀嚼力极显著上升($P < 0.01$),而在 120s 以后趋于平缓;最长背脊肌,则在 60-120s 时随时间延长,咀嚼力显著增加($P < 0.05$)。图 (d) 表示的是回复力,在进行微波处理后,股二头肌的回复力普遍要高于最长背脊肌。最长背脊肌在 30-60s 回复力显著上升($P < 0.05$),90-120s 时回复力极显著变化($P < 0.01$);股二头肌在时间为 120s 之前,回复力显著上升($P < 0.05$),120s 以后则无显著变化。

综合分析,在微波功率为 P-100% 的条件下,肉样的微波加热关键时间为: 60s、90s、120s。

2.5 P-100%条件下不同处理时间对牛肉感官评价的影响结果

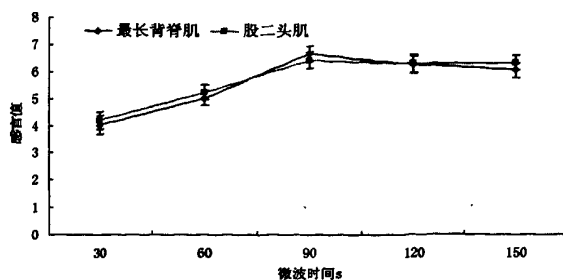


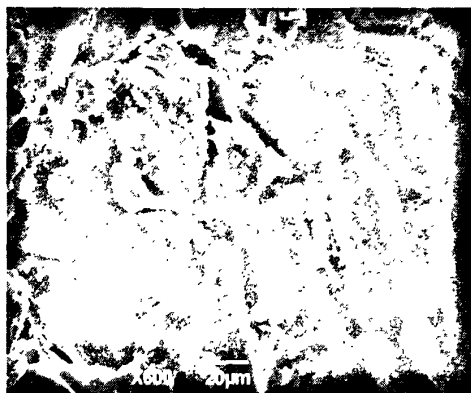
图 2-4 微波时间与牛肉感官评定的关系

Fig.2-4 sensory evaluation affected by time of microwave

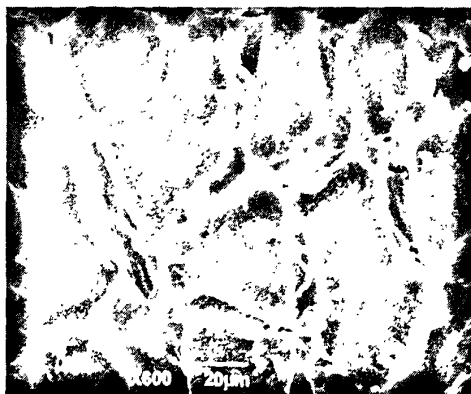
由图 2-4 可以看出，在微波功率为 P-100% 的条件下，微波时间与牛肉不同部位感官评定的关系，从图中可以看出，感官值在微波加热过程中，随着时间的延长先增加后降低，波动明显，并在 90s 时达到最大值，这主要由于微波加热时间过长，导致肉样中水分过多的流失，嫩度降低，颜色变深。

2.6 P-100%条件下不同处理时间的牛肉扫描电镜微观结构观察

股二头肌



(a) 60s



(c) 90s

最长背脊肌



(b) 60s



(d) 90s

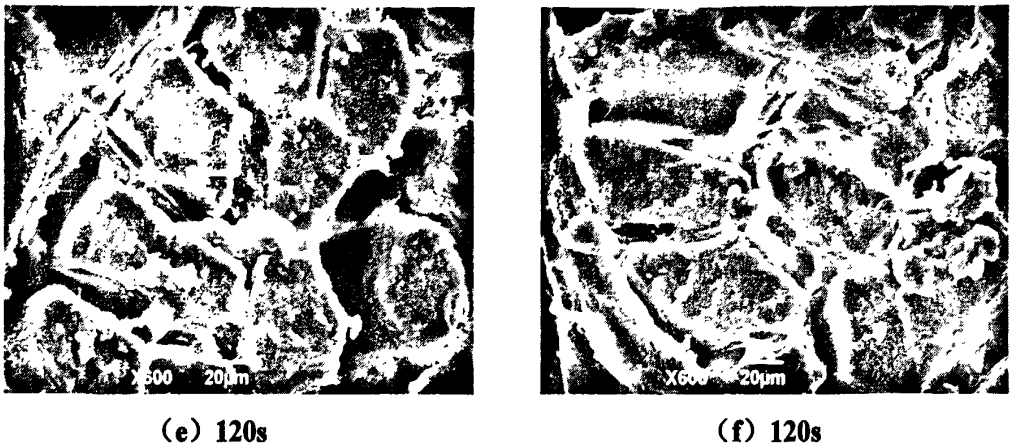


图 2-5 不同微波时间下牛肉组织学结构变化

Fig.2-5 Histological changes of beef with different microwave time

上图 2-5 表示牛肉的不同部位在微波功率为 P-100% 的条件下，牛肉肌纤维变化的扫描电镜图（放大 600 倍），其中图 2-5 左边一系列图片(a)、(c)、(e)分别表示经过不同微波时间处理的股二头肌，右边一系列图片(b)、(d)、(f)分别表示经过不同微波时间处理的最长背脊肌。股二头肌与最长背脊肌相比较而言，发现经过同样长时间的微波处理后，股二头肌的肌纤维要比背脊最长肌的肌纤维结合紧密一些，这是由于肌内膜产生的作用。微波时间为 60s 时，局部肌纤维发生收缩脱水，肌纤维与肌内膜开始分离；微波时间为 90s 时，肌纤维进一步收缩，肌内膜结构开始遭破坏，肌纤维之间产生明显的间距；微波时间为 120s 时，肌内膜内出现颗粒化，肌纤维一束束分开，肌纤维之间间隙非常大。

2.7 P-80%条件下不同处理时间对牛肉水分与出品率的影响结果

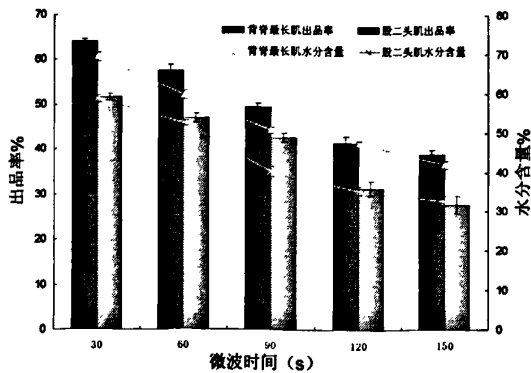


图 2-6 微波时间对牛肉不同部位的水分和出品率的影响

Fig. 2-6 Variation of moisture and product rate for beef during microwave

从图 2-6 可以看出, 在微波功率为 P-80% 的条件下, 牛背脊最长肌与股二头肌, 水分和出品率是随着微波时间的增加而降低的, 这是由于肉样在经过微波加热的过程中, 水分流失, 微波时间越长, 水分流失越严重。

2.8 P-80%条件下不同处理时间对牛肉脂肪和蛋白质含量影响结果

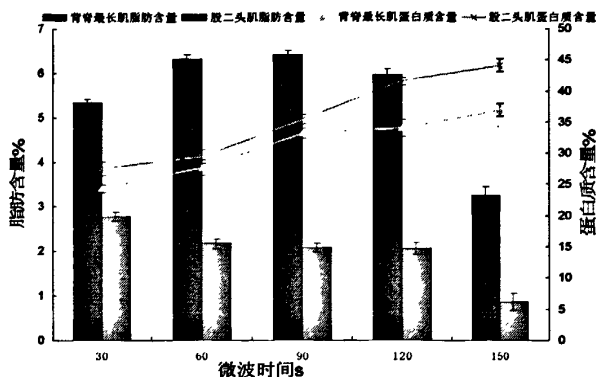


图 2-7 微波时间对牛肉不同部位的脂肪和蛋白质含量的影响

Fig. 2-7 Variation of fat and protein for beef during microwave

从图 2-7 中可以看到, 在微波功率为 P-80% 的条件下, 牛股二头肌的蛋白质含量均高于背脊最长肌的, 而两者总体都成呈上升趋势, 这主要是因为牛肉中水分的流失所造成。股二头肌在微波时间为 60s-120s 时, 蛋白质含量显著增加 ($P < 0.05$), 但在 120s 以后上升趋势趋于平缓; 背脊最长肌在 90s 之前, 蛋白质含量增加显著 ($P < 0.05$), 90s-120s 时无显著变化, 120s 以后又有增加的趋势。

背脊最长肌的脂肪含量高于股二头肌的脂肪含量, 背脊最长肌的脂肪含量随着微波时间的增加先升高后又显著下降 ($P < 0.05$), 并在 90s 时, 达到最大值。而股二头肌的脂肪含量在 30-90s 时先降低, 然后在 90-120s 时升高, 当 120s 以后又显著下降 ($P < 0.05$), 这说明微波加热达到一定的时间会导致牛肉中的脂肪流失。

2.9 P-80%条件下不同处理时间对牛肉质构的影响结果

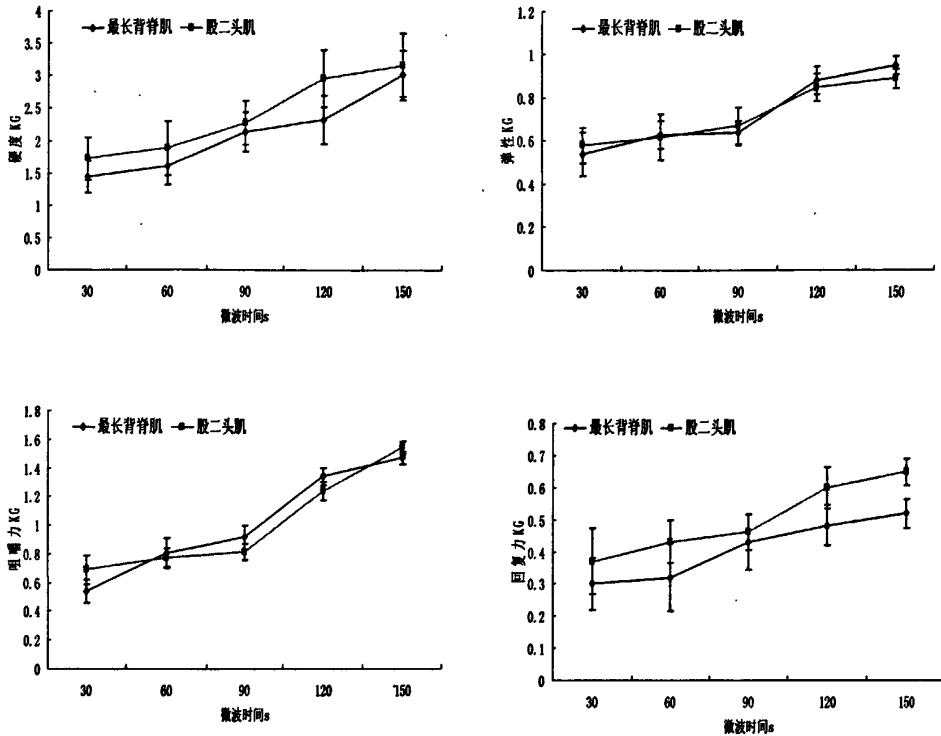


图 2-8 微波时间与质构值的关系

Fig.2-8 The relation between the time of microwave and mechanics Properties

图 2-8 是微波时间与牛最长背脊肌与牛股二头肌质构值的关系,从中可以看出,股二头肌在 60-120s 时,硬度值显著上升($P < 0.05$),而在 120s 以后趋于平缓。对于弹性值,在 90-120s 是弹性显著上升($P < 0.05$),120s 以后上升趋势平缓。在 30-90s 时,咀嚼力无显著($P > 0.05$)变化,但在 90s 以后咀嚼力显著增加($P > 0.05$)。回复力则在 90-120s 这个时间段有显著变化($P < 0.05$),其他时间则变化不显著($P > 0.05$)。最长背脊肌在 60-90s 和 120-150s 这两个时间段时,硬度值有显著变化($P < 0.05$)。在 90-120s 时随微波时间的延长,弹性值显著上升($P < 0.05$),而在 120s 以后,上升趋势平缓。时间在 30-60s 和 90-120s 时咀嚼力值显著上升($P < 0.05$),其他时间无显著变化。就回复力而言在 60-90s 这段时间里变化显著($P < 0.05$)。

2.10 P-80%条件下不同处理时间对牛肉感官品质的影响结果

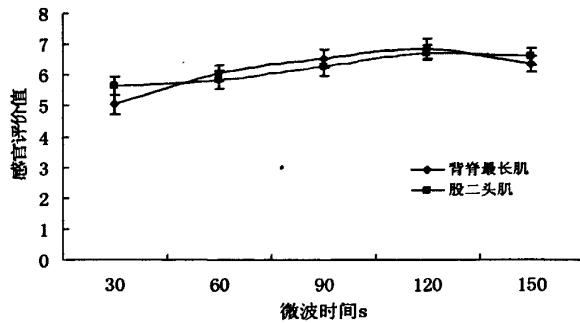


图 2-9 微波时间与牛肉感官评定的关系

Fig.2-9 sensory evaluation affected by time of microwave

由图 2-9 可以看出，微波加热过程中，最长肌的感官评价总分随微波时间的增加先升高后降低，并在 120s 时达到最大值；微波时间 60-120s 时，最长肌感官值高于股二头肌的感官值，120s 之前微波时间越长，股二头肌感官评价总分越高，在 120s 以后感官值下降，与背脊肌的情况一样，这说明微波时间为 120s 时，牛最长背脊肌与股二头肌具有最好的感官品质，而在 120s 以后，牛肉不能更好地保持其感官特性。

2.11 P-60%条件下不同处理时间对牛肉水分与出品率含量影响结果

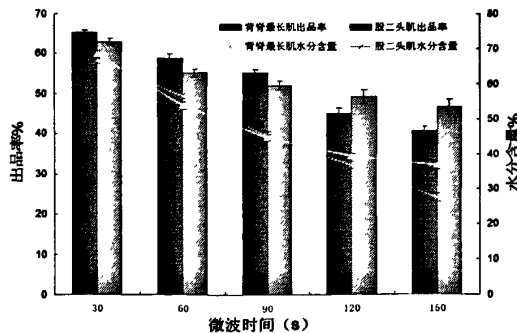


图 2-10 微波时间对牛肉不同部位的水分和出品率的影响

Fig. 2-10 Variation of moisture and product rate for beef during microwave

背脊最长肌和股二头肌在微波功率为 P-60%的条件下，水分含量和出品率总体是随着时间的延长而减少的趋势。就两者相比较而言，微波时间在 30-90s 之间时，牛背脊最长肌的水分含量高于牛股二头肌的水分含量，在 90s 以后牛背脊最长肌的水分含量略低于牛股二头肌的水分含量。微波时间在 30-60s 之间时，牛背脊最长肌的水分含量高于牛股二头肌的水分含量，在 60s 以后，牛背脊最长肌的出品率略低

于牛股二头肌的出品率。

2.12 P-60%条件下不同处理时间对牛肉脂肪和蛋白质含量影响结果

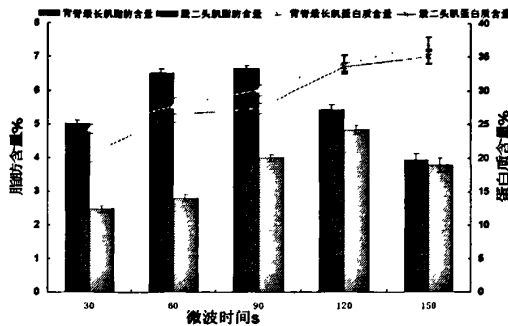


图 2-11 微波时间对牛肉不同部位的脂肪和蛋白质含量的影响

Fig. 2-11 Variation of fat and protein for beef during microwave

牛背脊最长肌和牛股二头肌在微波功率为 P-60% (中火) 的条件下, 脂肪含量和蛋白质含量总体随着时间的增加而增加, 这主要是因为牛肉中水分的流失所造成。蛋白质含量在微波时间 60s 左右的时候背脊最长肌大于股二头肌蛋白质含量, 在 30-60s 时和微波时间 90s 以后, 股二头肌蛋白质含量比背脊最长肌蛋白质含量高。

2.13 P-60%条件下不同处理时间对牛肉质构的影响结果

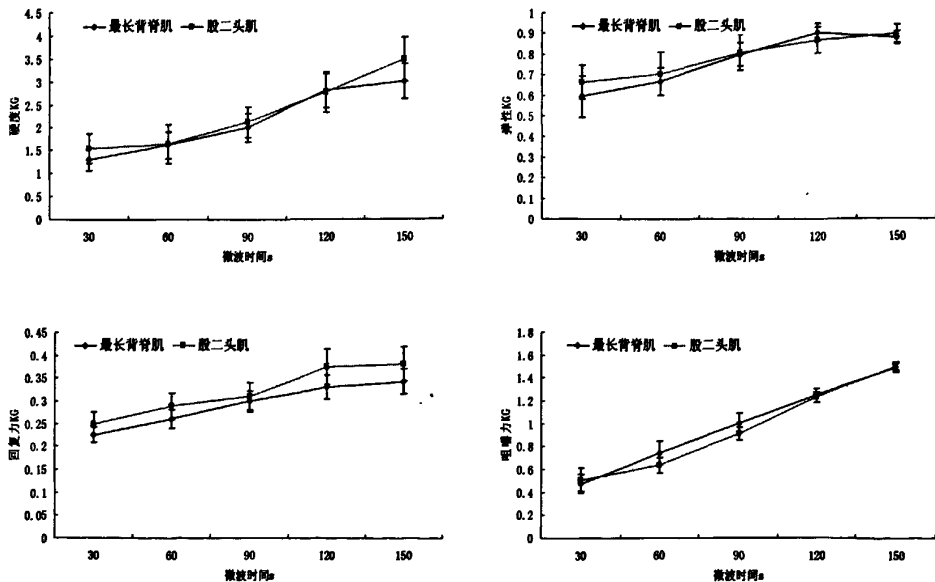


图 2-12 微波时间与质构值的关系

Fig.2-12 The relation between the time of microwave and mechanics Properties

图 2-12 是在微波功率为 P-60% 的条件下, 微波时间与牛最长背脊肌与牛股二头

肌质构值的关系,从中可以看出,背脊最长肌在 120s 之前,硬度值随着时间的延长而显著上升($P<0.05$),120s 以后无显著变化($P>0.05$)。弹性值在 120s 以前与硬度值变化一致,但 120s 以后弹性值又有所下降。回复力随着时间的延长而增加。咀嚼力则在微波加热过程中,一直显著上升($P<0.05$)。

股二头肌在 60s 以后硬度值都是显著增加的($P<0.05$)。弹性值在 60-90s 是显著增加($P<0.05$),但在 90s 以后趋于平缓。回复力在 90-120s 时显著上升($P<0.05$),但在 120s 以后无显著变化,咀嚼力在 60s 以后都是显著上升的。

综合分析说明,在微波时间 30-150s 内,微波功率 P-60%不能充分显示出牛肉的质构特性。

2.14 P-60%条件下不同处理时间对牛肉感官指标的影响结果

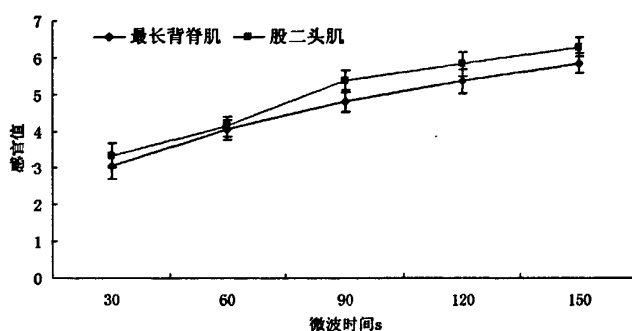


图 2-13 微波时间与牛肉感官评定的关系

Fig.2-13 sensory evaluation affected by time of microwave

图 2-13 表示在微波功率为 P-60%的条件下,微波时间与牛肉感官评定的关系,从图中看出牛最长背脊肌与股二头肌都是随微波时间的延长,感官值显著上升,并在 150s 以后还有上升的趋势,这说明在微波时间 30-150s 这个时间段内并不能表征牛肉在微波功率为 P-60%下的感官值。

3 结论与讨论

牛最长背脊肌与牛股二头肌在微波加热的过程中,水分含量和出品率随着微波时间的延长而减少的,蛋白质含量逐渐增加,这主要是由于在加热过程中,肉样水分的流失;而肉样中脂肪含量在总体呈现先增加后降低的趋势,这是因为在微波加热初期由于水分的流失导致脂肪含量的增加,但在微波加热后期,肌内脂肪发生了热融解,导致其含量明显有所下降。由于本试验中所用肉样中肌内脂肪含量相对较

低，微波的热效应导致了肉样的脂肪流失。

在微波功率为 P-100%和 P-80%的条件下，肉样的质构值在 30-150s 的时间内有很好的体现，并在微波时间为 60s、90s、120s 时，牛肉具有更好的品质。对感官评价而言，P-100%的感官值要比 P-80%要高，说明肉样在 P-100%的条件下更易被接受。而在微波功率为 P-60%的条件下，微波时间在 30-150s 时，并不能很好的表现牛肉的品质。所以相比较而言在用微波炉进行牛肉类食品的烹饪时，在微波功率为 P-100%（高火）的条件下，更易体现牛肉的品质。

肉样经微波加热后，肌纤维变性，加热温度越高，肌纤维热变性程度越大。从电镜图中看到整个加热过程中，肌纤维发生很明显的收缩（肌纤维直径），纤维之间的间隙增大，这主要是因为肌纤维内部水分的流失所致。由于肉类其中绝大部分水都存在于肌原纤维中，主要是粗丝和细丝的间隙中，肌肉水分的损失主要来源于肌原纤维体积的变化。加热过程中流出的水主要来自于肌原纤维内部（李春保，2003）。所以有此猜测当微波时间小于 60s 时，流出的水分是由于肌原纤维发生热诱导横向收缩所致；微波时间大于 90s 时，流出的水分可能是由于肌原纤维发生热诱导纵向收缩所致。加热过程中肌纤维直径的持续下降表明肌原纤维收缩造成了水分流失。

第三章 微波处理对牛肉挥发性风味物质影响的研究

牛肉的风味物质是研究最多的食品风味之一，牛肉风味物质的形成机理最基本的主要包括：(1)美拉德反应，包括糖降解；(2)碳水化合物和氨基化合物的热降解；(3)维生素尤其是硫胺素的降解（魏雅萍，丁凤焕 2009）。

牛肉的风味物质是极其复杂的混合物，它是由牛肉风味前体物质经降解、氧化等多种复杂的化学反应而生成的，其中最重要的反应是美拉德反应和脂质降解反应。本章内容主要对牛最长背脊肌与牛股二头肌，在功率为P-100%，时间为60s、90s、120s的条件下进行微波处理，所得的挥发性风味物质进行分析。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验原料

选择新鲜牛最长背脊肌与牛股二头肌，购于华中农业大学菜市场

1.1.2 主要仪器

微波炉：G8023DLV-9 型，广州格兰仕有限公司，中国

顶空固相微萃取器：SUPELCO 公司，美国

萃取头：Fiber75，美国

分析天平：BS-210 型，Sartorius Instruments Ltd.，德国

加热磁力搅拌装置：PC420，美国

气相色谱-质谱联用仪：GC/MS-QP2010，岛津，日本

色谱柱：DB-5rns，Agilent 公司，美国

1.2 方法

1.2.1 样品制备

分别取新鲜的牛背脊最长肌和牛股二头肌，去除脂肪与淋巴组织，切割成 5cm×5cm×1.5cm 大小，在微波功率为 P-100%（高火），微波时间分别为：60s、90s、120s 的条件下进行微波加热处理，得出初始肉样。

1.2.2 GCMS 测定不同微波时间下背脊最长肌和股二头肌挥发性风味物质

GC 条件设定:进样温度 250℃, 压力 35.0KPa, 柱流量 0.80mL/min,, 吹扫流量 5.0mL/min, 柱温箱 35℃, 总流量 15.0mL/min, 线速度 35.0cm/s。程序升温, 初温 35℃, 保持 10 分钟, 然后以 5℃/min 的速度升高到 120℃, 最后以 10℃/min 的速度升高到 230℃, 保持 10min, 采用分流进样模式, 分流比 10:1, 用 FID 检测器进行检测(郭辽朴, 2009)。

MS 条件设定:离子源温度 230.0℃, 接口温度 250.0℃, 溶剂延迟时间 3.0min, 开始时间 3.0min, 结束时间 41.0min, 扫描速度 650, 开始 35.0m/z, 结束 350.0m/z(郭辽朴, 2009)。

1.2.3 挥发性风味物质的顶空捕集

先将样品在 10℃左右的温度环境中绞成牛肉糜, 称取 10.0g 牛肉糜, 然后装入 50mL 得顶空萃取瓶中, 并在水浴温度 60℃下磁力搅拌 30min。进样前将萃取头老化 30min 后将萃取头插入顶空收集瓶吸附 30.0min, 取出后再插入 GCMS 的进样口 5min, 最后拔出萃取头。

1.2.4 实验数据处理

挥发性风味物质经色谱柱分离后, 由质谱的计算机数据库检索及相关程序处理, 对各挥发性成分进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同微波时间下牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

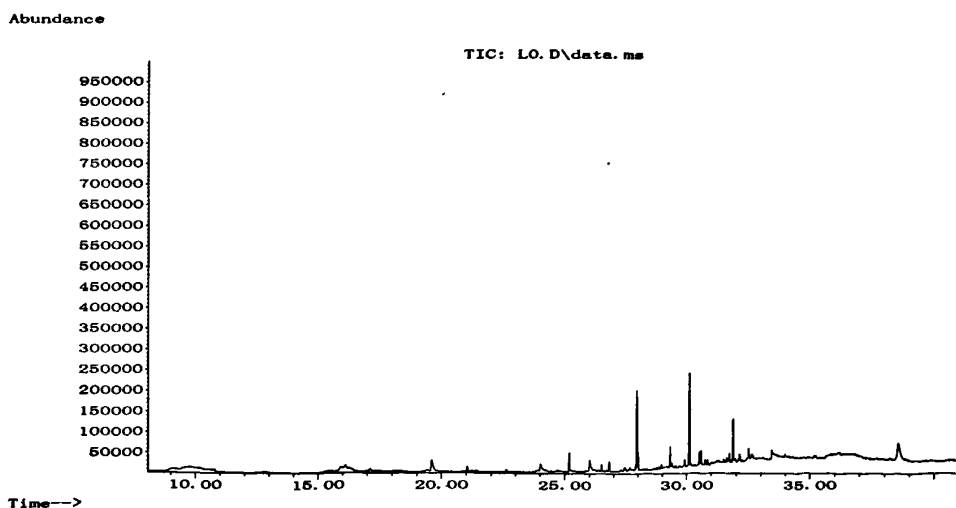


图 3-1 微波 0s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

Fig.3-1 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor compounds of longissimus for no microwave

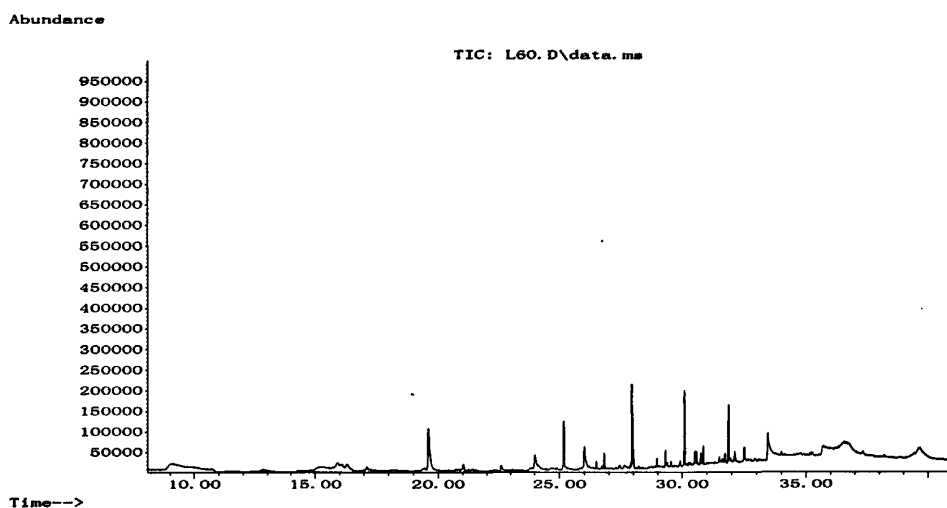


图 3-2 微波 60s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

Fig.3-2 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor compounds of longissimus microwave for 60s

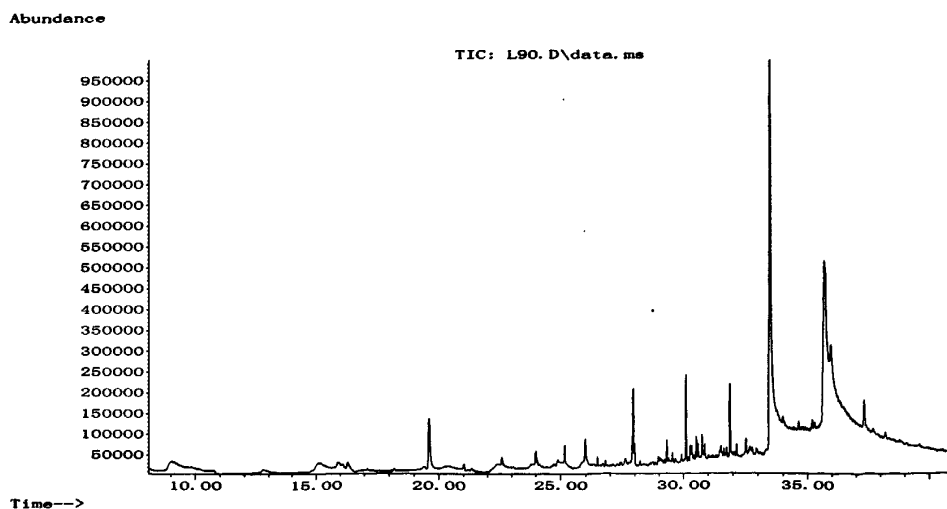


图 3-3 微波 90s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

Fig.3-3 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor compounds of longissimus microwave for 90s

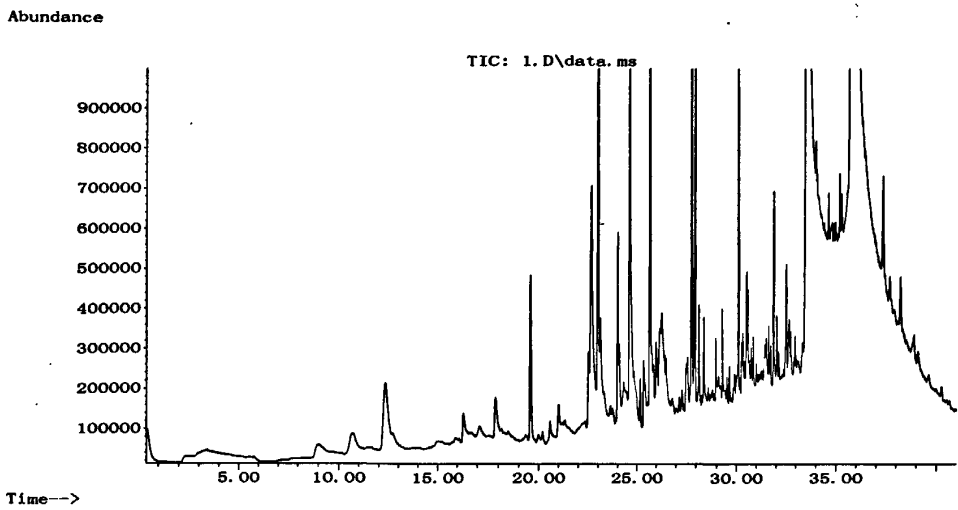


图 3-4 微波 120s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

**Fig.3-4 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor
compounds of longissimus microwave for 120s**

2.2 不同微波时间下牛股二头肌的挥发性风味物质色谱图

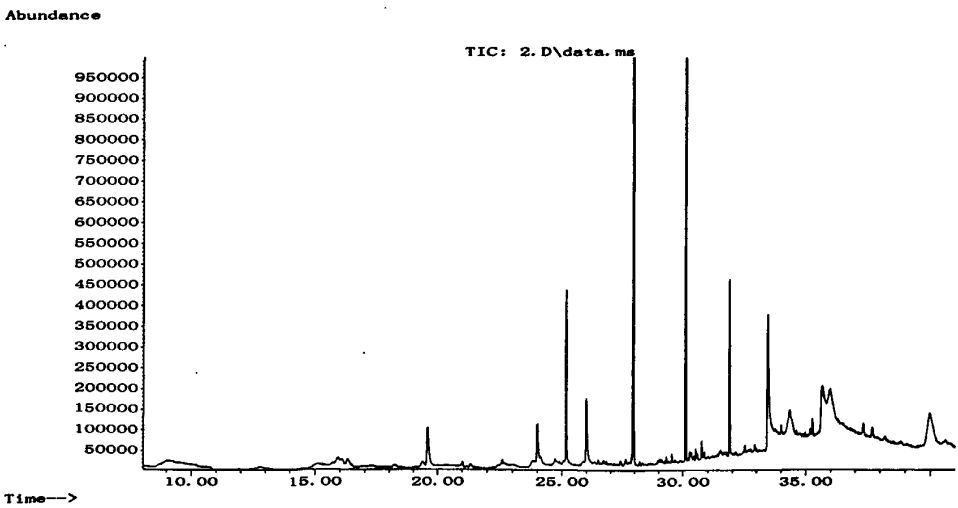


图 3-5 微波 0s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

**Fig.3-5 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor
compounds of semitendinosus for no microwave**

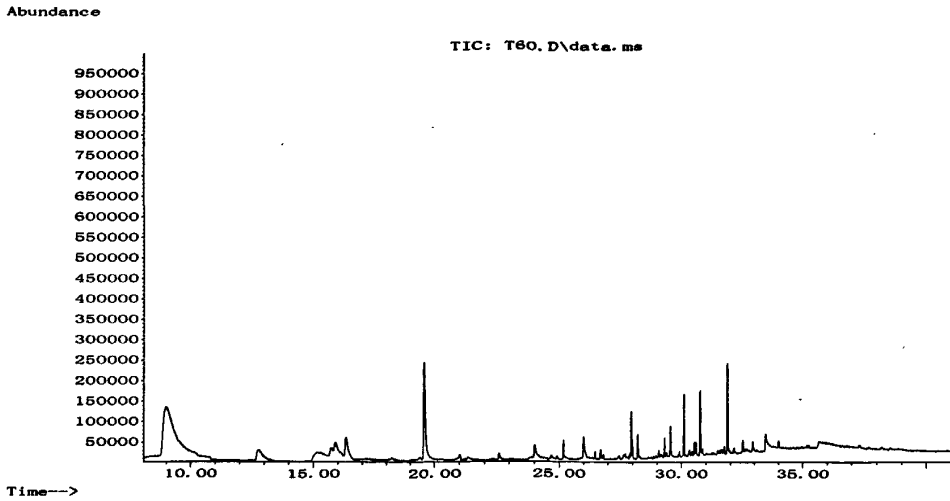


图 3-6 微波 60s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

Fig.3-6 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor compounds of semitendinosus microwave for 60s

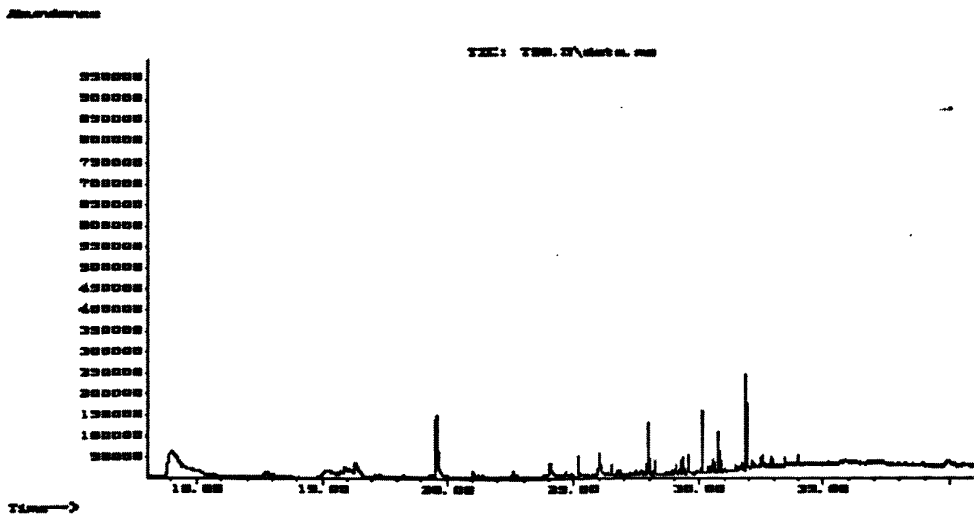


图 3-7 微波 90s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

Fig.3-7 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor compounds of semitendinosus microwave for 90s

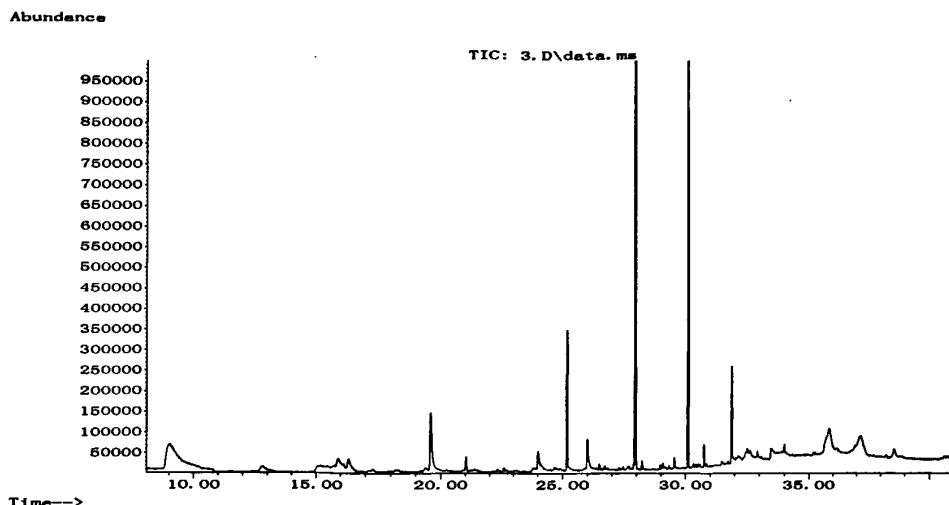


图 3-8 微波 120s 时牛最长背脊肌的挥发性风味物质色谱图

Fig.3-8 The GC/MS chromatogram of the volatile flavor compounds of semitendinosus microwave for 120s

2.3 微波处理对不同部位牛肉挥发性风味物质结果分析

通过顶空固相微萃取方式从牛最长背脊和牛股二头肌中共检测出 600 多种挥发性物质,并依据各种物质不同的结构分为 17 类物质,它们分别是烃类化合物、醛类化合物、酮类化合物、醇类化合物、酚类化合物、吡啶类、酸类化合物、酯类化合物、吡嗪类化合物、噻吩与噻唑类化合物和咪喃类化合物、噁唑类、其他杂环硫化物等。

表 3-1 样品中挥发性风味成分的化学分类

Table 3-1 Chemical classification of flavor substances in beef

| 化合物类型 | 数量 | 化合物类型 | 数量 | 化合物类型 | 数量 |
|-------|-----|---------|----|----------|----|
| 碳氮化合物 | 217 | 内酯类 | 42 | 噁唑类 | 39 |
| 醇和酚类 | 97 | 咪喃类 | 32 | 非杂环有机硫化物 | 85 |
| 醛类 | 74 | 吡啶类 | 49 | 噻吩类 | 46 |
| 酮类 | 83 | 吡嗪类 | 64 | 其他杂环硫化物 | 27 |
| 羧酸类 | 36 | 其他含氮化合物 | 37 | 其他化合物 | 10 |
| 酯类 | 67 | 噁唑类 | 23 | | |

表 3-1 所示为在试验中所检测出的化合物类型与该化合物数量,牛肉中由于不同品种的牛肉在物质组成以及不同物质含量上存在差异,在微波加热过程中,经过一系列复杂的化学反应,生成的挥发性风味物质的组成不同,通过对各类物质在微

波牛肉中所表现出的不同的感官特性以及它们在组分中的相对含量结合嗅觉判断综合比较得出:牛肉在进行微波处理以后,风味得以提升,而且微波时间越久,风味越浓,不同部位牛肉的风味也有所不同,其中牛背脊最长肌风味好好于牛股二头肌的风味。

3 结论与讨论

在牛肉的风味中发现有多种烯烃和有支链的烷等。从表3-1可看出,在牛肉的挥发性风味成分中烃类化合物最多。因为脂肪烃阈值都很高,所以这些化合物不是对微波牛肉风味有重要作用的物质,但是烷基取代苯却有着很低的阈值,所以在微波牛肉风味中,芳香烃有一定的贡献。

酯类以油香气息占主导,内酯在牛脂肪挥发性成分中较多。这些内酯有油脂香和果脂的气味。还有些不饱和的内酯在牛肉的风味中被发现,这种化合物有葱的硫化物气味。

试验中还鉴定出风味物质中有含硫化合物,它即是异味的重要来源物质也是关键的特征化合物的重要组成部分。Macleod (1987) 在文献中说明,在具有肉味风味的78种物质中,其中有7种是脂肪族含硫化合物,有65种是含硫杂环化合物,其余6种为非硫杂环化合物。

噻吩类化合物是含硫氨基酸与糖组成的美拉德反应的主要产物之一,其阈值非常低,而且多被烷基或酰基取代。试验中共测出五种噻吩类物质,四种烷基取代物,一种是酰基取代物。大多的烷基取代噻吩有烧烤洋葱的风味。噻吩基甲醛是一种具有肉香、坚果香气的风味物质。

呋喃化合物在丰富的存在于牛肉风味中,其中最多的是邻位取代物。在微波牛肉中很多其它官能团例如羰基、巯基、羟基、的呋喃化合物也在挥发性风味物质中发现,羰基取代的呋喃类化合物有:糠醛、6-甲基糠醛、甲基呋喃酮、乙酰基呋喃、和呋喃醛等。糠醛是由美拉德反应的中间体通过烯醇化进一步脱氨、脱水形成的化合物。呋喃还是美拉德反应中含量最多的挥发性风味物质成份,它主要是由糖降解形成的。糖加热形成的焦糖香主要物质就是呋喃类化合物。Christiaan (1983) 等人研究发现从牛肉汤汁中分离的物质其中就含有呋喃类化合物,并确认其是肉香的重要成份。酮类和呋喃醛化合物都具有特殊的焦香和果香。

酮与醛等含氧化合物在微波牛肉风味物质中被发现,但它们在风味中并不起主

要作用。Macleod (1998) 研究得出的 25 种重要牛肉风味化合物中, 只有 2-甲基环戊酮与 3-甲基环戊酮这两种含氧化合物。本实验测定出苯乙醛、甲基丁醛、环戊酮、丁二酮、环戊酮等醛类与酮类化合物。

吡嗪类化合物是美拉德反应形成的挥发性化合物中的一类主要化合物。这类风味物质具有烤香与坚果的香味。吡嗪形成机制的一个最重要的路线是 α -氨基酮路线: 一分子二羧基化合物与一分子氨基化合物通过糖降解缩合成 α -氨基酮, 氨基酮又通过自缩合或与另外的氨基酮的缩合为一分子二氢吡嗪, 最后被氧化而形成吡嗪。糖与氨基酸为吡嗪提供 C 和 N。美拉德反应中 $\text{pH} < 7$ 使吡嗪类化合物更易形成, 这主要是应为氨基在酸性环境下会降低反应活性。

第四章 微波处理后的牛肉在储藏期间品质变化的研究

微波加热可以杀灭一些腐败菌, 延长其货架期, 而且微波杀菌是基于食品中微生物同时受到微波热效应和非热效应的共同作用, 在极短时间内达到杀菌效果, 又不影响产品的色、香、味、形。由于在第二章的研究内容中我们得出, 在微波功率为 P-100%, 微波时间 60-120s 的条件下, 牛肉能更好的保持其品质特性, 所以本章内容就来探讨一下经过功率为 P-100%, 时间为 60s、90s、120s 处理后的牛肉, 7d 内品质变化情况。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验原料

新鲜牛背脊最长肌和牛股二头肌, 购于华中农业大学菜场

微波容器: PP 微波专用塑料盒

1.1.2 主要试剂

甲醇:分析纯, 国药集团化学试剂有限公司

磷酸:分析纯, 国药集团化学试剂有限公司

硫酸钾:分析纯, 国药集团化学试剂有限公司

1.1.3 主要仪器

台式高速离心机:TGL-16GA 型, 湖南星科科学仪器有限公司

分析天平:BS-210 型, Sartorius Instruments Ltd., 德国

恒温培养振荡器:ZHWY-2102C 型, 上海智诚有限公司

pH 计:818 型, 美国

温度数字显示控制仪:SWP-C80 型, 中国香港

物性测试仪:TA-XT2i/25 型, 英国

水浴锅:DK-98-IIA 型, 天津市泰斯特有限公司

搅拌机:HR1707BC 型, 珠海经济特区飞利浦家庭电器有限公司

微波炉:G8023DHLV-8 型, 广州格兰仕有限公司

1.2 方法

1.2.1 样品制备

分别取新鲜的牛背脊最长肌和牛股二头肌, 去除脂肪与淋巴组织, 切割成 5cm × 5cm × 1.5cm 大小, 在微波功率为 P-100% (高火), 微波时间分别为: 60s、90s、120s 的条件下进行微波加热处理, 得出初始肉样, 然后在 4℃ 的环境下, 保存 7d, 然后测量其指标

1.2.2 总酸度测定

称取绞碎的牛肉 10.0g 并用锥形瓶定容至 100mL, 振荡 30min 后过滤。取 10mL 上清液直接用 0.01mol/L 的 NaOH 标准溶液滴定。

1.2.3 pH 值测定

称取绞碎的牛肉 10.0g 并用锥形瓶定容至 100mL, 振荡 30min 后过滤。取 10mL 上清液直接用 pH 计测定。

1.2.4 肉汁渗出率测定

称取牛肉样品、包装袋及残留在包装袋内渗出的肉汁的总质量(W_1)。小心剪开包装袋, 缓慢地将袋中的牛肉取出, 称量包装袋和肉汁重量(W_2), 包装袋质量为(W_3), 然后按下式计算肉汁渗出率。肉汁渗出率= $(W_2 - W_3) / (W_1 - W_3) \times 100\%$

1.2.5 挥发性盐基氮 (TVB-N) 值测定

称取 1—5g 牛肉于 250ml 锥形瓶中, 加蒸馏水 100ml, 震荡摇匀 30min 后静置, 过滤, 上清液为样液。将水溶性胶涂于扩散皿的边缘, 在皿中央内室加入 1mL 吸收液及 1 滴混合指示液。在皿外室一侧加入 1.00mL 样液, 另一侧加入 1.00mL 饱和碳酸钾溶液, 注意勿使两液接触, 立即盖好; 密封后将皿于桌面上轻轻转动, 使样液与碱液混合, 然后于 37℃ 温箱内放置 2 小时, 揭去盖, 用盐酸或硫酸标准滴定溶液 (0.100mol/L) 滴定, 终点呈蓝紫色。同时做试剂空白试验。

$$X_{\text{挥发性盐基氮}} = [(V_{\text{HCl 体积}} - V_{\text{空白 HCl 体积}}) \times C_{\text{HCl 浓度}} \times 14 / (m_{\text{样品质量}} \times 1/100)] \times 100$$

1.2.6 质构的测定

参见第二章

1.2.7 感官评定

通过评判人员对牛肉(气味、色泽、弹性)进行评分。评价小组由 5 名人员进行评定。满分为 10 分, 0 分为最差;6 分以上为品质良好。

1.2.8 统计分析

试验结果分析用 DPS200 和 EXCEL2000 数据处理软件运行。

2 结果与分析

2.1 PH 值和总酸度的变化

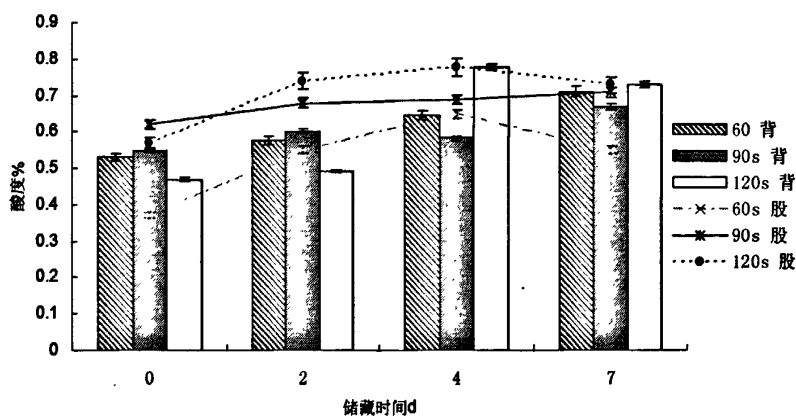


图 4-1 不同微波时间下牛肉总酸度的变化

Fig.4-1 Total acid of storage time at different microwave time

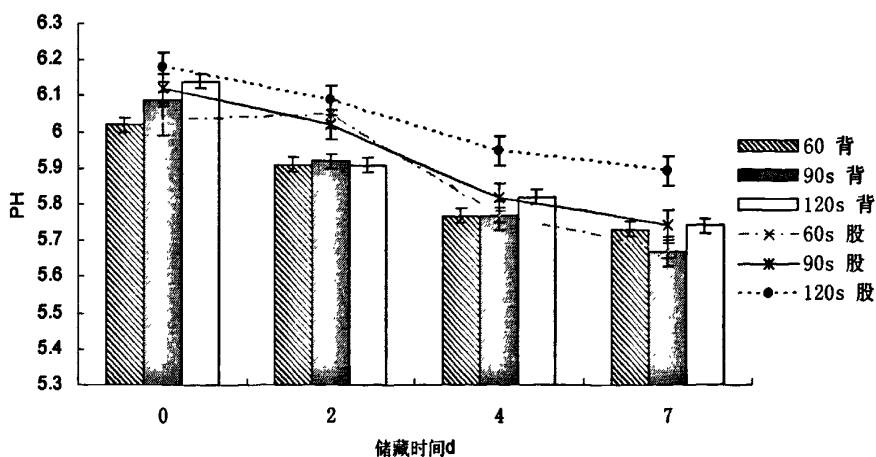


图 4-2 不同微波时间下牛肉 pH 值的变化

Fig.4-3 PH of storage time at different microwave time

微波牛肉在 4℃ 贮藏过程中, pH 值和总酸度值随时间变化的曲线见图 4-1 和图 4-2。因为在贮藏初期细菌会代谢牛肉中的糖类产酸, 致使牛肉 pH 值上升, 而在后期微生物分解牛肉中的蛋白质产生碱性的氨或胺类物质, 从而使 pH 值下降。不同微波时间贮藏的牛肉的总酸度随着微波时间的延长而下降, 微波时间越长, 增加速度越慢。

2.2 肉汁渗出率的变化

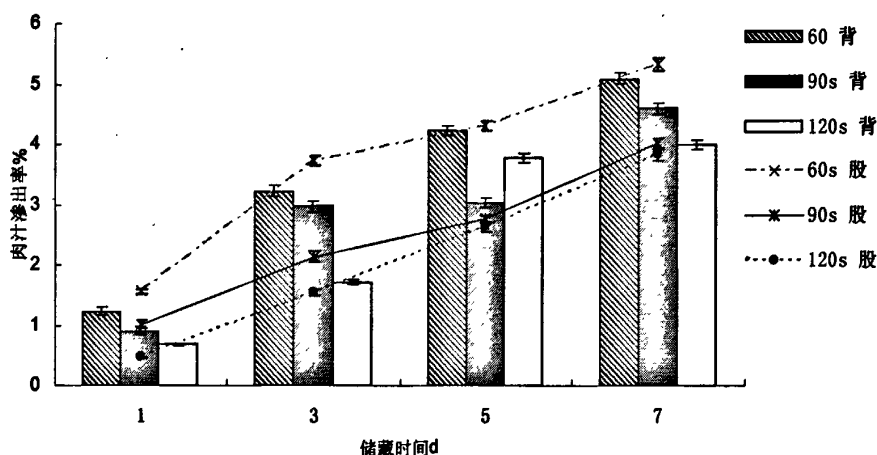


图 4-3 不同微波时间下牛肉肉汁渗出率的变化

Fig.4-3 The drop loss rate of storage time at different microwave time

肉汁渗出率反映了微波牛肉在贮藏期间汁液的流失状况。随着时间的延长, 牛肉的汁液流失的会越来越多, 牛肉的肉质变差, 气味会变大, 营养也会大量的流失。图 4-3 为微波牛肉在贮藏过程中肉汁渗出率的变化趋势。由图可知, 肉样在第 3d 的时候肉汁渗出率才有显著性变化, 并随储藏时间的延长而增大, 而且微波时间越短的肉样, 肉汁渗出率越高, 这是由于微波时间短的肉样含有更多的水分。

2.3 挥发性盐基氮 (TVB-N) 的变化

挥发性盐基氮 (TVB-N) 是由于微生物的活动使蛋白质和非蛋白质的含氮化合物降解而产生的, 是肉类新鲜度的指标之一。在不同微波时间下, 不同贮藏时间的牛肉 TVB-N 含量的测定结果见图 4-4。

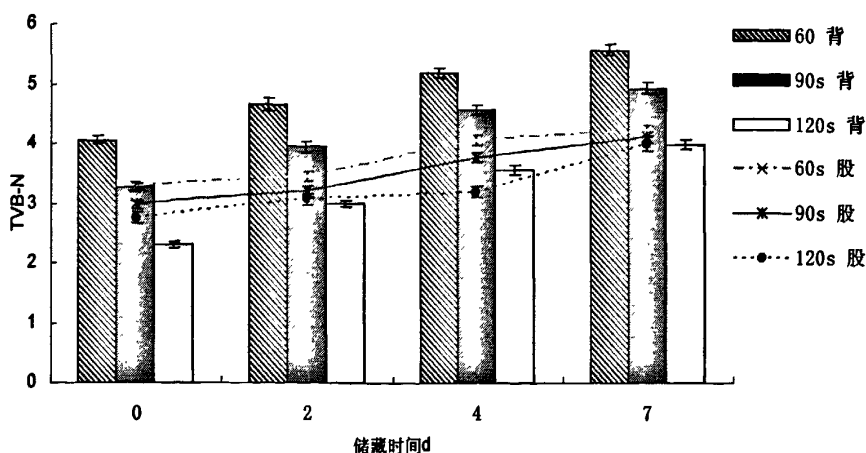


图 4-4 不同微波时间下牛肉 TVB-N 值的变化

Fig.4-4 Total volatile basic nitrogen of storage time at different microwave time

由图 4-4 可知，牛肉的 TVB-N 值随贮藏时间的延长而逐渐增大，微波时间越短其增长速度越快，货架期越短，而且背脊最长肌的 TVB-N 值普遍要比牛股二头肌的 TVB-N 值要高。牛最长背脊肌在不同的微波时间下 TVB-N 值都是稳步增加的，其中 60s 的肉样要大于其他 2 种。微波时间为 60s 和 90s 的股二头肌，在储藏 4d 时间以前，TVB-N 值增加比 120s 的要快，但在第 4 天以后 120s 的肉样 TVB-N 值陡然增加。说明微波时间为 120s 能有效地抑制牛肉中微生物和酶的作用。

2.5 肌肉质构特性的变化

不同微波时间下贮藏过程中牛肉肌肉质构特性即硬度和弹性的变化分别见图 4-5 和图 4-6。

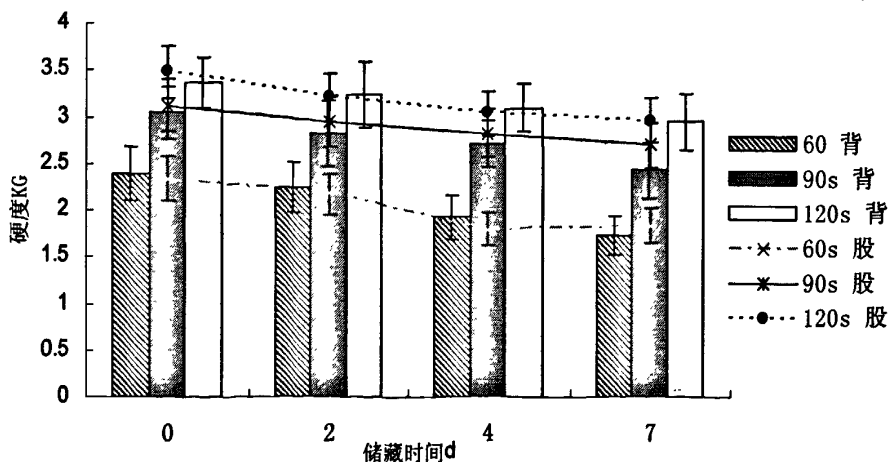


图 4-5 不同微波时间下牛肉硬度的变化

Fig.4-5 Rigidity of storage time at different microwave time

图 4-5 表示的是肉样在 7d 内硬度值的变化情况，相对比发现，微波时间为 60s 时的肉样要比 90s 和 120s 的肉样硬度值下降明显，特别在 2-4d 时变化显著，微波时间为 120s 时变化不显著；牛背脊最长肌的 90s 肉样要比股二头肌 90s 的肉样在 4-7d 中硬度值下降明显。

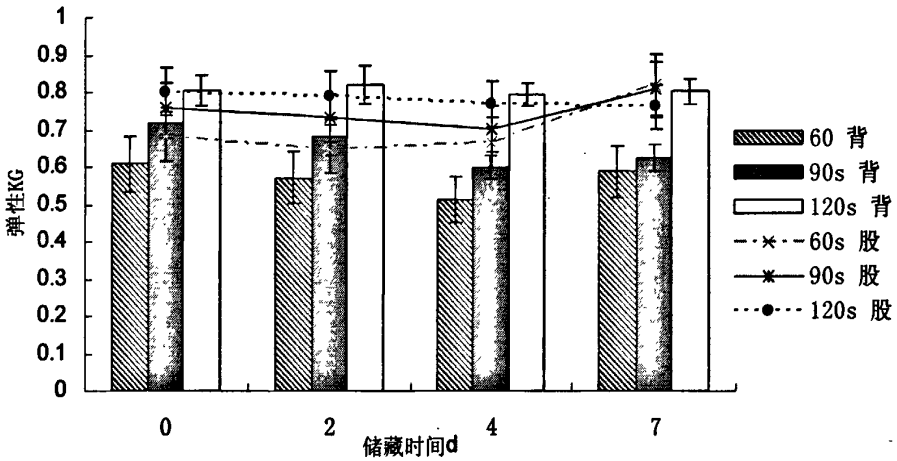


图 4-6 不同微波时间下牛肉弹性的变化

Fig.4-6 Elasticity vs. storage time at different microwave time

图 4-6 表示的是肉样在 7d 内弹性变化情况，经对比发现，微波时间为 60s 时的肉样要和 90s 的肉样弹性值都存在先下降，但在一定储藏时间以后又上升的情况，120s 的肉样这种变化不明显。特别是股二头肌 60s、90s 的肉样和背脊最长肌 60s 的肉样，在储藏第 4d 的以后弹性显著上升。

2.6 感官指标的变化

不同微波时间下贮藏过程中牛肉感官指标评定结果见图 4-7

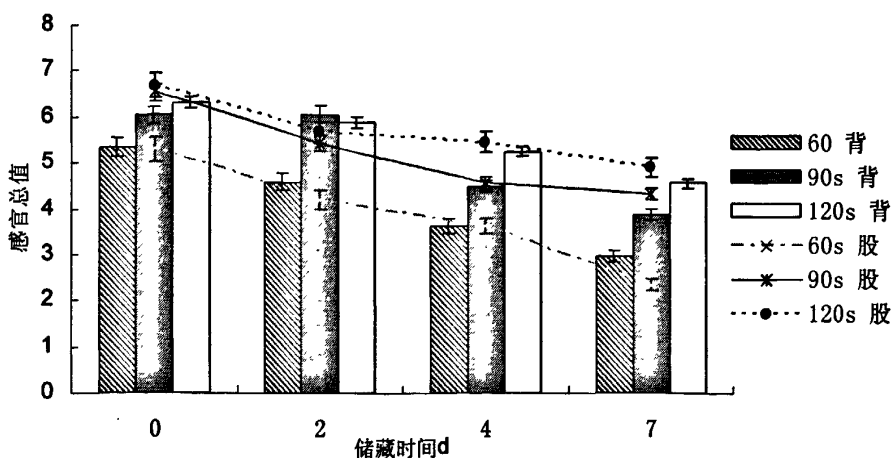


图 4-7 不同微波时间下牛肉感官指标的变化

Fig.4-7 Sensory quality vs. storage time at different microwave time

由图 4-7 可以看出, 贮藏过程中感官评价总分的总体趋势是随微波时间的延长而下降, 微波时间越长, 感官评价总值越高。在微波时间为 120s 时, 牛肉的感官评价总分下降速度比其它两种微波时间的缓慢, 说明在微波时间为 120s 时, 在 4℃ 的环境下贮藏牛肉能更好地保持感官品质。

3 结论与讨论

微波时间对牛肉品质和货架期有显著的影响。随着贮藏时间的延长, 牛肉肌肉 PH 值、硬度和感官指标呈下降趋势, 而 TVB-N 值和肉汁渗出率呈上升趋势, 总酸度大体呈现先升高后降低的趋势。微波时间在 120s 时贮藏能减缓核苷酸的降解、抑制微生物生长, 较好地保持微波牛肉制品的品质。

第五章 微波处理对煮制牛肉品质影响的研究

前言

加热是不可食肉变成可食肉的最终环节,很多学者对加热过程中肉嫩度变化进行了研究,而这一章的内容则是先通过牛肉的煮制达到一种预熟化,然后经过微波炉的不同时间和不同功率的处理,对牛肉品质的变化进行研究。在不同时间(60s、90s、120s)和不同功率(60%、80%、100%)下,微波对牛肉品质的影响,其中包括:对水分、出品率、脂肪、质构值、感官评定的影响。这同以后开发不同类型的微波肉类食品提供了准确的数据依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验原料

新鲜牛背脊最长肌,购于华中农业大学菜市场

1.1.2 主要仪器

分析天平:BS-210 型, Sartorius Instruments Ltd., 德国

电热干燥箱:HN303-45 型, 上海实验仪器总厂

电热鼓风干燥箱:101-1AB 型, 天津市泰斯仪器有限公司

温度数字显示控制仪:SWP-C80 型, 中国香港

物性测试仪:TA-XT2i/25 型, Stable Micro System 公司, 英国

微波炉:G8023DHLV-8 型, 广东省格兰仕有限公司

水浴锅:DK-98-IIA 型, 天津市泰斯特有限公司

1.2 方法

1.2.1 煮制牛肉温度的确定

选取新鲜牛最长背脊肌,在 4℃ 冰箱中冷藏 24h,切成 9 个约 5cm×5cm×2.0cm 的厚肉块。其中对照组放于室温(20℃),不加热;其他在 85℃ 水浴中分别加热到中心温度 40、50、55、60、65、70、75、80℃。加热前去除表面脂肪和淋巴组织,肉块放入蒸煮袋中,85℃ 水浴加热至设定的中心温度,用数显温度计记录肉块中心温

度的变化。当中心温度升至设定温度时，立即取出流水冷却至室温，用滤纸吸干肉样表面水分，然后进行硬度测定、水分含量测定、蒸煮损失测定、脂肪含量测定，以确定最佳煮制中心温度范围

表 5-1 蒸煮实验设计

Tab.5-1 Experimental design for cooking

| 终点温度 | 对照 | 40 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 水浴温度 | — | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| 样本数 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

1.2.2 微波功率的确定

在一般家用微波率一共有 5 个可用功率：P-20%低火、P-40%中低火、P-60%中火、P-80%中高火、P-100%高火，但一般在烹饪肉类上，只使用 3 种功率，分别是：P-60%中火、P-80%中高火、P-100%高火。

1.2.3 微波时间的确定

在第二章研究内容中，我们发现微波时间在 60s、90s、120s 时牛肉的品质能更好的得到保护。取微波时间 60s、90s、120s。

1.2.4 微波煮制牛肉的正交试验

对牛肉各种影响因素中，以煮制终点温度、微波功率、微波时间三种因素对牛肉的品质影响最为明显，设计三因素三水平试验来确定微波牛肉的最优方案。三因素为煮制终点温度（55℃、65℃、75℃）；微波功率（P-60%、P-80%、P-100%）微波时间（60s、90s、120s）。以感官评定和物性质地值为指标综合考虑选定各优方案。

表 5-2 $L_9(3^4)$ 正交试验设计因素水平表

Tab.5-2 Factors and levels of orthogonal test

| 水平 | 因素 | | |
|----|-------------|-------------|-------------|
| | A 煮制终点温度(℃) | B 微波处理功率(%) | C 微波处理时间(S) |
| 1 | 55 | 60 | 60 |
| 2 | 65 | 80 | 90 |
| 3 | 75 | 100 | 120 |

1.2.5 蒸煮损失的测定

将肉样修去外边脂肪和淋巴组织，称重后包装，置入 85℃ 恒温水浴锅中加热致肉样中心温度时取出，在流水中冷却致肉样中心温度为室温，用滤纸吸干肉样表面水分，称重。蒸煮损失 = (处理后重量 - 处理前重量) / 处理前重量 × 100%

1.2.6 水分含量测定

恒温干燥法 (GB4800-84)

1.2.7 粗脂肪含量测定

索式抽提法 (GB2906-82)

1.2.8 质构值的测定

参见第二章

1.2.9 感官评定

主要评定产品的感官嫩度、感官弹性、多汁感、颜色、气味和总可接受性（嫩度：牙齿咀嚼样品所需的力；弹性：去掉作用力后变形恢复的性质；多汁感：咀嚼时对口汁液含量的感觉；颜色：样品的视觉可接受性；总接受性：对食品可口性接受程度的项总评）每项指标的最高得分为 7 分，最低为 1 分，在所有的评定表中，分别去掉一个最高分和最低分，然后计算其平均值，再利用加权法计算总分。

1.2.10 统计分析

试验结果分析用 DPS200 和 SAS8.1 数据处理软件运行。

2 结果与分析

2.1 牛肉煮制中心温度对蒸煮损失的测定结果

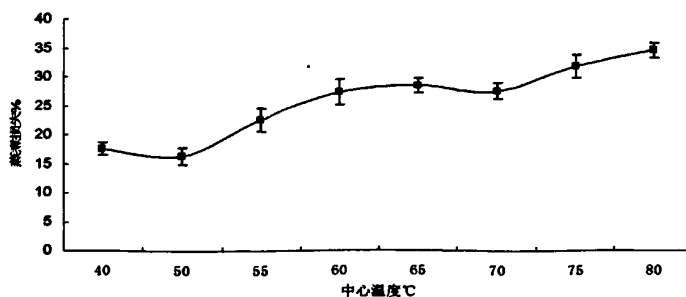


图5-1 加热温度对蒸煮损失的影响

Fig.1 Variation of cooking loss for beef semitendinosus during cooking

由图 5-1 可以看出, 在加热过程中牛肉的蒸煮损失总体上随着中心温度的升高呈先降低后升高的趋势, 在 40-50℃时, 蒸煮损失有所降低, 而在 50-65℃时, 蒸煮损失又是随着中心温度的升高而上升的, 在 60-70℃时有所下降, 70℃以后又是上升的趋势。

2.2 牛肉煮制中心温度对水分含量测定结果

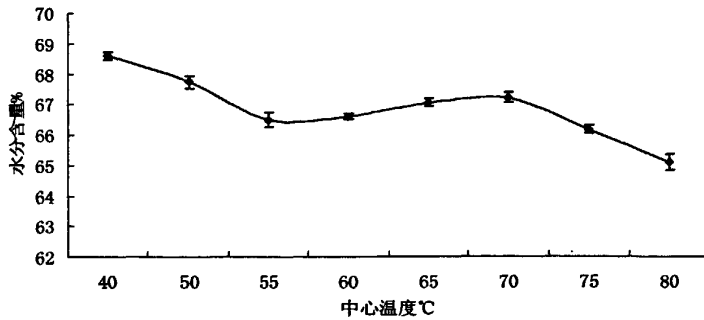


图5-2加热温度对水分含量的影响

Fig.5-2 Variation of moisture content for beef semitendinosus during cooking

由图 5-2 可见, 加热过程中, 牛肉中的水分含量总体上呈下降趋势, 主要发生在两个温度范围:40-55℃和 70-80℃。而在 55-75℃范围之间水分含量有所增加。

2.3 牛肉煮制中心温度对脂肪含量测定结果

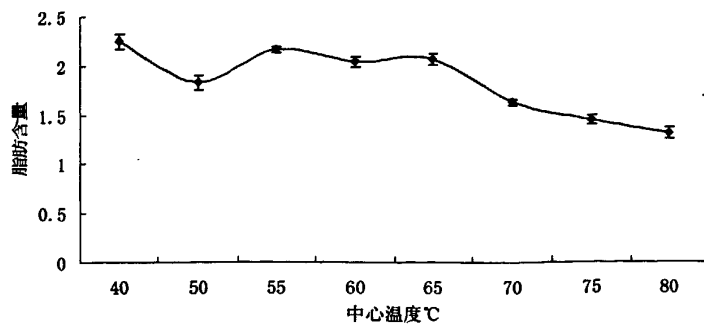


图5-3 加热温度对脂肪含量的影响

Fig. 5-3 Variation of fat content for beef semitendinosus during cooking

由图 5-3 可见, 加热过程中, 脂肪含量总体上呈先降低后增加再降低的趋势。40-50℃时, 脂肪含量降低; 而在 50-55℃之间脂肪含量又发生升高; 进而在 65-80℃之间时, 脂肪含量又明显下降 ($P < 0.05$)。脂肪含量的减少, 这主要是因为是在煮制

过程中油脂的损失。

2.4 牛肉煮制中心温度对硬度值测量的结果

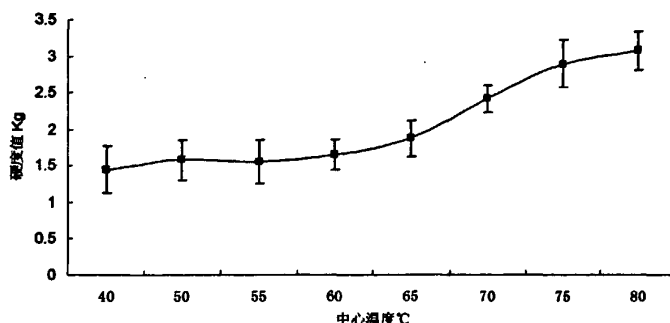


图5-4 加热温度对硬度值的影响

Fig. 5-4 Variation of Hardness for beef semitendinosus during cooking

由图 5-4 可见，总体上，牛肉硬度值随加热温度的升高而增加。40-60°C 时，硬度值变化不大，然而在中心温度 65°C 以后，硬度值明显增加，但 75-80°C 硬度值变化较小，由此可见 65°C 是关键加热温度。

2.5 微波对煮制牛肉影响正交实验结果

根据正交实验表，将实验测得的物性指标数据记录于表 5-4 中。

表 5-4 正交试验结果

Tab. 5-4 The results of orthogonal test

| 试验号 | | 硬度 | 脆性 | 凝聚力 | 弹性 | 咀嚼力 |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 1 | A ₁ B ₁ C ₁ | 6.97±0.21 | 1.54±0.24 | 0.26±0.16 | 0.751±0.23 | 1.62±0.15 |
| 2 | A ₁ B ₂ C ₂ | 6.41±1.09 | 3.71±0.22 | 0.31±0.09 | 0.71±0.21 | 1.47±0.34 |
| 3 | A ₁ B ₃ C ₃ | 4.18±0.81 | 2.52±0.42 | 0.35±0.32 | 1.13±0.13 | 0.73±0.31 |
| 4 | A ₂ B ₁ C ₂ | 5.38±1.12 | 1.78±0.39 | 0.46±0.17 | 0.83±0.26 | 1.27±0.34 |
| 5 | A ₂ B ₂ C ₃ | 5.51±0.56 | 2.81±0.34 | 0.28±0.15 | 1.27±0.17 | 1.44±0.24 |
| 6 | A ₂ B ₃ C ₁ | 6.52±0.34 | 1.61±0.41 | 0.38±0.34 | 0.99±0.15 | 1.72±0.25 |
| 7 | A ₃ B ₁ C ₃ | 4.64±0.17 | 1.59±0.61 | 0.42±0.24 | 0.89±0.24 | 1.71±0.21 |
| 8 | A ₃ B ₂ C ₁ | 7.64±0.76 | 1.78±0.31 | 0.41±0.16 | 0.62±0.25 | 1.83±0.31 |
| 9 | A ₃ B ₃ C ₂ | 6.51±0.23 | 2.64±0.16 | 0.31±0.11 | 0.79±0.12 | 1.42±0.13 |

感官评定数据列于下表 5-5

表 5-5 感官评定结果

Tab. 5-5 The result of sensory evaluation

| 试验号 | | 总接受性 | 感官嫩度 | 感官弹性 | 多汁感 | 颜色 | 气味 |
|-----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | A1B1C1 | 3.08±0.21 | 5.00±0.11 | 4.09±0.17 | 3.91±0.55 | 4.80±0.11 | 4.36±0.23 |
| 2 | A1B2C2 | 3.01±0.64 | 4.36±0.74 | 4.36±0.54 | 4.27±0.52 | 4.10±0.43 | 4.17±0.53 |
| 3 | A1B3C3 | 3.48±0.12 | 4.45±0.11 | 4.73±0.32 | 4.55±0.73 | 4.00±0.84 | 4.47±0.11 |
| 4 | A2B1C2 | 2.94±0.32 | 4.23±0.54 | 4.50±0.11 | 3.68±0.21 | 4.60±0.36 | 3.85±0.42 |
| 5 | A2B2C3 | 2.59±0.53 | 4.45±0.31 | 4.73±0.74 | 4.18±0.32 | 3.80±0.21 | 4.32±0.32 |
| 6 | A2B3C1 | 3.08±0.43 | 5.36±0.33 | 3.77±0.31 | 4.82±0.27 | 4.25±0.72 | 4.50±0.53 |
| 7 | A3B1C3 | 2.29±0.23 | 3.36±0.11 | 4.36±0.21 | 3.18±0.04 | 4.10±0.42 | 3.76±0.34 |
| 8 | A3B2C1 | 1.28±0.64 | 3.95±0.11 | 3.64±0.22 | 3.64±0.51 | 4.05±0.53 | 3.78±0.47 |
| 9 | A3B3C2 | 2.71±0.23 | 4.36±0.11 | 4.18±0.11 | 4.18±0.45 | 4.00±0.14 | 4.18±0.74 |

感官评定极差分析表如下:

表 5-6 感官评定极差分析

Tab. 5-6 Variance analysis affected by ingredients of sensory evaluation

| | | 总接受性 | 感官嫩度 | 感官弹性 | 多汁感 | 颜色 | 气味 |
|---|----------------|------|------|------|------|------|------|
| A | X ₁ | 3.15 | 4.59 | 4.38 | 4.23 | 4.29 | 4.32 |
| | X ₂ | 2.87 | 4.68 | 4.32 | 4.23 | 4.23 | 4.23 |
| | X ₃ | 2.10 | 3.90 | 4.05 | 3.66 | 4.05 | 3.90 |
| | R | 1.12 | 0.78 | 0.33 | 0.57 | 0.24 | 0.42 |
| B | X ₁ | 2.80 | 4.20 | 4.32 | 3.60 | 4.50 | 3.99 |
| | X ₂ | 2.31 | 4.26 | 4.32 | 4.02 | 3.99 | 4.08 |
| | X ₃ | 3.08 | 4.71 | 4.23 | 4.53 | 4.08 | 4.38 |
| | R | 0.77 | 0.54 | 0.09 | 0.93 | 0.51 | 0.39 |
| C | X ₁ | 2.52 | 4.77 | 3.84 | 4.11 | 4.38 | 4.20 |
| | X ₂ | 2.87 | 4.32 | 4.35 | 4.05 | 4.23 | 4.08 |
| | X ₃ | 2.80 | 4.08 | 4.62 | 3.96 | 3.96 | 4.17 |
| R | | 0.42 | 0.69 | 0.78 | 0.15 | 0.39 | 0.15 |

2.6 牛肉煮制温度的确定

根据不同因素水平下的质构值绘制煮制温度同质构值的关系图，如图5-8所示。

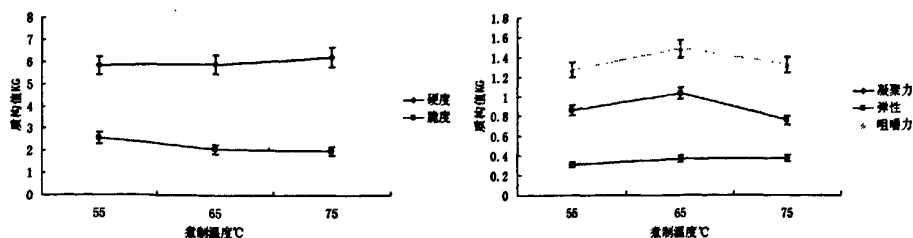


图5-8 煮制温度同质构值的关系

Fig.5-8 The relation between the temp of cook and mechanics Properties

由图5-8可知随煮制温度的升高，硬度和凝聚力增加，脆度降低，弹性、咀嚼力先增大后降低。并在65℃时达到最大。

为探讨煮制温度对牛肉质地影响的显著性，采用DPS200数据处理软件对获得的数据进行方差分析。

煮制温度对牛肉质构值影响的方差分析如表5-7所示

表5-7 煮制温度对牛肉质构值影响的方差分析表

Tab. 5-7 Variance analysis affected by ingredients of cooking temp.

| | 硬度 | 脆性 | 凝聚力 | 弹性 | 咀嚼力 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F | 0.642065 | 3.421133 | 0.409972 | 9.3623 | 0.80872 |
| Fa | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 |

由表5-5可以看出，煮制温度对牛肉弹性的影响显著 ($p < 0.05$)；此外硬度、脆性、凝聚力、耐嚼性在0.05水平上均不显著。

煮制温度对感官评定值方差分析，如表5-8所示。

表5-8 煮制温度对牛肉感官评定的方差分析表

Tab.5-8 Variance analysis of sensory evaluation affected by temp of cook

| | 总接受性 | 感官嫩度 | 多汁感 | 颜色 | 气味 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F | 18.57115 | 4.30224 | 8.18062 | 13.46154 | 13.33062 |
| Fa | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 |

由表5-8可知，煮制温度对牛肉的感官评定影响还是很大的，对感官评定的总接受性、颜色、气味在0.05的水平上具有显著性的影响。然而感官嫩度和多汁感则在

0.05水平上无显著性影响。

所以根据以上分析可以看出，如果要得到较好耐嚼性、弹性的高品质的牛肉，煮制温度为65℃。

2.7 牛肉微波功率的确定

根据不同因素水平下的质构值绘制微波功率同质构值的关系图，如图9所示。

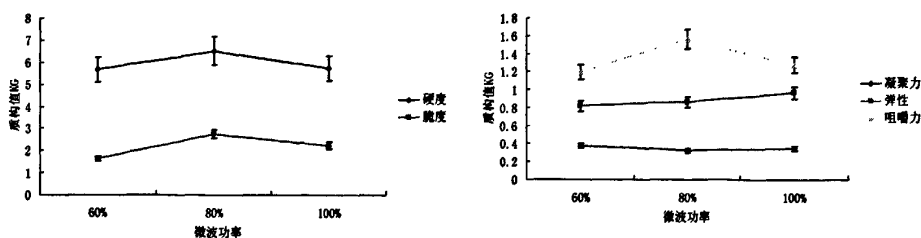


图5-9 微波功率同质构值的关系

Fig5-9 The relation between the power of microwave and mechanics Properties

由图5-9与表5-7可知，随着微波功率的升高，脆性、硬度和咀嚼力都呈现先增加后降低的趋势，其中脆性在0.05水平上变化显著，硬度和咀嚼力在0.05水平上均不显著变化；弹性与凝聚力随功率的增加，弹性呈线性增加趋势，而咀嚼力则呈线性降低的趋势，并在在0.05水平上均不显著变化。

微波功率对牛肉质构值影响的方差分析如表5-9所示

表5-9 微波功率对牛肉质构值影响的方差分析表

Tab.5-9 Variance analysis affected by ingredients of microwave power

| | 硬度 | 脆性 | 凝聚力 | 弹性 | 咀嚼力 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F | 2.272707 | 10.88407 | 0.144044 | 2.985885 | 2.835095 |
| Fa | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 |

微波功率对感官评定值方差分析，如表5-10所示。

表5-10 微波功率对牛肉感官评定的方差分析表

Tab.5-10 Variance analysis of sensory evaluation affected by microwave power

| | 总接受性 | 感官嫩度 | 多汁感 | 颜色 | 气味 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F | 9.384299 | 30.58425 | 36.2575 | 62.38462 | 13.2273 |
| Fa | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 |

如表5-10所示，微波功率对牛肉感官评价具有显著性的影响($p < 0.05$)，说明牛

肉的感官评价是由微波功率来所决定的。结合质构值极差分析表7所示，微波功率在80%的情况下，牛肉可以达到一个很好的咀嚼力、以及硬度和脆度。

2.8 牛肉微波时间的确定

根据不同因素水平下的质构值绘制微波时间同质构值的关系图，如图5-10所示。

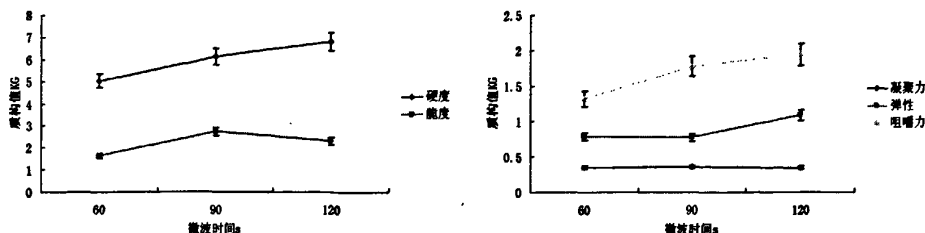


图5-10 微波时间同质构值的关系

Fig.5-10 The relation between the time of microwave and mechanics Properties

由图5-10可以看出咀嚼力、弹性、硬度的平均值呈线性上升趋势，弹性呈先下降后上升趋势，而脆度则是先上升后下降，并在90s时达到一个最大值。

微波时间对牛肉质构值影响的方差分析如表5-11所示。

表5-11 微波时间对牛肉质构值影响的方差分析表

Tab.5-11 Variance analysis affected by ingredients of time for microwave

| | 硬度 | 脆度 | 凝聚力 | 弹性 | 咀嚼力 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F | 13.06787 | 9.847586 | 0.00831 | 17.45422 | 10.60312 |
| Fa | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 |

由表5-11可以看出，在微波时间60-120s时，牛肉的硬度、脆性、弹性、咀嚼力的显著值都小于0.05，这说明该因素对牛肉的硬度、脆性、弹性、咀嚼力实验值均具有显著影响。

微波时间对感官评定值方差分析，如表5-12所示。

表5-12 微波时间对牛肉感官评定的方差分析表

Tab.5-12 Variance analysis of sensory evaluation affected by time of microwave

| | 总接受性 | 感官嫩度 | 多汁感 | 颜色 | 气味 |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| F | 2.621972 | 0.372338 | 0.9925 | 34.46154 | 2.668128 |
| Fa | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 | 9.276628 |

由表5-12可以看出，微波时间对感官总接受性、感官嫩度、多汁感和气味均没

有显著性影响, 仅对颜色影响较为显著, 说明微波时间增加了牛肉的色泽, 但对其他感官品质没有显著影响, 综合分析, 微波最佳时间为120s。

3 讨论

经过以上对各种因素的分析, 可以看出肉类体系是一个非常复杂的整体, 其中水分、脂肪、多糖等相互作用, 相互影响, 对最终牛肉制品的品质造成很大的影响。对牛肉制品的品质来说, 质地特征是最重要的方面。

从以上的试验中也可以看出来, 对牛肉的质地影响显著的是微波功率以及微波时间, 微波功率对牛肉的感官值影响是最显著的, 其对牛肉感官的所有指标都具有显著性($p < 0.05$); 但是对质构指标来说, 微波功率只对牛肉的脆性有显著影响($p < 0.05$); 在微波时间对牛肉的硬度、脆性、弹性、咀嚼力实验值均具有显著影响($p < 0.05$), 微波时间可以显著的提高牛肉硬度、脆性、弹性和咀嚼力; 煮制温度则只对牛肉的弹性影响显著($p < 0.05$); 此外硬度、脆性、凝聚力、耐嚼性在0.05水平上均不显著。

根据质构值的测定结果结合感官评定分析可以确定微波煮制牛肉最佳条件: 煮制中心温度为65℃, 微波功率为80%, 微波时间为120s。

全文结论

1. 牛最长背脊肌与牛股二头肌在微波加热的过程中, 水分含量和出品率随着微波时间的延长而减少的, 蛋白质含量逐渐增加, 这主要是由于在加热过程中, 肉样水分的流失; 而肉样中脂肪含量在总体呈现先增加后降低的趋势, 这是因为在微波加热初期由于水分的流失导致脂肪含量的增加, 但在微波加热后期, 肌内脂肪发生了热融解, 导致其含量明显有所下降。由于本试验中所用肉样中肌内脂肪含量相对较低, 微波的热效应导致了肉样的脂肪流失。在微波功率为 P-100%和 P-80%的条件下, 肉样的质构值在 30-150s 的时间内有很好的体现, 并在微波时间为 60s、90s、120s 时, 牛肉具有更好的品质。对感官评价而言, P-100%的感官值要比 P-80%要高, 说明肉样在 P-100%的条件下更易被接受。而在微波功率为 P-60%的条件下, 微波时间在 30-150s 时, 并不能很好的表现牛肉的品质。所以相比较而言在用微波炉进行牛肉类食品的烹饪时, 在微波功率为 P-100% (高火) 的条件下, 更易体现牛肉的品质。

2. 牛肉在进行微波处理的过程中, 产生大量的香味物质, 牛肉风味前体物质在微波加热过程中经历糖、氨基酸、维生素的降解; 脂肪的氧化, 美拉德反应等。产生的挥发性与非挥发性成分再发生相互反应, 得到最终的风味产物。微波牛肉的风味物质是复杂的混合物, 而不同部位的牛肉在物质组成或不同物质含量上具有差异。

3. 微波时间对牛肉品质和货架期有显著的影响。随着贮藏时间的延长, 牛肉肌肉 PH 值、硬度和感官指标呈下降趋势, 而 TVB-N 值和肉汁渗出率呈上升趋势, 总酸度大体呈现先升高后降低的趋势。微波时间在 120s 时贮藏能减缓核苷酸的降解、抑制微生物生长, 较好地保持微波牛肉制品的品质。

4. 对牛肉的质地影响显著的是微波功率以及微波时间, 微波功率对牛肉的感官值影响是最显著的, 其对牛肉感官的所有指标都具有显著性($p < 0.05$); 但是对质构指标来说, 微波功率只对牛肉的脆性有显著影响($p < 0.05$); 在微波时间对牛肉的硬度、脆性、弹性、咀嚼力实验值均具有显著影响($p < 0.05$), 微波时间可以显著的提高牛肉硬度、脆性、弹性和咀嚼力; 煮制温度则只对牛肉的弹性影响显著 ($p < 0.05$); 此外硬度、脆性、凝聚力、耐嚼性在 0.05 水平上均不显著。根据质构值的测定结果结合感官评定分析可以确定微波煮制牛肉最佳条件: 煮制中心温度为 65°C , 微波功率为 80%, 微波时间为 120s。

参 考 文 献

1. 杜红延, 季勤. 大豆蛋白的开发及其在食品工业中的应用. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 2002, 3:40-41
2. 高福成, 陈卫. 微波食品. 中国轻工业出版社, 1999
3. 洪伯铿. 不同杀菌方式对酱牛肉品质的影响. 黑龙江商学院学报(自然科学版). 1999, (12):34-36
4. 谭斌. Maillard 反应体系制备热加工牛肉风味基料的研究. 江南大学博士论文. 2005, 6
5. 王存堂, 蒋玉梅, 李鹏, 韩玲. 天祝白牦牛肉挥发性风味成分的 SPEM/ GC/ MS 测定. 甘肃农业大学学报. 2006, 12:118-121
6. 李里特. 食品物性学. 中国农业出版社, 1998
7. 肖红, 谢晶. 不同贮藏温度下冷却肉品质变化的实验研究. 冷制学报. 2009, 6 (3): 40-46
8. 徐恩峰. 牛肉微波方便食品、速冻食品的研究与开发. 东北农业大学. 2003, 6
9. 周国燕, 郭堂鹏等. 牛肉肌原纤维蛋白质生化特性在冻藏过程中的变化. 第六届全国食品冷藏大会论文集: 125-129
10. 毛羽扬. 香味调料在烹饪中的作用. 中国调味品. 2000, (2): 43-45
11. 谭斌, 丁霄霖. 肉类(牛肉) 风味化合物综述. 中国食品添加剂, 2004, (6): 75-79
12. 李春保. 牛肉肌内结缔组织变化对其嫩度影响的研究. 南京农业大学博士学位论文. 2003, 6
13. 陶菲. 用猪血制取腌肉色素及其性质和应用的研究. 东北农业大学硕士论文. 2002, 6
14. 涂顺明. 微波食品与包装的开发动向. 中国包装工业, 2000, (6):22-27
15. 吴锦铸等. 微波食品包装适用性探讨. 食品科学, 1999: 55-58
16. 吴正达. 大豆蛋白的生理功能及其在食品中的应用. 粮油食品. 2002, (2): 48-52
17. 杨卫. 冷冻调理食品的品质保证措施. 冷饮与速冻食品工业. 2000, (3): 30-36
18. 殷小梅等. 可食用涂层在微波食品中的应用. 食品工业. 1998, (4): 36-42

19. 余善鸿. 浅谈冻蔬菜的品质优化冷饮与速冻食品工业月刊 1997, (1): 34-36
20. 袁尔东, 郑建仙. 微波技术影响食品营养成分的研究进展. 食品工业, 1999. (6): 38-39
21. 张丙扬. 冷冻食品之品质控制. 食品工业月刊(台). 2000.
22. 张正明. 冷藏即食食品之卫生安全探讨. 食品工业月刊(台). 2002.
23. Gunther Ohloff, Ivon Flament. Heterocyclic constituents of meat aroma. *Heterocycles*. 1978, 11, 663 - 695
24. A. E. Wasserman. Symposium on meat flavor chemical basis for meat flavor, a review. *Food Sci.* 1979, 44 (1), 6-11
25. Fors, S. Sensory properties of volatile Maillard reaction products and related compounds. In *The Maillard reaction in foods and nutrition*. Waller, G.R., Feather, M.S, Eds American Chemical Society: Washing, DC, 1983, 285 - 286
26. G. Macleod. The flavour of beef, In *Flavor of meat, meat products and seafoods*; Shahidi, F, Ed; Blackie Academic & Professional, New York, 1998, 27-60.
27. A. Serrano, J. Librelotto. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. *Meat Science* 77 (2007) 304 - 313
28. Sankaran Durairaj, Tanmay Basak. A new microwave processing strategy for food-ceramic composite layer confined within ceramic plates. *Food Research International* 42 (2009) 254 - 270
29. Sankaran Durairaj, Amrita Chaudhary. Efficient microwave heating of discrete food samples layered with ceramic composites. *Journal of Food Engineering* 95 (2009) 62 - 75
30. B.O.T. IFESAN, S. SIRIPONGVUTIKORN, N. Evaluation of the Ability of Eleutherine americana Crude Extract as Natural Food Additive in Cooked Pork. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*, 2009, 74:352-357
31. MARZENA DANOWSKA-OZIEWICZ. The influence of cooking method on the quality of pork patties.
32. Vasudev Garg, S.K. Mendiratta. Studies on tenderization and preparation of

- enrobed pork chunks in microwave oven. *Meat Science* 74 (2006) 718 - 726
33. H. Schubert and M. Regier .Novel and Traditional Microwave Applications in the Food Industry
 34. Edvard Mikhailovich Barkhudarov .Killing bacteria present on surfaces in films or in droplets using microwave UV lamps. *World J Microbiol Biotechnol*,2007
 35. L. Nanni Costa¹, D.P. Lo Fiego.Effect of Resting Time of Pigs and Pre-Chilling Time of Thighs on the Veining Defect of Parma Dry-Cured Ham. *Veterinary Research Communications*, 29(Suppl. 2) (2005) 375-377
 36. Almudena Soriano Perez,Antonia Garc_a Ruiz.Influence of crossbreed on the degradation of myofibrillar proteins and on the cathepsin B+L activity in dry cured hams, *Eur Food Res Technol* (2003) 217:93 - 99
 37. Torsten Paarup Juan Carlos Nieto Microbiological and physico-chemical characterisation of deep spoilage in Spanish dry-cured hams and characterisation of isolated Enterobacteriaceae with regard to salt and temperature tolerance. *Eur Food Res Technol* (1999) 209 :366-371
 38. Sancho B.Mara-Dolores Gil The effect of using PSE meat in the manufacture of dry-cured ham. *Z Lebensm Unters Forsch A* (1998) 206: 88-93
 39. William L. Portera Modification of Maillard Browning in a Microwaved Glucose/Glycine Model System by Water-Soluble Natural Antioxidants and Foods Containing Them.MODIFICATION OF MAILLARD BROWNING IN A MICROWAVED MODEL SYSTEM.2006:697-706
 40. Petra Krystek Rob Ritsema Mercury speciation in thawed out and refrozen fish samples by gas chromatography coupled to inductively coupled plasma mass spectrometry and atomic fluorescence spectroscopy. *Anal Bioanal Chem* (2005) 381: 354-359
 41. Fozia Anjuma, Farooq Anwar Microwave Roasting Effects on the Physico-chemical Composition and Oxidative Stability of Sunflower Seed Oil. *Veterinary Research Communications*, 29(Suppl. 2) (2006) 776-784
 42. R. M. Garcia-Rey,R. Quiles-Zafra. New methods for acceleration of meat sample

- preparation prior to determination of the metal content by atomic absorption spectrometry. *Anal Bioanal Chem* (2003) 377 : 316–321
43. Daniel Sánchez-Rodas, José Luis Gómez-Ariza. Development of a rapid extraction procedure for speciation of arsenic in chicken meat. *Anal Bioanal Chem* (2006) 385: 1172–1177
44. Ana Conchillo · Diana Ansorena. Use of microwave in chicken breast and application of different storage conditions: consequences on oxidation. *Eur Food Res Technol* (2005) 221: 592–596
45. E. Jamin & S. Chevolleau Assessment of metastable atom bombardment (MAB) ionization mass spectrometry for the fast determination of heterocyclic aromatic amines in cooked meat. *Anal Bioanal Chem* (2007) 387:2931–2941
46. T. Ronan Gormley, Tanja Neumann . Taurine content of raw and processed fish fillets/portions. *Eur Food Res Technol* (2007) 225:837–842
47. Jean-Louis Damez , Sylvie Clerjon. Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science* 80 (2008) 132–149
48. C. Vasanthi, V. Venkataramanujam, K. Dushyanthan. Effect of cooking temperature and time on the physico-chemical, histological and sensory properties of female carabeef (buffalo) meat. *Meat Science* 76 (2007) 274–280
49. Madhuchhanda Bhattacharya, Tanmay Basak. On the analysis of microwave power and heating characteristics for food processing: Asymptotes and resonances. *Food Research International* 39 (2006) 1046–1057
50. Krister Thuresson and Björn Lindman. Effect of Hydrophobic Modification of a Nonionic Cellulose Derivative on the Interaction with Surfactants. *Phase Behavior and Association. J. Phys. Chem. B* 1997, 101, 6460-6468
51. Souzan Saad Latif Abd El-Alim, 1 Andrea Lugas i. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. *J Sci Food Agric* 79:277.285 (1999)

附 录

发表文章情况:

周琪, 马美湖. 微波处理对煮制牛肉品质影响的研究. 肉类研究, 2010 (4): 69-74

致 谢

本论文从选题、技术路线的设计、技术细节的实施到试验结果的分析 and 论文的撰写都是在导师马美湖教授的悉心指导下完成的。导师严谨的治学精神、求真的科研态度和务实作风都使我受益匪浅,将对我今后的工作和学习产生极为重要的影响。值此论文完成之际,谨向导师表达我最诚挚的感谢!

论文实验的立题、设计和顺利完成,离不开教研组李斌教授、赵思明教授、谢笔钧教授的指点;也很大程度上得益与本实验室刘丽莉师姐、付雯雯、蔡丽华、谭贝妮、黄丹、王晓玲、李浩丽、于海芬、李涛、周艳华、付星、方端、李彦坡、王文涛、石宝琴等同门的热情帮助和指导。同时,论文的开展得到了潘思轶老师实验室研究生的大力协助在此一并感谢。

学业的完成与亲人的鼓励和支持是分不开的。在此,向多年来一直关心和支持我的父母表示最真诚的感谢!感谢父母的一贯支持和无微不至的关怀!正是他们的理解、鼓励、支持和帮助,才使我全身心投入学习,顺利完成我的学业。

三年华农,懵懂初成,这成长中的段段历程都一直有食品学院诸老师的支持和鼓励,是他们给了我努力交上满意的研究生答卷的机会和勇气。

2010年3月于华农