

传统中式牛肉干生产过程中 蛋白质流失情况分析

程传波^{1,2}, 朱秋劲^{1,3,*}, 夏先林⁴, 杨 琴¹

(1. 贵州大学生命科学学院食品系, 贵州 贵阳 550025; 2. 修文县食品药品监督管理局, 贵州 修文 550200;
3. 国家牛肉加工技术研发分中心, 贵州 惠水 550600; 4. 贵州大学动物科学学院动物科学系, 贵州 贵阳 550025)

摘 要: 以牛肉为原料, 调查自然解冻、微波解冻、流水解冻方法对蛋白质流失的影响。针对中式传统牛肉干预煮工艺, 采用正交试验设计探讨了不同解冻方式、预煮时间、肉块大小和水料比对预煮后牛肉粗蛋白含量的影响, 并测定了预煮液中固形物和粗蛋白的含量。结果显示: 牛肉粗蛋白含量为 20.64%, 在解冻和预煮环节蛋白质流失分别为 1.42%、5.95%; 牛肉在加工过程中蛋白质流失情况总体为 1.53g/100g, 流失蛋白质占总蛋白量的 7.37%; 采用微波解冻的方法, 预煮 60min 的蛋白质流失最少, 可使预煮后牛肉蛋白质含量损失最小; 牛肉预煮液中蛋白质的含量为 1.03g/100ml, 固形物含量为 2.08g/100ml。

关键词: 牛肉干; 解冻; 预煮液; 含氮浸出物; 蛋白质

Protein-losing Analysis of Beef Jerky during Traditional Preparation

CHENG Chuan-bo^{1,2}, ZHU Qiu-jin^{1,3,*}, XIA Xian-lin⁴, YANG Qin¹

(1. Department of Food Nutrition and Safety, College of Life Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. Xiuwen Food and Drug Administration, Xiuwen 550200, China; 3. National Beef Processing Technology R&D Sub-centre, Huishui 550600, China; 4. Department of Animal Science, College of Animal Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to investigate effects of natural thawing, microwave thawing and water thawing on protein-losing, protein content in beef was determined during traditional preparation processing such as different thawing styles, pre-cooking times, meat loaf sizes, and water-material ratios. Crude protein in beef was determined to be 20.64%. Protein loss was 1.42%, 5.95% and 7.37% during thawing, pre-cooking and preparation processes, respectively. The lowest protein loss was observed in beef through microwave thawing and 60 min of pre-cooking. Through this treatment, protein amount and solid residue in pre-cooking soup were 1.03 g/100ml and 2.08 g/100ml, respectively.

Key words: beef jerky; thawing; pre-cooking soup; nitrite extraction; protein

中图分类号: TS251.52

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)23-0022-05

牛肉干或猪肉干生产在我国具有悠久的历史, 每年的消费量大、成熟稳定, 大众广为接受。全国每年牛肉干生产量有 56000t, 创产值 68 亿元, 原料牛肉使用达到 21 万 t^[1]。而预煮环节是传统中式肉干产品必需工艺, 按照目前传统的预煮液倾倒方式, 将近有来自 315000t 肉中的 5000~7350t 干物质被浪费, 间接经济损失达到 10 亿元人民币。此外, 还会造成环境污染, 如

果加之解冻流失成份, 其损失更加惊人。

作为具有提升肌肉力量、改善新陈代谢和增进健康作用^[2]的牛肉蛋白质理应成为关注对象, 而且占肌肉组织近 20% 的牛肉蛋白质是构成肉制品的结构成分^[3], 是检测肉质量的关键指标^[4-5]。一些研究显示: 解冻和热效应是导致肉类蛋白质流失的重要环节, 如肌肉肌节收缩导致的滴水损失^[6]和解冻温度对解冻收缩的影响^[7]已

收稿日期: 2009-07-13

基金项目: “十一五” 国家科技支撑计划项目(2007BAD53B03); 贵州省农业攻关项目(黔科合 NY 字 2008-3030 号);

贵州大学博士基金项目(2007-036)

作者简介: 程传波(1982—), 男, 硕士, 主要从事食品与检验技术研究。E-mail: ccb14@163.com

* 通讯作者: 朱秋劲(1969—), 男, 教授, 博士, 主要从事食品营养与安全和畜产品加工研究。

E-mail: ls.qjzhu@gzu.edu.cn

有报道,采用0℃解冻温度能获得类似于冷鲜肉的嫩度^[7],能使营养成分流失降到最低限度;加热时间与孔穴数呈负相关作用^[8],长时间的热处理过程可能会导致蛋白质流失量增加;高频加热有利于肉品的持水力增强^[9],原因是加热时间短和避免水介质的浸提和溶解作用;还有食品添加剂的使用和肉品的处理条件,如离子强度、pH值、焦磷酸盐、胶原含量和TG酶,它们会对肌肉蛋白质凝胶化作用产生影响^[10-13],从而也会影响蛋白质的流失情况。再就是包装方式所导致的肉类成分流失,如真空包装对冷却肉滴水损失存在影响^[14],在冷鲜肉的加工中是值得考虑的因素。

牛肉干加工过程中预煮工艺可能是导致蛋白质流失的主要环节,因为烹饪损失和脂肪损失与生产工艺和加工制造过程有关^[15],加热速率越低更有利于降低烹饪损失^[16],但就中式肉干生产过程中不同解冻方法和预煮导致的可溶性固形物和蛋白质损失的研究并不多见,因此,在进一步开展肉类加工副产物——预煮液利用之前,系统探索几种实际解冻所导致的营养损失及预煮液中蛋白质含量显得十分必要。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

原料肉由贵州永红食品有限公司提供当日宰杀并经卫生检疫合格的新鲜牛肉,取其眼肉、牛柳、膝圆部位肌肉。

硫酸铜、硫酸钾、硫酸、2%硼酸溶液、混合指示剂(0.1%甲基红乙醇溶液-0.1%甲基蓝乙醇溶液)、20% NaOH溶液、0.01mol/L HCl标准溶液等,所用试剂均为国产分析纯。

真空包装机、冰箱、微波炉、超净工作台、定氮蒸馏装置、天平(感量0.1g)、分析天平(感量0.0001g)、烘箱、蒸锅、水浴箱、高温炉[可控温于(450±20)℃]、石英质坩埚(40~50ml);氨基酸自动分析仪 日本日立公司;LD4-2医用离心机 北京医用离心机厂。

1.2 测定前的准备

分别采集32头贵州黄牛的牛柳和膝圆,去掉脂肪及筋腱,分别随机取16份1g左右的牛柳和膝圆的三个重复肉样,在测量前用电子天平分别称重,记录数据。

1.3 解冻时间的测定

分别测量自然解冻、微波解冻、流水解冻的解冻完成时间。用温度计测量肉块的中心温度,解冻完成以肉块中心温度达到0℃为准,将在0℃贮藏的冷鲜肉作为对照。

1.4 解冻后肉块蛋白质含量的测定

分别割取经过自然解冻、微波解冻、流水解冻的肉样及没有经过处理的新鲜肉样,每种肉样割取4块,

精确称重。

采用正交试验设计的方法设计该试验,分别比较不同解冻方式(自然解冻、微波解冻、直接加热、流水解冻)、加热时间(60、50、40、30min)、肉块大小(0.5、0.8、1.2、1.5kg)和水料比(1:1、1.2:1、1.5:1、2:1)4种因素对结果的影响。具体设计见表1。

表1 影响预煮牛肉粗蛋白含量的正交设计
Table 1 Orthogonal design of effects on protein content in pre-cooking beef

| 试验号 | 解冻方式 | 加热时间(min) | 肉块大小(kg) | 水料比(m/m) |
|-----|------|-----------|----------|----------|
| 1 | 自然解冻 | 60 | 1.5 | 2:1 |
| 2 | 微波解冻 | 50 | 1.5 | 1:1 |
| 3 | 直接加热 | 40 | 1.5 | 1.5:1 |
| 4 | 流水解冻 | 30 | 1.5 | 1.2:1 |
| 5 | 自然解冻 | 50 | 1.2 | 1.5:1 |
| 6 | 微波解冻 | 60 | 1.2 | 1.2:1 |
| 7 | 直接加热 | 30 | 1.2 | 2:1 |
| 8 | 流水解冻 | 40 | 1.2 | 1:1 |
| 9 | 自然解冻 | 40 | 0.8 | 1.2:1 |
| 10 | 微波解冻 | 30 | 0.8 | 1.5:1 |
| 11 | 直接加热 | 60 | 0.8 | 1:1 |
| 12 | 流水解冻 | 50 | 0.8 | 2:1 |
| 13 | 自然解冻 | 30 | 0.5 | 1:1 |
| 14 | 微波解冻 | 40 | 0.5 | 2:1 |
| 15 | 直接加热 | 50 | 0.5 | 1.2:1 |
| 16 | 流水解冻 | 60 | 0.5 | 1.5:1 |

随后采用凯氏定氮法(GB 5009.5—2003)对16个样品进行粗蛋白含量的测定,每个值平行测量3次,记录数据,进行统计分析。

蛋白质流失率的计算方法:为解冻前蛋白质含量与解冻后蛋白质含量之差,再除以冷鲜肉中的蛋白质含量。

1.5 预煮液中固形物及蛋白质的测定

收集实验所产生的预煮液,分别经1006.2×g转速离心10min收集上清液作为分析样,取15ml,测量其中的固形物质量,取32个培养皿,105℃烘干后精确称重,编号,随后用10ml移液管分别移取16个样品的预煮液15ml,依次注入编号好的培养皿中,105℃烘12h,再称重,前后两次重量的差值就是固形物的重量。再移取15ml,测定预煮液的粗蛋白质含量,方法与1.4节相同。

1.6 氨基酸的测定

采用氨基酸自动分析仪检测。

1.7 统计分析

采用SPSS11.1软件进行各组数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 贵州肉牛粗蛋白含量的测定结果

随机选择 32 头牛的牛柳和膝圆, 进行蛋白质测定, 结果表明: 贵州牛肉牛柳蛋白质含量为 (20.03 ± 0.02) g/100g, 膝圆蛋白质含量为 (21.26 ± 0.02) g/100g。

由分析可得, 在牛肉中, 膝圆的蛋白质含量比牛柳高了 1.23%, 更适合用于加工牛肉干制品。牛肉蛋白质的含量与牛的品种、年龄、部位、性别等有关, 采用同部位比较方法测定贵州省肉牛蛋白质含量, 测得贵州杂交肉牛的蛋白质含量为 (20.64 ± 0.02) g/100g, 在 95% 的置信区间内, 样本平均值位于 19.82~21.68g/100g 之间。

2.2 3 种解冻方法导致的蛋白质流失

牛肉在解冻过程中蛋白质平均流失为 1.42%, 解冻过程中蛋白损失影响的多重比较见表 2(表中采用的实验结果为解冻前和解冻后的蛋白差与鲜肉中总蛋白的比值)。实验数据显示, 和新鲜肉相比, 经微波解冻后牛肉的蛋白质损失量约为 0.79%, 而流水解冻和自然解冻的蛋白质损失分别为 2.05% 和 1.44%。就解冻时间而言, 微波解冻的时间为 10min, 流水解冻的时间为 60min, 自然解冻的时间为 12h。微波解冻肉与新鲜肉的蛋白含量差异不显著, 与其他两种解冻方式相比, 微波解冻在预防蛋白质损失和节约解冻时间方面有非常显著的优势。因此, 为了尽可能的降低牛肉解冻过程中蛋白质损失, 提高牛肉加工的质量和降低解冻时间, 可以考虑用微波解冻的方式来代替在牛肉加工企业中广泛使用常规解冻方式。

在 3 种解冻方式中, 流水解冻和自然解冻因汁液流失, 致使牛肉中粗蛋白损失较大。微波解冻时间短, 汁液损失少, 所造成的蛋白质损失较小。

表 2 解冻方式对蛋白质损失影响的多重比较表

Table 2 Multiple comparisons of protein loss through different thawing methods

| 解冻方式 | 平均数(%) | $\alpha=0.05$ | $\alpha=0.01$ |
|------|--------|---------------|---------------|
| 对照组 | 0.43 | a* | a |
| 微波解冻 | 0.79 | ab | ab |
| 自然解冻 | 1.44 | b | b |
| 流水解冻 | 2.05 | c | c |

注: *.同一列字母有相同者表示实验数据统计差异不显著。表 4 与此同。

采用高频解冻处理的时间只有 12min, 滴液损失只有 0.2%^[17]。欧姆加热解冻的方法所用的解冻时间大约为流水解冻时间的 1/3~1/2, 且频率越高, 解冻的效果越好。在高压脉冲电场中对冻肉等 4 种冻结材料进行解冻, 结果发现, 使用高压脉冲解冻的方法和自然解冻的方法相比, 当电场强度达到 24kV/m 的时候, 可以缩短 1/5 的解冻时间, 并且水分的散失量降到到自然解冻的 62%^[18]。

目前, 微波解冻、高频解冻以及高压静电解冻是肉品较为理想的解冻方法。但是, 后两种解冻方式设备要求较高, 且条件控制较严格, 而微波解冻每吨肉只需要消耗 40 度电, 功耗较少。所以, 微波解冻将是一种既经济又有效的解冻方式。

2.3 不同因子对预煮液中蛋白质含量的影响

根据前期的单因素试验结果及生产工艺的调查, 特对牛肉对预煮过程中的主要影响因素进行了四因素三水平的正交试验, 然后以预煮液中蛋白质占牛肉总蛋白的比例进行分析。寻找在预煮过程中预煮液中蛋白质总量最高的预煮条件。在预煮的环节蛋白质流失率为 5.95%。大于解冻环节蛋白质流失 1.42%, 结果见表 3、4。

表 3 不同因子对预煮液中蛋白质含量的正交试验分析

Table 3 Protein content in pre-cooking beef soup

| 试验号 | 解冻方式 | 预煮时间 | 肉块大小 | 水料比 | 空列 | 预煮液中蛋白质含量所占比例(%) |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.43 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.63 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 11.67 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2.66 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6.61 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 10.08 |
| 7 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3.90 |
| 8 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4.11 |
| 9 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 8.08 |
| 10 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 5.91 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 10.25 |
| 12 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4.61 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2.42 |
| 14 | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 9.69 |
| 15 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2.01 |
| 16 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 10.56 |
| K ₁ | 4.347 | 4.636 | 8.081 | 4.907 | 3.364 | |
| K ₂ | 6.173 | 6.826 | 3.712 | 4.601 | 6.040 | |
| K ₃ | 7.211 | 6.957 | 8.387 | 8.688 | 7.196 | |
| K ₄ | 6.170 | 5.482 | 3.721 | 5.705 | 7.301 | |
| R | 2.864 | 2.321 | 4.675 | 4.087 | 3.937 | |

由表 3、4 可知, 在 4 种因素中, 肉块的大小对牛肉预煮液中蛋白质含量的影响关联最为密切, 其次是解冻方式, 然后为水料比, 最后为预煮的时间。在生产过程中, 牛肉预煮液中可溶性蛋白质随预煮时间的变化不大, 而最重要的因素是牛肉与水得接触面积的大小。通过比较, 筛选出了一种最佳的组合方式, 即利用微波解冻、加热时间 60min、肉块大小 0.5kg、水料比 1.2:1 的组合方式最好。

不同条件对预煮后牛肉蛋白质含量的影响。在解冻方式因素中, 微波解冻和不解冻而直接加热的熟肉中的蛋白质含量最高, 之间的差异不显著, 微波解冻更优越。

在预煮时间的因素中, 60min 的效果最好, 与其他加热时间差异显著。其原因是牛肉在预煮过程中伴随着水分的流失, 随着预煮时间的延长, 这种失水的现象就越明显。

在肉块大小这个因素中, 与其他三个水平相比, 0.5kg 大小的肉块效果最明显。这于肉在预煮过程中的水分流失有关, 比较单位重量的肉块与水的接触面积大小, 可以发现 0.5kg 的肉块有着最大的接触面积。接触面积越大, 水分就越容易从肉块中渗出, 水分渗出越多, 肉块失水越大, 所以预煮液中蛋白质含量就越高。水料比对结果的影响最小。之所以会出现 1.2:1 的水料比高于其他水平, 是由于上面 3 个因素的共同作用, 而非水料比所造成。因此, 在预煮的优化中可以忽略这个因素。

表 4 解冻方式、预煮时间、肉块大小和水料比对预煮后牛肉粗蛋白含量影响的多重比较 (LSD 法)

Table 4 Multiple comparisons of effects on crude protein content in pre-cooking beef from different thawing modes, pre-cooking times, meat loaf sizes and water-material ratios

| 因素 | 平均数(%) | $\alpha=0.05$ | $\alpha=0.01$ |
|------------------|--------|---------------|---------------|
| 解冻方式 | | | |
| 微波解冻 | 31.345 | a | a |
| 直接加热 | 30.433 | a | a |
| 自然解冻 | 30.264 | ab | a |
| 流水解冻 | 27.587 | b | a |
| 预煮时间(min) | | | |
| 60 | 32.458 | a | a |
| 50 | 29.692 | b | a |
| 30 | 28.904 | b | a |
| 40 | 28.575 | b | a |
| 肉块大小(kg) | | | |
| 0.5 | 32.118 | a | a |
| 1.5 | 29.587 | ab | a |
| 0.8 | 29.109 | b | a |
| 1.2 | 28.805 | b | a |
| 水料比(m/m) | | | |
| 1.2:1 | 32.808 | a | a |
| 1.5:1 | 29.699 | b | a |
| 2:1 | 28.692 | b | a |
| 1:1 | 28.430 | b | a |

国内也有与该实验有关的报道, 在传统的牛肉干加工过程中, 一般经过 60min 的预煮、肉块大小为 0.5kg 左右, 水料比任意。潘巨忠等^[19]经过实验, 分析了预煮时间对牛肉干理化品质和感官的影响, 发现预煮时间为 45min 左右最好。牛肉在经过 80℃ 的水浴锅中熟制 1.5h 后, 其生产的牛肉干色泽、嫩度、风味最好, 而经过 1h 电炉煮熟后, 效果一般。正交试验结果显示: 肉块的大小对牛肉预煮液中蛋白质的含量关联最为密切, 其次是解冻方式, 然后为水料比, 最后为预煮的

时间。牛肉水煮时间不是蛋白质流失的主要原因, 在实际生产中, 牛肉块状的大小决定后, 只要达到熟化目的便即时退火。

2.4 预煮液中营养成分分析

2.4.1 牛肉预煮液中固形物含量的分析

表 5 牛肉预煮液固形物含量

Table 5 Solid residue content in pre-cooking soup of beef

| 试验号 | 解冻方式 | 预煮时间 | 肉块大小 | 水料比 | 空列 | 固形物含量(g/100ml) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6.14 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 7.38 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3.18 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.47 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3.27 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 4.16 |
| 7 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4.42 |
| 8 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2.55 |
| 9 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4.22 |
| 10 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 4.62 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2.05 |
| 12 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 6.55 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3.65 |
| 14 | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 3.58 |
| 15 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2.36 |
| 16 | 4 | 4 | 1 | 3 | 2 | 5.31 |
| K_1 | 0.504 | 0.432 | 0.442 | 0.517 | 0.392 | |
| K_2 | 0.360 | 0.493 | 0.489 | 0.391 | 0.533 | |
| K_3 | 0.436 | 0.300 | 0.338 | 0.409 | 0.439 | |
| K_4 | 0.372 | 0.447 | 0.404 | 0.355 | 0.309 | |
| R | 0.144 | 0.193 | 0.151 | 0.162 | 0.224 | |

表 6 预煮液中固形物方差分析表

Table 6 Variance analysis of solid residue content in pre-cooking soup of beef

| 因素 | 偏差平方和 | 自由度 | F 比 | F 临界值 | 显著性 |
|------|-------|-----|-------|---------|-----|
| 解冻方式 | 0.053 | 3 | 0.876 | 3.490 | 不显著 |
| 预煮时间 | 0.082 | 3 | 1.355 | 3.490 | 不显著 |
| 肉块大小 | 0.049 | 3 | 0.810 | 3.490 | 不显著 |
| 水料比 | 0.058 | 3 | 0.959 | 3.490 | 不显著 |
| 误差 | 0.24 | 12 | | | 不显著 |

在未作水料比换算条件下直接考察牛肉预煮液中固形物的含量(表 5), 发现牛肉预煮液中固形物的含量与预煮时间关联最为密切, 但是通过各因素对牛肉预煮液固形物含量的结果进行方差分析, 显示预煮时间因素中水平的差异并不明显(表 6)。厂家提供的牛肉预煮液固形物含量为 8.48g/100ml, 因为反复利用预煮液的缘故, 其含量比实验室测得的结果要高。

2.4.2 牛肉预煮液中氨基酸含量的分析

对牛肉预煮液进行固形物及粗蛋白的测定, 测得其

固形物含量为 2.08g/100ml, 粗蛋白含量为(1.03 ± 0.35)g/100ml。

表 7 预煮液中氨基酸的含量
Table 7 Amino acid content in pre-cooking soup of beef

| 游离氨基酸 | 氨基酸含量(μg/ml) | |
|---------|--------------|--------|
| | 工厂 | 实验室 |
| Arg | 85.44 | 微量 |
| Lys | 141.12 | 109.36 |
| Ala | 196.08 | 186.08 |
| Thr | 95.28 | 70.88 |
| Gly | 249.92 | 237.28 |
| Val | 334.72 | 272.08 |
| Ser | 90 | 76.48 |
| Pro | 微量 | 微量 |
| Ile | 234.08 | 245.68 |
| Leu | 349.84 | 274.16 |
| Met | 459.84 | 520.48 |
| His | 718.56 | 674.88 |
| Phe | 529.28 | 452.24 |
| Glu | 460.16 | 433.04 |
| Asp | 238.48 | 175.28 |
| Cys | 121.11 | 120.63 |
| Tyr | 微量 | 398.88 |
| 游离氨基酸总量 | 231.6 | 228.88 |

表 7 显示, 在生产中, 因预煮液的反复使用, 其氨基酸含量相对实验室数据高。生产厂家牛肉预煮液中有大量的营养成分存在, 如果直接排入自然界这将对环境得巨大破坏, 牛肉预煮液具有回收价值。预煮液中含有大量的氨基酸、肽、蛋白质等物质, 这些物质可以与糖类经美拉德反应形成了吡嗪、呋喃酮、噻唑、噻吩、多硫杂环化合物等呈香物质, 再经调和、复配, 从而得到天然肉用香精^[20]。

此外, 肉类预煮液还含有其他尚待开发的有效成分, 具有抗氧化作用的小分子二肽^[21], γ-氨基丁酸^[22]等, 采用何种技术使其得以充分利用应是今后值得关注和解决的问题。

3 结 论

分析结果显示, 贵州牛肉粗蛋白含量平均值约为 20.64%。在预煮环节蛋白质流失为 5.95%, 解冻环节蛋白质流失为 1.42%, 牛肉在加工过程中蛋白质流失情况总体为 1.53g/100g, 流失蛋白质占总蛋白量的 7.37%。

在传统中式牛肉干生产过程中, 对 0.5kg 大小的肉块, 采用微波解冻的方法, 预煮 60min 的蛋白质流失最少, 而水料比对结果的影响可以忽略, 可达到使预煮后牛肉蛋白质含量损失最小。牛肉预煮液中蛋白质的含

量为 1.03g/100ml, 固形物含量为 2.08g/100ml。

参考文献:

- [1] ZHAO J. Excavation of marketing fulcrum about beef jerky industry[EB/OL]. (2007-08-23) [2009-03-15]. <http://www.21food.cn/html/news/12/206952.htm>.
- [2] WOLFE R. The underappreciated role of muscle in health and disease [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2006, 84(3): 475-482.
- [3] TORNERBERG E. Effects of heat on meat proteins: implications on structure and quality of meat products[J]. Meat Science, 2005, 70(3): 493-508.
- [4] KIM N K, CHO S, LEE S H, et al. Proteins in longissimus muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality[J]. Meat Science, 2008, 80(4): 1068-1073.
- [5] BARBIERI G, RIVALDI P. The behaviour of the protein complex throughout the technological process in the production of cooked cold meats[J]. Meat Science, 2008, 80(4): 1132-1137.
- [6] HONIKEL K O, KIM C J, HAMM R, et al. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss[J]. Meat Science, 1986, 16: 267-277.
- [7] YU L H, LEE E S, JEONG J Y, et al. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles[J]. Meat Science, 2005, 71(2): 375-382.
- [8] DU C J, SUN D W. Automatic measurement of pores and porosity in pork ham and their correlations with processing time, water content and texture[J]. Meat Science, 2006, 72(2): 294-302.
- [9] ZHANG L, LYNG J G, BRUNTON N P. Effect of radio frequency cooking on the texture, colour and sensory properties of a large diameter comminuted meat product[J]. Meat Science, 2004, 68(2): 257-268.
- [10] TROUT G R, SCHMIDT G R. The effect of cooking temperature on the functional properties of beef proteins: The role of ionic strength, pH, and pyrophosphate[J]. Meat Science, 1987, 20(2): 129-147.
- [11] ROGOV I A, TOKAEV E S, KOVALEV Y I, et al. Collagen and its rational content in meat products: part 1. analytical studies[J]. Meat Science, 1992, 31(1): 35-42.
- [12] DONDERO M, FIGUEROA V, MORALES X. Transglutaminase effects on gelation capacity of thermally induced beef protein gels[J]. Food Chemistry, 2006, 99(3): 546-554.
- [13] AHMED I M, KURODA R, KAWAHARA S, et al. Dependence of microbial transglutaminase on meat type in myofibrillar proteins cross-linking[J]. Food Chemistry, 2009, 112(2): 354-361.
- [14] PAYNE S R, DURHAM C J, SCOTT S M, et al. The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef[J]. Meat Science, 1998, 49(3): 277-287.
- [15] SHEARD P R, NUTE G R, CHAPPELL A G. The effect of cooking on the chemical composition of meat products with special reference to fat loss[J]. Meat Science, 1998, 49(2): 175-191.
- [16] MORTENSEN M, ANDERSEN H J, ENGELSEN S B, et al. Effect of freezing temperature, thawing and cooking rate on water distribution in two pork qualities[J]. Meat Science, 2006, 72(1): 34-42.
- [17] 杨宏伟. 冻结肉解冻技术的探讨[J]. 肉类工业, 2001(9): 11-13.
- [18] 方胜, 李英杰, 陆守道, 等. 利用高压静电场加速食品解冻的实验研究[J]. 北京轻工业学院学报, 1999, 17(4): 1-5.
- [19] 潘巨忠, 薛旭初, 林旭东. 牛肉干加工优化方案的研究[J]. 农产品加工: 学刊, 2006(5): 28-30.
- [20] 顾小红, 孟绍凤, 汤坚, 等. Maillard 模式反应牛肉香精挥发性风味成分分析[J]. 中国调味品, 2006(6): 37-41.
- [21] 邢子鑫, 何一航, 朱秋劲. 牛肉预煮液中肌肽含量的检测[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 515-517.
- [22] 朱秋劲, 程传波, 覃玉泽, 等. 香猪分割副产物浸提液理化特性及固定化发酵实验研究[J]. 食品科学, 2008, 29(11): 427-432.