

农业行业标准

《肉嫩度的测定 剪切力法》

(公开征求意见稿)

编制说明

XXX

一、工作简况

（一）任务来源

2023 年 10 月，xxx 完成了《肉嫩度的测定 剪切力测定法》标准草案和项目建议书等书面材料，向全国畜牧业标准化技术委员会提出申报。2024 年 6 月，农业农村部以《关于下达 2024 年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》（农质标函〔2024〕71 号）批准项目立项，项目计划编号：农质标函质标函〔2024〕71 号 NYB-24322，标准起草单位为 xxx，首席专家是 xxx。

（二）制定背景

1、行业现状

我国肉类生产与加工逐渐由引进效仿西方模式转向建立中国消费模式，市场消费特点由模仿型转向个性化、多样化，市场竞争由数量扩张和价格竞争转向质量型、差异化的新阶段。中国传统的肉类加工烹饪主要方法包含火烹法、油烹法、水烹法、气烹法等几大类。其中对肉类嫩度要求较高的有涮、炙烤、煮、熘、炒、爆等方式。针对这些加工方式，如何准确客观地对原料肉进行嫩度预判，以利于开展加工适宜性指导成为比较迫切的产业需求。

2、行业发展对标准需求情况

传统（经典）的肉类剪切力测定方法主要以样品肉中心温度 70℃，肉柱直径 1.27cm 为标准参数，垂直肌纤维方向对肌肉进行切割，以最大阻力值为最终剪切力值。随着中国社会经济的提升，中式烹饪蓬勃发展。中式烹饪条件下，传统肉类剪切力测定方法的不适应性日益明显。具体体现在以下几点：

1. 肉的中心温度不同。中式肉类烹饪的中心温度普遍接近甚至高于 100℃。研究显示，在此温度条件下肌原纤维的热收缩已接近

最大化，胶原纤维的热收缩仍进一步加剧，导致剪切力进一步增加（李春保，2006）。因此，以传统方法测定的剪切力值不能客观反应高温加工条件下的肉类实际剪切力值。

2. 加工方式不同肉厚度不同。无论肉的形态是肉柱还是肉片，肉越厚其剪切力就越大。中式涮、煮、炙烤等加工方式普遍采用薄切，厚度范围普遍在 1-5mm 左右。前期大量研究结果表明，肉的厚度与剪切力值无线性关系。无法由传统剪切力测定方法对不同直径（厚度）肉样的剪切力值进行推导预测。

3. 肌纤维受力方向不同。由于薄切的肉片入口时，肌纤维走向与牙齿是平行方向，因此，与传统剪切力测定方向不同。研究显示，垂直于肌纤维走向剪切力值高于平行走向（Wheeler et al,1996）。因此，也会对中式薄切的肉类剪切力测定产生影响。

3、标准制修订的目的意义

综上所述，有必要从肉类前处理方式差异上对现有标准进行细化区分，以满足中式薄切肉类对嫩度的测定需求。修订《NY/T1180-2006 肉嫩度的测定 剪切力测定方法》标准，就具有十分重要的现实意义。

（三）起草过程

第一阶段：起草阶段

1) 成立起草组

在接到标准制定任务后，2024 年 5 月成立了标准起草组，包括 xxx 等共 11 人，见表 1。2024 年 6 月，围绕烹饪方式、关键技术指标与参数确定等方面，制定了详细的实施方案和技术路线。

表1 标准起草组成员及分工

姓名	工作单位	职务/职称	项目分工
XXX	XXX	副研究员	进度统筹、进度把控及标准文本撰写
XXX	XXX	院长/教授	方案验证、标准起草
XXX	XXX	副教授	收集整理、标准起草
XXX	XXX	教授	方案验证
XXX	XXX	研究员	进度统筹、进度把控及标准文本撰写
XXX	XXX	研究员	方案验证
XXX	XXX	教授	方案验证
XXX	XXX	副研究员	收集整理、标准起草
XXX	XXX	助理研究员	征求意见、标准起草
XXX	XXX	助理研究员	征求意见、标准起草
XXX	XXX	副秘书长兼科技委/标准委秘书长	示范验证

2) 收集和分析相关参考文献

2024年5月到6月，收集到如下国内外相关法律法规、标准、书、文章、为标准起草提供了参考。

《中华人民共和国标准化法》

GB/T 1.1-2020 标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则

GB/T 1.2-2020 标准化工作导则 第2部分：以ISO/IEC标准化

文件为基础的标准化文件起草规则

《肉品加工学》

《中国烹饪》

由于本文件修订的内容以补充中式烹饪方式为主，标准起草组首先查阅了以上相关参考文献，认为《中国烹饪》中对中式涮制、炙烤内容或是指标对起草本标准具有参考或是引用价值。

3) 调研情况

2024年6月，起草组通过开展线上采购，线下实测（北京市3家烤肉店、黑龙江齐齐哈尔烤肉品鉴会、河北省3家肉牛屠宰企业）等形式、开展中式涮制、炙烤牛肉片厚度、炙烤板温范围、炙烤成品判定依据等情况调研工作，调研获得了大量一手数据。

4) 试验验证情况

2024年12月，标准起草组在3家企业对本标准制定的涮制和炙烤畜禽肉剪切力方法进行了验证试验。具体验证单位名称与验证项目如下。

1. 河北燕城食品有限公司开展了涮制牛肉、羊肉剪切力方法，以及炙烤牛肉、羊肉剪切力方法的验证测试工作。
2. 河南华昱食品产业有限公司开展涮制猪肉和炙烤猪肉剪切力方法的验证测试工作。
3. 河南滑县道口画宝刚烧鸡有限责任公司开展涮制鸡肉剪切力方法的验证测试工作。

5) 形成标准征求意见稿

在以上收集和分析相关参考文献，调研、试验验证工作的基础上，起草组按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标

准化文件的结构和起草规则》的规定起草编写标准文本内容和编制说明内容，并组织开展4次专家讨论会。

第二阶段：定向征求意见阶段

2025年4月，在全国范围内遴选了28家科研院校、技术推广及畜禽肉加工等领域单位及专家、有针对性地进行标准定向征求意见。征求意见的单位见表2，不同领域单位类型情况见表3。

表2 征求意见单位名单

序号	单位名称	备注
1	郑州轻工业大学	
2	西南民族大学	
3	天津科技大学食品科学与工程学院	
4	四川农业大学	
5	四川旅游学院	
6	双汇集团	
7	深圳市星星餐饮管理有限公司	
8	上海左庭右院企业管理有限公司	
9	陕西科技大学	
10	山东中新食品集团有限公司	
11	山东如康清真食品有限公司	
12	青海省畜牧兽医科学院	
13	青岛农业大学	
14	内蒙古农业大学	
15	内蒙古科尔沁先众食品有限公司	
16	牧原集团 - 牧原食品股份有限公司	
17	龙江元盛和牛产业股份有限公司	
18	江苏益客食品集团股份有限公司	
19	江苏大学	
20	河北农业大学	
21	杭州大希地科技股份有限公司	
22	广西大学食品学院	
23	东北农业大学	
24	北京聚宝源饮食文化科技有限公司	
25	北京爱君国际商务咨询有限公司	

表 3 不同领域单位类型情况

序号	单位类型	单位数量
1	教学机构	9
2	科研机构	4
3	生产企业	12

收到 25 家单位及专家回函，3 家没回函。回函中有建议或意见的有 17 家单位，共有 105 条意见。经过研究和甄别，采纳 49 条意见，不采纳 45 条意见，部分采纳 11 条意见，并经过对征求意见稿进行修改完善，形成标准预审稿。

第三阶段 预审会

2025 年 10 月 17 日，全国畜牧业标准化技术委员会组织专家对 xxx 等单位修订的农业行业标准《肉嫩度的测定 剪切力测定法》(预审稿) 进行了认真审查。专家组由李俊玲、戴瑞彤、汤晓艳、夏曦、方芳、张雪林、蔡英华、王振宇 8 位专家组成。在听取修订专家汇报的基础上，专家组审查了标准文本及编制说明，提出 18 条相关修改意见。

在此基础上，标准起草组对《肉嫩度的测定 剪切力法》预审稿进行了修订，形成《肉嫩度的测定 剪切力法》征求意见稿及编制说明。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

(一) 标准编制原则

本文件按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草，同时遵循以下原则：

1、科学性原则。

参考国内外法规、标准和有关文献资料，结合调研情况，科学

地确定标准体系框架，并对其进行详细的说明

2、适用性原则。

与我国现行食品法律、法规协调一致的原则。本文件的制定，有利于规范和指导目前国内市场上的对中式烹饪条件下，涮制、炙烤用肉嫩度的测定工作，确保肉品质评价的客观性，避免因市场上产品质量参差不齐导致的客户投诉，同时有利于改善全国肉品市场运行状态，更好的促进国内肉品行业的健康发展。

3、可扩展性

为满足我国肉类烹饪加工方式的多样性，剪切力测定标准应是开放的可扩展性的。应针对不同肉类加工方式的特点，在肉类前处理方式上加以区分，并提出相应的标准化的处理方法，最终实现评价方法的标准化。为中式烹饪加工用肉的嫩度评价方法提供技术支撑。

（二）主要内容及其确定依据

1. 范围

【原标准】：

本标准规定了肉嫩度的测定方法。

本标准适用于家畜及大型禽类肉的嫩度测定。

【现标准】：

本文件规定了肉嫩度的测定方法。

本文件适用于畜禽肉的嫩度测定。

修订依据及说明：

按照 GB/T 1.1-2020 标准化工作导则要求标准范围要包含标准的主要环节内容，因此现标准对本文件范围的规定进行了完善。同

时，因“大型禽类肉”界定不清。本条款将适用范围修订为“畜禽肉”。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

【原标准】：

无

【现标准】：

本文件没有规范性引用文件。

修订依据及说明：

原标准中因无引用其他相关标准，故无此项条款。按照《GBT1. 1-2020 标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》中“6. 2. 2. 3 要素的选择”的规定规范性引用文件属于必备要素，按照“8. 6. 2 引导语”要求：如果不存在规范性引用文件，应在章标题下给出以下说明：“本文件没有规范性引用文件”，因此，本标准增加规范性引用文件条款。并按导则要求加以说明。

3. 术语和定义

【原标准】：

2. 1

嫩度 *Tenderness*

肉在切割时所需的剪切力。

2. 2

剪切力 *Shear force*

指测试仪器的刀具切断被测肉样时所用的力。

【现标准】：

3. 1

剪切力 *Shear force*

测定仪器的刀具切断被测肉样时所用的力。

注：单位为牛顿（N）。

3. 2

嫩度 *Tenderness*

肌肉组织抵抗机械力作用（如咀嚼、切割）的能力及感官柔软程度的综合体现。

注：剪切力值与嫩度负相关。

3. 3

涮制 *Instant-boiled*

切成薄片的肉类放入沸水中，经短时间加热熟制的方法。

3. 4

炙烤 *Grilled*

切成一定厚度的肉片直接接触火焰或高温热源加热熟制的方法。

修订依据及说明：

3.1 剪切力的术语定义，将“指”字删除。主要内容保留。明确了力的单位为牛顿（N）。

3.2 关于嫩度：原标准中将嫩度定义为“肉在切割时所需的剪切力”。肉中的剪切力属于质构特性指标，仅反映机械性嫩度，无法评估其他感官属性。嫩度是感官综合性指标。虽然在肉类嫩度研究时大多以剪切力值衡量嫩度情况，但以剪切力来表述定义嫩度还是有所欠缺。为此，依据 ISO 5492:2008 感官分析术语，及《肉品加工学》国家标准 GB/T 19480—2025 中质构特性相关表述总结，本标准提出嫩度“肌肉组织抵抗机械力作用（如咀嚼、切割）的能力及感官柔软程度的综合体现”。由于不能简单的将剪切力视为嫩度的唯一评判指标，故本术语定义条款对剪切力和嫩度的负相关性，也加以明确。

3.3 关于涮制：原标准中无此条款，为新增。根据上海辞书出版社 2004 年出版的《中国烹饪》中对涮制技法的定义：“将易熟的原料切成薄片，放入沸水火锅中，经极短时间加热，捞出，蘸调料食用的技法（再卤汤锅中涮的，可直接食用）”，并结合消费者日常涮制习惯，本标准提出“切成薄片的肉类放入沸水中，经短时间加热熟制的方法”的规定。

3.4 关于炙烤：原标准中无此条款，为新增。为区别于“把经

初步加工体积较大的原材料放在封闭的烤箱中，烤至完全成熟度的烹调方法”的西式烤肉（Roast）。根据上海辞书出版社 2004 年出版的《中国烹饪》对中式炒烤技法的定义：“将加工处理好或腌渍入味的原料，置于烤具内部，用明火、暗火等产生的热辐射进行加热的技法总称”，以及中式炙烤技法的定义：“将加工好的原料腌渍喂味，放在排列炙子的‘铁炙锅’上，用烧热的炙子和炙子缝隙窜出的旺火苗将原料加热成菜的技法”。结合当前餐饮行业中式烤肉的主体烹饪加工方式，并经过对中国烹饪协会、中国饭店协会西餐休闲餐委员会等专业协会专家的咨询探讨，一致认为中式传统烤肉从烹饪用具、加工方式上确定为“炙烤（Griled）”比较准确。

4. 原理

【原标准】：

通过测定仪器的传感器记录刀具切割肉样时的用力情况，并把测定的剪切力峰值（力的最大值）作为肉样嫩度值。

【现标准】：

通过测定仪器的传感器记录刀具切割肉样时的用力情况，用测定的峰值作为剪切力值。

修订依据及说明：

由于“肉样嫩度”属于剪切力值和感官评价的综合体现，无法用具体数值来表述，因此，原标准条款中将“测定的剪切力峰值（力的最大值）作为肉样嫩度值”的表述不够准确，严谨。而且，本标准核心是测定肉的剪切力值，因此原理应围绕剪切力值测定表述。

5 仪器

【原标准】:

4. 1 采用配有 WBS (Warner-Bratzler Shear) 刀具的相关剪切力测量仪。
4. 2 圆形钻孔取样器：直径 1.27cm。
4. 3 恒温水浴锅
4. 4 热电耦测温仪(探头直径小于 2mm)
4. 5 真空包装机

【现标准】:

5 仪器设备

5. 1 剪切力测定设备 沃布式剪切力仪或质构仪。
 5. 1. 1 仪器基本要求
 5. 1. 1. 1 剪切力测量仪的准确度应使用国家法定计量单位认可的标准砝码测试，其测定值与标准砝码准确值的误差范围应在±0.1%以内，应具有校准能力。
 5. 1. 1. 2 测定仪器的最大量程应≥49 N，最低作用力感应值应≤0.0098 N，精度应≤0.02 %。
 5. 1. 2 刀具要求。
 5. 1. 2. 1 沃布式剪切力仪

沃布氏剪切力仪刀具尺寸按照附录 A. 1 图。刀具厚度为 1.1684 mm，由带 60° 角的 V 形凹槽切割刀片构成。切割刃为半圆形倾斜面，V 角圆角为 2.363 mm 直径圆的四分之一圆，插槽间隙为 2.0828 mm。

剪切速度: $200\text{--}250\text{ mm/min}$ 。

5.1.2.2 质构仪

质构仪刀具尺寸按照附录 A.2 图。刀具厚度为 $3.0\text{ mm}\pm0.2\text{ mm}$, 刀口内角度为 60° , 内三角切口的高度 $\geq 35\text{ mm}$, 砧床口宽为 $4.0\text{ mm}\pm0.2\text{ mm}$ 。剪切速度: 60 mm/min 。仪器空载运行所受到的最大剪切力应 $\leq 0.147\text{ N}$ 。

5.2 圆形钻孔取样器: 直径 1.27 cm 。

5.3 恒温水浴锅: 功率 $\geq 1500\text{ W}$ 。控温精度 $\leq \pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 。

5.4 热电耦测温仪: 探头直径 $< 2\text{ mm}$ 。测量精度 $\leq \pm 1.5\text{ }^\circ\text{C}$ 。

5.5 全自动切片机。

5.6 烤板: 功率 $\geq 2000\text{ W}$ 。

5.7 辐射温度计: 最大测量温度 $\geq 300\text{ }^\circ\text{C}$, 测量精度 $\leq \pm 1.5\text{ }^\circ\text{C}$ 。

修订依据及说明:

与原标准相比, 现标准对仪器设备要求进行了较大的调整。首先, 补充了肉剪切力测定中的经典设备沃布氏剪切力仪。明确了沃布氏剪切力仪或者质构仪均可进行肉剪切力的测定。同时, 将原标准中 6.1 仪器及刀具中对仪器的基本要求和刀具要求调整到此章节, 使本章节的内容更完整, 结构也更合理。

(1) 关于沃布氏剪切力仪的刀具要求

当前国内外肉类剪切力测定的经典设备是沃布氏剪切力仪 (Warner-Bratzler Shear)。根据 S Novaković and I Tomašević

(2017), RENFU LUZ and YUD-REN CHEN (1999) 等相关文献查阅和设备实体测量, 本标准明确了刀具规格: a) 刀具厚度 1.1684mm, 由带 60° 角的 V 形凹槽切割刀片构成。切割刃为半圆形倾斜面, V 角圆角成 2.363mm 直径圆的四分之一圆, 插槽间隙为 2.0828mm 的。b) 剪切速度: 200–250mm/min。同时, 以附录 A.1 对刀具尺寸图形形式加以明确。

(2) 关于质构仪的刀具要求

此条款为原标准中对剪切力刀具的要求, 为保持标准的延续性, 本条款予以保留, 但加以明确为质构仪的刀具规格。同时, 以附录 A.2 对刀具尺寸图形形式加以明确。

(3) 对于相关仪器的基本要求提出明确规范。

其中关于恒温水浴锅的使用, 为减小涮制加热过程中水温的剧烈波动, 对水浴锅的功率提出基本要求, 同时通过市场调研对设备的精度也提出控温精度 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的基本要求。

热电耦测温仪及探头直径要求予以保留, 为保证精度要求且不具有排他性, 采用行业通行的 I 级精度的 $\leq \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 的基本要求。

新增了烤板, 减小炙烤加热过程中板温的剧烈波动, 对烤板的功率提出 $\geq 2000\text{W}$ 的基本要求。

新增了辐射温度计。为保证板温达到 $220^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 的要求, 对辐射温度计的量程提出最大测量温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 基本要求。由于板温的波动幅度在 $\pm 10^{\circ}\text{C}$, 因此, 为保证精度要求不具有排他性, 采用行业通行的 I 级精度的 $\leq \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ 的基本要求。

6 样品

【现标准】:

6.1 常规用途样品

生鲜肉样品剔除表面的筋、腱、膜及脂肪后， $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保存。

6.2 涮制、炙烤用途样品

生鲜肉样品剔除表面的筋、腱、膜及脂肪后，以平行肌纤维走向为高度，选取长×宽×高不少于 $70\text{ mm}\times40\text{ mm}\times50\text{ mm}$ 的整块单一肌肉组织， $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下冻结至中心温度 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后， $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保存。

修订依据：

本条款为新增。

对于鲜肉样品，首先进行样品修割，剔除表面的筋、腱、膜及脂肪。为保证待测肉样可以开展后续的熟制，本条款对肉样的规格进行了规定。考虑肉片涮制、炙烤后会发生肌纤维的收缩，为满足肉片在设备上进行剪切力测定的规格需求，对肉块提出了长×宽×高不少于 $70\text{ mm}\times40\text{ mm}\times50\text{ mm}$ 的规定。另外，已有试验证明，涮制、炙烤用肉的厚度差异对肉的嫩度影响十分显著，因此，为保证肉样制备的准确性，需要先对样品进行冻结，以便用全自动切片机进行准确刨切制样。因此，参考行业内对肉类冻结和保存的基本常规要求：“冻结间温度为 $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，待样品中心温度达到 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，为急冻结束，样品转入 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏条件储存”，提出冻结和储存规定。

7 测定步骤

6.2 取样

【原标准】:

5.1 取样

取肉样长×宽×高不少于 $6cm \times 3cm \times 3cm$ 的整块肉样，剔除肉表面的筋、腱、膜及脂肪。

【现标准】:

7.1 取样

7.1.1 常规用途样品

取长×宽×高不少于 $60 mm \times 30 mm \times 30 mm$ 的整块单一肌肉组织。

7.1.2 烫制用途样品

用全自动切片机将冷冻的肉样以垂直于肌纤维走向切成厚度 $1.5 mm$ 的待测肉样，于密闭容器中 $0 ^\circ C \sim 4 ^\circ C$ 解冻，解冻完全后待测。

7.1.3 炙烤用途样品

用全自动切片机将冷冻的肉样以垂直于肌纤维走向切成厚度 $2.5 mm$ 的待测肉样，于密闭容器中 $0 ^\circ C \sim 4 ^\circ C$ 解冻，解冻完全后待测。

修订依据及说明:

7.1.1 常规用途样品：本条款为原标准相关内容，予以保留。

沿用原标准文件“取肉样长×宽×高不少于 $60mm \times 30mm \times 30mm$ 的整块肉样，剔除肉表面的筋、腱、膜及脂肪”的规定。考虑到畜禽部位肉大多为不同肌肉组织组成，其肌肉类型，形状有所差异，其剪

切力值也存在差异，为避免因同一部位中不同肌肉组织本底值差异影响最终检测值的一致性，因此本标准提出取样时选取单一肌肉组织肉样的规定。涮制用肉和炙烤用肉也提出相同要求。

7.1.2 关于涮制用肉的取样：

表4 不同品牌涮制牛肉切片厚度统计

品牌		厚度
海底捞	尚品肥牛	0.88±0.10
	捞派肥牛	0.86±0.12
	国产肥牛	0.90±0.07
	安格斯前胸肉	1.04±0.14
	安格斯肩肉	0.98±0.15
	臻选牛板腱	1.12±0.11
呷哺呷哺	雪花牛板腱	1.21±0.27
	上品牛肉	1.13±0.05
	珍品牛肉	0.91±0.07
	上脑	1.03±0.11
祁连牧歌（甘肃张掖）	原切腹肉	1.35±0.10
	原切眼肉	1.15±0.17
广能华发（甘肃）	腿肉火锅片	1.48±0.21
	上脑火锅片	1.41±0.13
科尔沁（内蒙古通辽）	上脑	1.28±0.19
	牛腩卷	0.95±0.11
顺鑫鑫源（内蒙古）	上脑	1.31±0.16
	原切眼肉	1.02±0.19
恒都（四川）	上脑	1.29±0.14
	后腿肉	1.65±0.13
	原切肥牛卷	1.29±0.10
天莱香牛（新疆）	肥牛卷	1.16±0.09
	腹肉肥牛	0.96±0.13
鲁西黄牛	原切肥牛片	1.08±0.19
八则		

通过测量不同品牌不同部位的涮制肉片样品发现，1.1-1.5mm左右的市售肉样占比50%左右，同时线下调研了相关屠宰加工企业表明，为了保持肉片的产品形态完整型，市售的肉卷切片厚度至少要在1.3-1.5mm左右。考虑到标准应服务于工业化生产需要，最终确定1.5mm为涮制肉的切片厚度。为保护肌肉细胞组织的完整性，减少汁液损失，行业中普遍采用0℃~4℃环境缓化措施。同时，考

虑肉片涮制后会发生肌纤维的收缩，为满足肉片在设备上进行剪切力测定的规格需求，对肉块进行了长×宽×高不少于60mm×30mm×30mm的规定。

7.1.3 关于炙烤用肉的取样

项目组于北京市七鲜超市、精选超市、果蔬好生活超市、烤肉刘、老北京炙子烤肉餐饮店以及京东线上平台等购买炙烤牛肉片，所购买样品涵盖牛胸肉、腿肉、肩肉、腹肉、上脑以及腱子等多个部位肉，带回实验室进行测量。共计测量52种不同品牌、部位样品，均为冷冻状态下通过游标卡尺测量，厚度测量结果分布情况如图1-1(a)所示，两种渠道购买样品的厚度分布情况整体相似，主要集中于1.00mm—3.00mm范围，其中，互联网线上平台购买的样品厚度主要集中在1.00mm—3.00mm范围，在线下场所购买样品的厚度主要集中分布在2.00mm—3.00mm范围。结合图1-1(b)可知，目前市面上所售卖的炙烤牛肉片有超过1/2的其厚度分布在1.00mm—2.50mm范围内（占比53.9%），其中厚度在2.00—2.50mm占19.1%，厚度在1.00—1.50mm占18.8%，厚度在1.50—2.00mm占16%。表明目前市面上的炙烤牛肉片正在进行批量、规范化生产和销售。

样品厚度能够直接影响成品在食用时的口感，一般而言，样品厚度越小，其在食用时的口感就相对较好，与此同时，样品食用时的形状完整程度也会影响食用品质。通过调研发现，企业对烤肉的厚度规范主要集中在1.00mm—2.50mm范围内，具体厚度会因部位

不同而有所变化；餐饮店等实际生产场所其厚度略高，主要是影响因素较多，变动幅度较大。根据实际测量及预试验处理结果发现，当切片厚度 $\leq 2.00\text{ mm}$ 时，如图 1-2 所示，在调理腌制以及后续炙烤过程中牛肉肉片完整度会极大程度上遭受到损坏，碎片化严重，影响其食用品质；当切片厚度 $>2.00\text{ mm}$ 时，如图 1-3 所示，在肉片后续化冻及炙烤过程中能较大程度上保留肉片完整度。因此，为符合产业实际生产需求和市场消费习惯，将炙烤肉切片厚度定为 2.50 mm。

为保护肌肉细胞组织的完整性，减少汁液损失，行业中普遍采用 0°C~4°C 环境缓化措施。

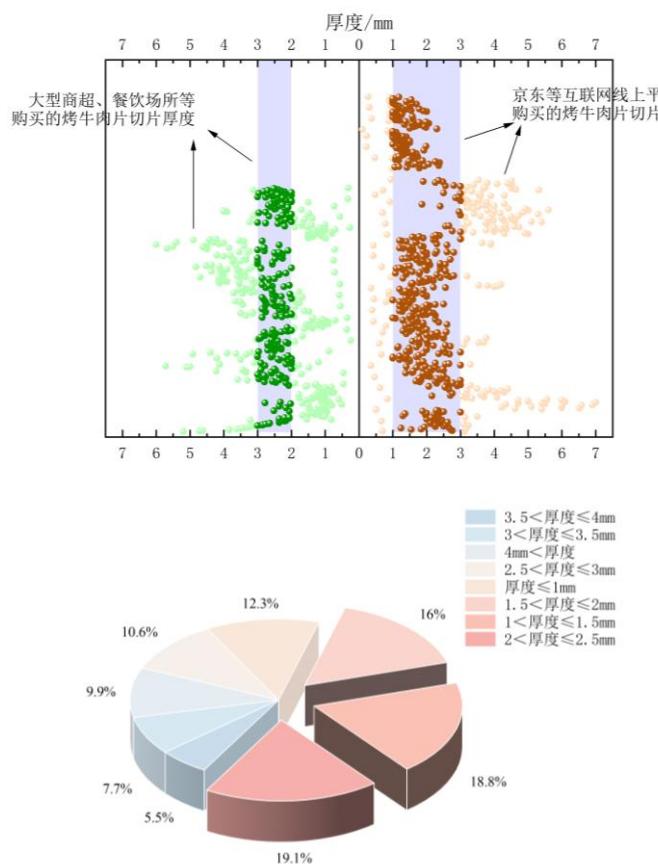


图 1-1 市面上购买的烤牛肉片切片厚度分布情况



图 1-2 厚度 $\leq 2.00\text{ mm}$ 的炙烤牛肉片

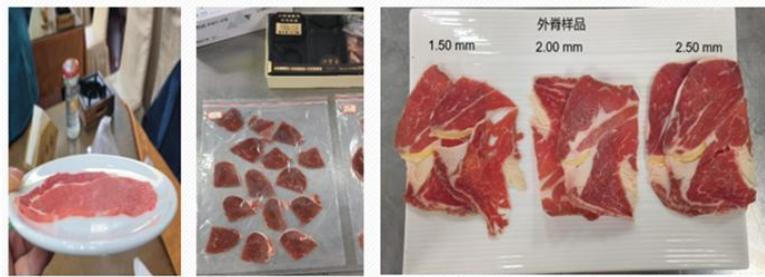


图 1-3 厚度 $> 2.00\text{ mm}$ 的炙烤牛肉片

【原标准】:

5.2 试样处理

取中心温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$ 的肉样，放入功率为 1500W 恒温水浴锅中 80°C 加热，用热电耦测温仪测量肉样中心温度，待肉样中心温度达到 70°C 时，将肉样取出冷却至中心温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$ 。用直径为 1.27cm 的圆形取样器沿与肌纤维平行的方向钻切肉样，孔样长度不少于 2.5cm ，取样位置应距离样品边缘不少于 5mm ，两个取样的边缘间距不少于 5mm ，剔除有明显缺陷的孔样，测定样品数量不少于 3 个。取样后应立即测定。

【现标准】:

7.2.1 常规用途样品

将放入蒸煮袋的待测肉样(7.1.1)于 80°C 恒温水浴锅中加热，

用热电耦测温仪测量肉样中心温度，待肉样中心温度达到 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，取出，密闭， $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下放置过夜。用圆形钻孔取样器沿与肌纤维平行的方向钻切，得到长度不少于 25 mm 的测定样品，取样位置应距离试样边缘不少于 5 mm ，两个取样的边缘间距不少于 5 mm ，剔除有明显缺陷的测定样品。测定样品数量不少于3个，立即测定。

7.2.2 涮制用途样品

待测肉样(7.1.2)置于加热至水沸腾的恒温水浴锅，分散放入，加热 30 s ，迅速取出，密闭，冷却至表面温度 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，避开筋膜，修割成长×宽为 $20\text{ mm}\times10\text{ mm}$ 的测定样品。测定样品数量不少于3个，立即测定。

7.2.3 炙烤用途样品

手持辐射温度计测量烤板温度至 $220\text{ }^{\circ}\text{C}\pm10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，放入待测肉样(7.1.3)，快速翻面加热。炙烤 170 s ，肉片表面呈微焦褐色为止，迅速取出，密闭，冷却至表面温度 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，避开筋膜，修割成长×宽为 $20\text{ mm}\times10\text{ mm}$ 的测定样品。测定样品数量不少于3个，立即测定。

修订依据及说明：

7.2.1 关于常规用途的试样处理：本条款是原标准中剪切力测定的规定，也是经典的肉类剪切力测定操作规程，在本标准中予以保留。但明确规定范围以有别于中式传统涮制和炙烤用肉剪切力测定评价。

7.2.2 关于涮制用途的试样处理：

(1) 关于涮制时间的确定

将牛外脊按照取样要求制备为标准样本。放入沸腾热水中分别涮制 15s、25s、35s、45s、55s，开展相关研究。

通过研究不同涮制时间对牛外脊胶原蛋白的影响表明，涮制 15s 的不溶性胶原蛋白含量及总胶原蛋白含量显著低于 45s 和 55s 时的含量 ($P<0.05$)，涮制 25s 的不溶性胶原蛋白含量及总胶原蛋白含量显著低于 55s 时的含量 ($P<0.05$)。外脊涮制 35 后的可溶性胶原蛋白含量显著高于 15s 及 25s 的 ($P<0.05$)。涮制 15 s 及 25 s 时的胶原蛋白溶解性显著低于 45 s 和 55 s 时 ($P<0.05$)。胶原蛋白是结缔组织的主要结构蛋白，对肉的嫩度及质地有很大影响，通常情况下，胶原蛋白的含量与肉的嫩度表现为一种负相关关系。因此初步判断涮制 25 s 及 35 s 时为最佳涮制时间范围。

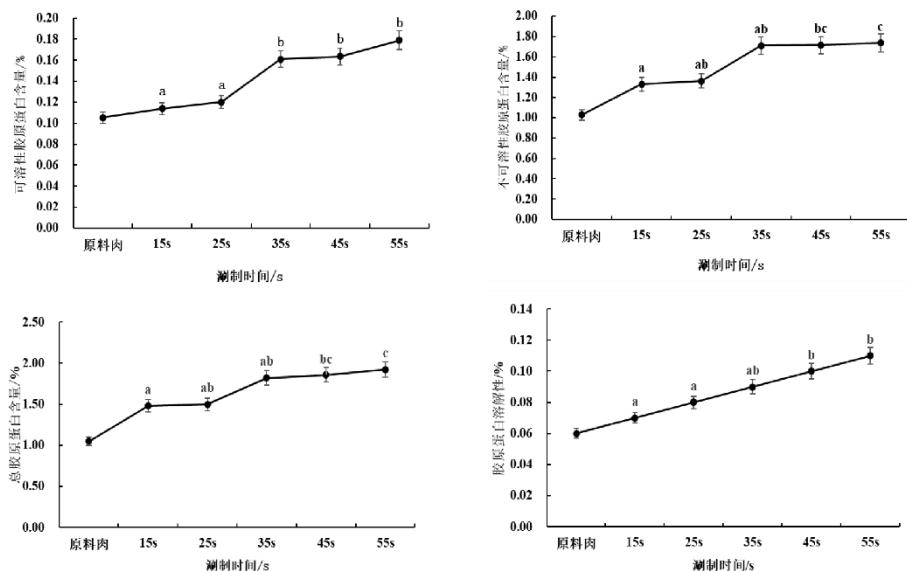


图 2-1 不同涮制时间下牛外脊部位结缔组织变化情况

通过电子鼻测定不同涮制时间下牛外脊部位肉香气成分表明，成分 1 和成分 2 在涮制牛肉中的贡献率分别为 42.30% 和 22.80%，PCA 模型累积贡献率为 65.10%，说明所建立的模型能在一定程度下反映

牛外脊部位肉涮制后的品质。图中不同样本分布于坐标系不同区域，涮制 45s、55s 及 15s 的牛肉在坐标中轴线左侧，涮制 25s、35s 的在坐标中轴线右侧，其余三个涮制时间下都有部分重合现象且分布较密集，说明经涮制后，气味特征相近，香气构成差别不大。

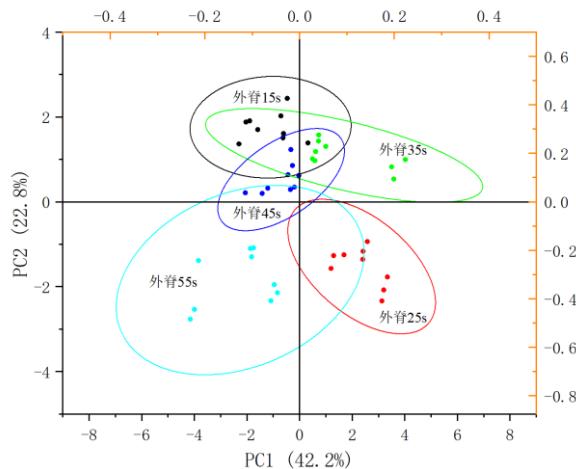


图 2-2 不同涮制时间下牛外脊部位肉电子鼻传感器主成分得分散点图

不同涮制时间下牛外脊部位感官评价研究发现，涮制 25s 与 35s 消费者对于牛肉的整体可接受性较好，其评分显著高于涮制 15s、45s 及 55s 的整体可接受性得分 ($P < 0.05$)。

表 5 不同涮制时间下牛外脊部位感官评分情况

涮制时间	嫩度	气味	多汁性	滋味	整体可接受性
15s	5.27±0.51 ^{ab}	4.89±0.46 ^b	5.42±0.26 ^b	5.45±0.23	5.36±0.25 ^c
25s	5.51±0.46 ^a	5.33±0.41 ^a	5.61±0.44 ^a	5.48±0.50	5.89±0.13 ^a
35s	5.47±0.28 ^a	5.27±0.37 ^a	5.57±0.36 ^a	5.52±0.34	5.82±0.33 ^a
45s	5.32±0.42 ^{ab}	5.38±0.35 ^a	5.48±0.25 ^b	5.39±0.12	5.66±0.13 ^b
55s	4.89±0.16 ^c	5.30±0.14 ^a	5.35±0.16 ^c	5.41±0.26	5.14±0.26 ^d

综合以上研究成果，确定涮制时间 30s。

(2) 关于样品测定方法的可靠性

将相关肉样按照取样要求制备为标准样本。放入沸腾热水中涮制 30s，将肉样取出冷却至表面温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$ 。将冷却后的肉样

避开筋膜，修割成 2cm×1cm 的肉样。

使用 TA-XT Plus 型食品质构仪 (V'型槽刀片 HDP/WBV) 进行剪切力测试，测试参数设定为：测前速度 5.0mm/s，测中速度 1.0mm/s，测后速度 10.0mm/s，测量高度 20mm。刀具规格与原标准一致。

表 6 不同畜禽肉涮制剪切力值 (N)

序号	鸡胸	猪背最长肌	牛背最长肌
1	10.05	14.68	11.95
2	8.18	15.01	13.36
3	10.63	11.42	18.07
4	9.49	13.96	15.38
5	9.86	9.88	15.37
6	9.59	15.71	24.97
7	10.15	13.53	14.89
8	9.56	15.45	23.76
9	11.05	12.78	21.55
10	8.57	11.88	18.56
11	10.70	11.79	13.48
12	11.52	13.18	25.56
13	9.24	12.80	12.88
平均值 ± 标准差	9.89 ± 0.95 ^c	13.24 ± 1.7. ^b	17.68 ± 4.80 ^a

表 6 数据表明，采用本方法对鸡胸肉、猪背最长肌、牛背最长肌进行剪切力测定，各组间存在显著差异 ($P < 0.05$)，且与前人对鸡肉、猪肉、牛肉嫩度横向比较的结果趋势一致。由此可以初步表明，本方法可以有效测定出不同品种的畜禽肉剪切力差异，方法有效。

表 7 不同部位牛肉涮制剪切力值 (N)

序号	黄瓜条	外脊
1	18.92	24.37
2	18.49	29.68
3	19.55	23.16
4	17.72	26.74
5	21.97	29.53
6	21.95	27.16
7	23.30	25.53
8	20.09	26.36
9	18.57	26.85
10	21.73	28.07
11	21.97	23.06
12	21.95	27.85
13	23.30	22.72
14	21.73	25.09
15	17.47	25.85
16	18.24	25.49
17	20.74	28.86
18	18.97	23.34
19	17.47	28.43
20	20.68	22.19
21	23.29	26.34
22	23.36	23.87
23	20.37	28.13
24	20.40	25.62
25	24.09	28.30
26	17.91	28.96
27	22.80	27.40
28	22.37	25.25
29	17.77	25.72
30	17.25	27.87
平均值±标准差	20.48 ± 2.15 ^b	26.26 ± 2.13 ^a

表 7 数据显示，采用本方法对牛肉不同部位进行剪切力测定，不同部位间存在显著差异 ($P<0.05$)，由此可以初步表明，本方法可以有效测定出牛肉不同部位间剪切力值差异，方法有效。

(3) 关于样品测定数量的确定

分别选取牛半腱肌（小黄瓜条）和牛背最长肌（外脊）各 9 个样品，按照 7.1.2 要求测定样品，每个样品分别测定 3 次，计算结果和相对偏差值。具体结果如下：

表 8 牛背最长肌涮制剪切力测定结果

样品编号	剪切力值 (N)	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	24.37	25.73	6.2
	29.68		14.2
	23.16		10.9
样本 2	26.74	27.81	3.9
	29.53		6.2
	27.16		2.3
样本 3	25.53	26.24	2.7
	26.36		2.3
	26.85		2.3
样本 4	23.06	24.54	6.0
	27.85		13.5
	22.72		7.4
样本 5	25.09	25.48	1.5
	25.85		1.5
	25.49		0.0
样本 6	28.86	26.88	7.4
	23.34		13.1
	28.43		5.8
样本 7	26.34	26.11	0.9
	23.87		8.6
	28.13		7.7
样本 8	25.62	27.63	7.3
	28.30		2.4
	28.96		4.8
样本 9	27.40	26.12	4.9
	25.25		3.3
	25.72		1.6

表9 牛半腱肌涮制剪切力测定结果

样品编号	剪切力值 (N)	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	21.97	22.41	2.0
	21.95		2.0
	23.30		4.0
样本 2	21.73	19.15	13.5
	17.47		8.8
	18.24		4.7
样本 3	20.74	19.06	8.8
	18.97		0.5
	17.47		8.4
样本 4	23.29	22.34	4.3
	23.36		4.6
	20.37		8.8
样本 5	20.40	18.52	10.2
	17.25		6.8
	17.91		3.3
样本 6	22.80	23.09	1.2
	22.37		3.1
	24.09		4.3
样本 7	18.92	18.99	0.4
	18.49		2.6
	19.55		3.0
样本 8	17.72	20.55	13.8
	21.97		6.9
	21.95		6.8
样本 9	23.30	20.65	12.8
	20.09		2.7
	18.57		10.1

表8、表9数据表明，同一肉样测定3次，测定值的相对偏差均≤

15%。符合原标准要求，由此表明 6.2.2 提出的规定要求具有可行性和有效性。

7.2.3 关于炙烤用肉的试样处理：

(1) 关于炙烤温度的确定

使用手持辐射温度计和计时器先后于烤肉宛、烤肉刘、老北京炙子烤肉、宜燃齐齐哈尔烤肉餐饮店实时测量炙烤时的铁板温度，根据调研及预试验处理结果将炙烤铁板温度定为 $220 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，当铁板温度达到 $220 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 时开始放入肉片进行炙烤加工。



(2) 关于炙烤时间的确定

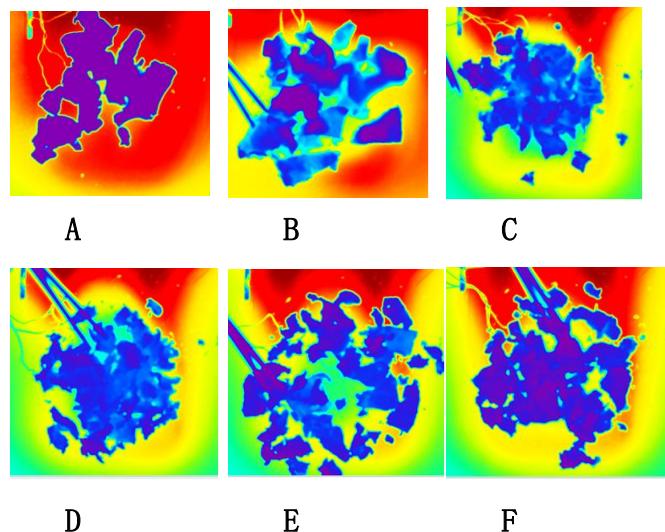


图 3-1 炙烤加工过程中肉片表面温度随时间变化情况热成像图

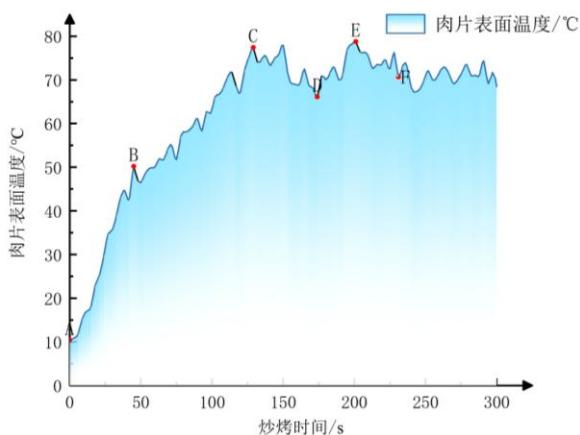


图 3-2 炙烤加工过程中肉片表面温度随时间变化情况

表 10 关键时间节点选择与肉片表面温度情况

	炙烤时间/s	肉片表面温度/°C
A	0	10.34 ± 0.60
B	45 ± 3	46.77 ± 4.59
C	129 ± 3	77.41 ± 2.34
D	174 ± 3	66.10 ± 3.42
E	201 ± 3	78.74 ± 2.12
F	231 ± 3	70.69 ± 2.21

炙烤过程中肉品质是一个持续变化的过程，使用红外热成像仪辅助观察肉片在炙烤加工过程中的表面温度变化情况，肉片表面温

度以及烹饪过程中整体环境温度变化情况见错误!未找到引用源。、

图 3-。由图 3-1 可见，肉片图像颜色逐渐由紫色→蓝色→绿色变化，表明肉片表面温度在逐渐上升，当温度达到 $77.41 \pm 2.34^\circ\text{C}$ 、时间为 $129 \pm 3\text{s}$ 时 (C 点)，样品图像绝大部分呈现由紫色向蓝色过渡，表明其被均匀加热 (基本受热均匀)。

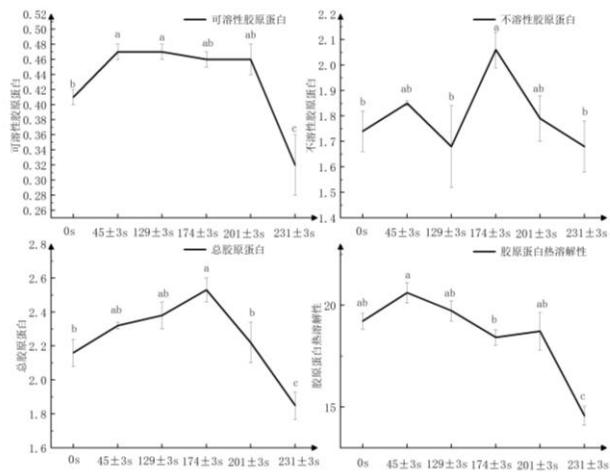


图 3-3 不同炙烤时间对牛肉结缔组织影响

由图可看出，炙烤牛肉中可溶性胶原蛋白呈现先上升后下降趋势。肉中胶原蛋白热溶解性在 45–201s 时显著高于 231s，表明其溶解性在炙烤时间大于 201s 后呈现下降趋势，可能不利用肉品嫩度改善。因此，据肉中可溶性胶原蛋白含量及胶原蛋白热溶解性变化初步判断中式炙烤牦牛肉的适宜炙烤时间为 45–201s 范围内。

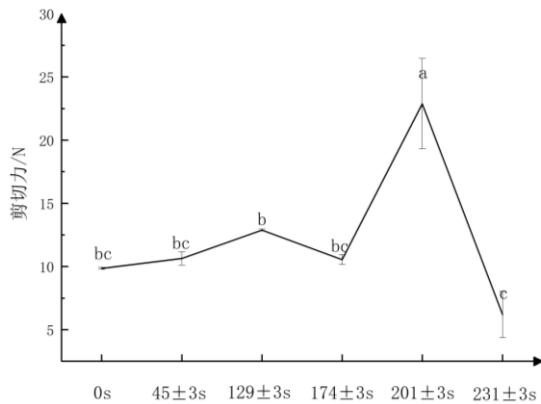


图 3-4 炙烤时间对牛肉剪切力的影响

由图 3-4 可见, 炙烤时间 201s 处理组剪切力值显著高于其他处理时间组, 表明该时间点下肉质嫩度较差, 45–174s 时间范围内无显著差异。

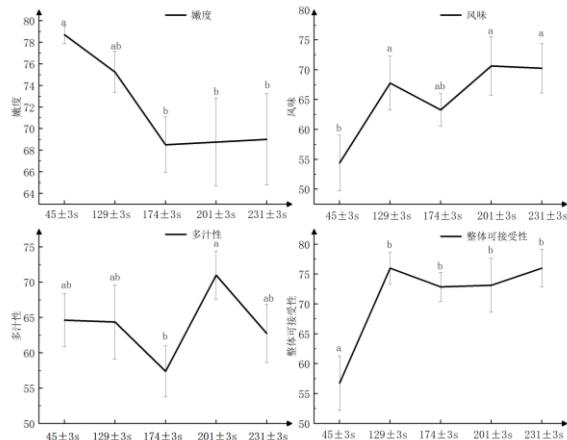


图 3-5 不同炙烤时间段消费者嗜好性评价结果

由图可看出, 炙烤时间 45s 时的嫩度评分显著高于 174s 及其往后的时间段, 与 129s 无显著差异, 但 129s 与往后延长的时间段之间也表现无显著差异, 表明炙烤时间 129s 及其往后时间点的整体可接受性评分显著高于 45s, 表明炙烤时间 $\geq 129s$ 时样品整体可接受性较好。

由肉中可溶性胶原蛋白含量及胶原蛋白热溶解性变化可判断出 45–201s 为较适宜进行炙烤加工的时间范围，由消费者嗜好性评价结合加工过程热成像图分析可知，炙烤时间 $\geq 129\text{s}$ 为较适宜进行炙烤加工的一个关键时间控制点，结合薄片剪切力测试结果分析发现 129s–174s 为较适宜进行炙烤加工的时间控制范围。综合三方面分析结果，并考虑到操作过程中时间冗余度，初步确定中式炙烤肉的加工时间范围为 170s。

(3) 关于样品测定方法的可靠性不同品种畜禽肉炙烤条件下剪切力差异如图 4 所示，针对羊背最长肌、牛的辣椒条、背最长肌以及小黄瓜条部位肉切片炙烤后的剪切力差异比较分析可得，羊背最长肌炙烤后剪切力值最小，显著低于牛肉各部位肉 ($P < 0.05$)，嫩度最佳。这可能是由于羊肉中的脂肪分布均匀，且肌肉纤维较细，结缔组织较少，在热加工条件下能更好地保持水分，减少汁液流失，保持较好的嫩度。此外，牛的各部位肉炙烤后剪切力差异显著 ($P < 0.05$)，牛小黄瓜条嫩度较低，其次是，辣椒条嫩度最好。这可能是因为牛的不同部位肌肉在日常活动中的使用频次及运动量不同，导致了肌纤维结构及结缔组织存在差异。因此，从炙烤条件下剪切力的差异性分析可得羊肉和牛肉两种原料肉可以有效区分 ($P < 0.05$)。此外，牛的不同部位肉之间也可以显著区分 ($P < 0.05$)。

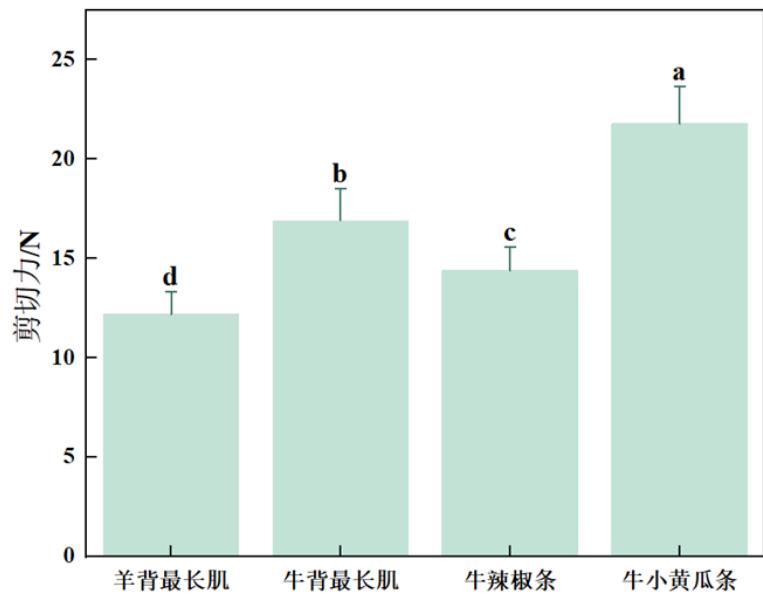


图 4 不同品种畜禽炙烤条件下剪切力差异分析

(4) 关于样品测定数量的确定

分别选取羊背最长肌和牛背最长肌各 9 个样品，按照 7.2.3 要求测定样品，每个样品分别测定 3 次，计算结果和相对偏差值。具体结果如下：

表 11 羊背最长肌炙烤剪切力测定结果

样品编号	剪切力值 (N)	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样品 1	109.37	125.77	13.0
	139.65		11.0
	128.28		2.0
样品 2	125.93	115.67	8.9
	109.37		5.5
	111.72		3.4
样品 3	138.96	127.79	8.8
	125.93		1.5
	118.48		7.3
样品 4	128.28	119.17	7.7
	118.29		0.7
	110.94		6.9
样品 5	106.82	108.88	1.9
	121.91		12.0
	97.90		10.1
样品 6	110.74	107.08	3.4
	113.58		6.1
	96.92		9.5
样品 7	117.60	122.24	3.8
	122.40		0.1
	126.71		3.7
样品 8	108.78	111.69	2.6
	107.60		3.7
	118.68		6.3
样品 9	131.61	120.21	9.5
	120.34		0.1
	108.68		9.6

表 12 牛背最长肌炙烤剪切力测定结果

样品编号	剪切力值 (N)	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样品 1	175.32	152.62	14.9
	140.53		7.9
	142.00		7.0
样品 2	157.00	168.36	6.8
	166.40		1.2
	181.69		7.9
样品 3	154.15	151.48	1.8
	156.80		3.5
	143.47		5.3
样品 4	162.19	168.17	3.6
	168.95		0.5
	173.36		3.1
样品 5	187.08	166.21	12.6
	148.37		10.7
	163.17		1.8
样品 6	182.97	177.74	2.9
	169.44		4.7
	180.81		1.7
样品 7	185.22	168.66	9.8
	175.91		4.3
	144.84		14.1
样品 8	146.02	152.62	4.3
	161.70		6.0
	150.14		1.6
样品 9	147.00	146.31	0.5
	136.12		7.0
	155.82		6.5

表 11、表 12 数据表明，同一肉样测定 3 次，测定值的相对偏

差均 $\leq 15\%$ 。符合原标准要求，由此表明 6.3.3 提出的规定要求具有可行性和有效性。

【原标准】：

6.1 仪器及刀具

6.1.1 测定仪器要求

6.1.1.1 测定仪器的准确度应使用国家法定计量单位认可的标准砝码测试，测定仪器的测定值与检测标准砝码的准确值的误差范围应在 $\pm 0.1\%$ 以内，测定仪器应具有校准能力。

6.1.1.2 测定仪器的最大量程应 $\geq 49N$ ，最低作用力感应值应 $\leq 0.0098N$ ，仪器精度应 $\leq 0.02\%$ 。

【现标准】：

调整至 5.1.1 仪器基本要求

【原标准】：

6.1.2 刀具规格(图 1)

刀具厚度 $3.0mm \pm 0.2mm$ ，刃口内角度 60° ，内三角切口的高度 $\geq 35mm$ ，砧床口宽 $4.0mm \pm 0.2mm$ 。

6.1.3 剪切速度： $1mm/s$

6.1.4 空载剪切力要求

仪器空载运行所受到的最大剪切力应 $\leq 0.147N$ 。

【现标准】：

调整至 5.1.2 刀具要求。

修订依据及说明：

将原标准中此部分内容调整至现标准 5.1 剪切力设备部分。

【原标准】:

6. 2 测定

将孔样置于仪器的刀槽上，使肌纤维与刀口走向垂直，启动仪器剪切肉样，测得刀具切割这一用力过程中的最大剪切力值(峰值)，为孔样剪切力的测定值。

【现标准】:

7. 3 测定

7. 3. 1 常规用途样品

将测定样品(7. 2. 1)置于仪器(5. 1)的刀槽上，肌纤维与刀口走向垂直，测定刀具切割过程中的剪切力峰值。

7. 3. 2 涮制与炙烤用途样品

将测定样品(7. 2. 2、7. 2. 3)置于仪器(5. 1)的刀槽上，肌纤维与刀口走向平行，测定刀具切割过程中的剪切力峰值。修订依据及说明：

(1) 关于常规用途的肉样测定：

本条款沿用原标准描述，不做修订。

(2) 关于涮制和炙烤用途的肉样测定：

本条款针对薄切肉片样品的肌纤维走向是与刀口走向平行加以明确。其他操作要求与原标准一致。

8 测定数据处理

【原标准】:

7 嫩度计算

记录所有的测定数据，取各个孔样剪切力的测定值的平均值扣除空载运行最大剪切力，计算肉样的嫩度值。

【现标准】：

记录所有的测定数据，取各个样品剪切力的测定值的平均值扣除空载运行最大剪切力，按式（1）计算样品的剪切力值：

样品剪切力值的计算公式：

式中：

X ——样品的剪切力值；

$X_1 \dots \dots_n$ —有效重复样品的最大剪切力值;

X_0 ——空载运行最大剪切力值；

n ——有效样品的数量。

测定结果以平行测定的算术平均值表示，保留至小数点后2位。

修订依据及说明:

嫩度是剪切力值和感官柔软程度的综合体现，因此，原标准中的“嫩度计算”表述不够准确。因此，现标准将修订为“剪切力值计算”。本标准保留引用原标准所规定的剪切力值计算的相关规定。只是进一步明确公式所计算的是样品的剪切力值。

9 精密度

【原标准】：

9 允许差

同一肉样，有效孔样的测定值允许的相对偏差应 $\leq 15\%$ 。

【现标准】:

9 精密度

在重复性条件下，每个独立测定结果与其算术平均值的绝对差值不大于该算术平均值的 15 %。

修订依据及说明：

为保持本标准检测结果与原测定结果的一致性和可比性，本标准保留引用原标准所规定的允许差的相关规定。

10 数据记录

【原标准】:

8 数据记录

记录数据时应仔细填写所取肉样种类、取样部位及检测数据。

【现标准】:

10 记录

详细记录测定肉样种类、取样部位、加工方式及检测数据等信息。

修订依据及说明：

从操作的顺序角度，应先对数据是否有效进行检验，然后对有效数据进行记录。因此，本标准将原标准中的数据记录调整至精度后。

本标准增加了涮制和炙烤用途肉眼的测定，为此，在数据记录中增加了对烹饪方式的条目，其余保留引用原标准所规定的数据记

录的相关规定。

11 附录说明

【原标准】:

无

【现标准】:

本标准补充了沃布氏剪切力仪的刀具尺寸图。已规范性附录形式对沃布氏剪切力仪和质构仪的刀具形状和尺寸加以明确。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益。

(一) 试验验证的分析、综述报告

1. 本标准主要开展以下研究

(1) 漏制方式下肉品质评价方法标准化研究

主要通过开展市场调研明确切片厚度，探究肉品在漏制过程中的结缔组织特性变化规律、GC-IMS、电子鼻检测出的挥发性风味物质变化情况，结合消费者感官评价结果，明确漏制时间，建立漏制方式下肉品质标准化评价方法。具体研究数据和结果详见编制说明中的相关部分。

(2) 炙烤方式下肉品质评价方法标准化研究

主要通过开展市场调研明确切片厚度、炙烤温度，探究肉品在炙烤加工过程中的胶原蛋白特性变化、剪切力变化规律和消费者嗜好性评价结果，明确炙烤时间，建立中式炙烤方式下肉品质标准化

评价方法。具体研究数据和结果详见编制说明中的相关部分。

2. 验证报告

标准起草组分别邀请河北科技大学食品与生物学院、石家庄学院农业与食品科学系、青海省畜牧兽医科学院等3家科研单位对本标准制定的涮制和炙烤畜禽肉剪切力方法进行了验证试验。具体验证单位名称、验证项目及验证结论见下表。

表 13 涮制、炙烤畜禽肉剪切力方法验证企业信息

序号	验证单位名称	验证项目	验证结论
1	河北科技大学	畜禽肉中式涮制、炙烤 剪切力法验证测试	有效测定值相对偏差 符合标准要求
2	石家庄学院	畜禽肉中式涮制、炙烤 剪切力法验证测试	有效测定值相对偏差 符合标准要求
3	青海省畜牧兽医科学院	畜禽肉中式涮制、炙烤 剪切力法验证测试	有效测定值相对偏差 符合标准要求

具体验证数据与结果见下列各表。

1. 河北科技大学食品与生物学院验证结果

(1) 涮制用肉剪切力测定方法验证情况

选取生鲜畜禽肉为检测样品，按照标准规定进行样品处理、剪切力测定、有效测定值相对偏差等主要操作步骤实施，开展涮制畜禽肉剪切力值测定，具体数据见下表。

表1 涮制牛小黄瓜条剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	12.05	12.41	5
	13.29		12
	11.90		7
样本2	14.86	14.77	1
	15.23		5
	14.24		5
样本3	15.72	15.98	7
	15.76		2
	15.47		5
样本4	16.36	15.66	7
	15.59		1
	15.05		6
样本5	13.18	12.82	5
	11.93		11
	13.36		7
样本6	12.31	12.37	1
	12.34		0
	12.47		1

表 2 涝制羊上脑剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	10.62	11.33	6
	12.83		13
	10.55		7
样本 2	9.49	9.61	1
	9.40		2
	9.95		4
样本 3	11.52	11.86	3
	12.69		7
	11.36		4
样本 4	10.22	10.63	4
	10.34		3
	11.33		7
样本 5	11.16	10.78	4
	11.28		5
	9.89		8
样本 6	10.01	9.69	3
	9.76		1
	9.30		4

表3 涫制猪通脊剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	11.56	11.15	5
	11.04		1
	10.85		4
样本2	10.95	10.36	8
	9.81		7
	10.32		1
样本3	12.21	11.46	9
	10.86		7
	11.32		2
样本4	11.15	11.34	2
	12.01		8
	10.86		6
样本5	12.46	12.32	2
	13.13		9
	11.37		10
样本6	10.48	10.58	1
	10.02		7
	11.25		9

表4 涼制鸡胸肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	3.78	3.76	0
	3.57		5
	3.93		5
样本2	4.61	4.32	7
	4.04		7
	4.30		0
样本3	3.51	3.46	1
	3.71		7
	3.16		9
样本4	3.59	3.55	1
	3.82		8
	3.24		9
样本5	3.94	3.83	3
	3.60		6
	3.95		3
样本6	4.32	4.43	3
	4.76		8
	4.22		5

(2) 炙烤用肉剪切力测定方法验证情况

选取生鲜畜禽肉为检测样品，按照标准中说明进行样品处理、剪切力测定、有效测定值相对偏差等主要操作步骤实施，开展炙烤畜肉剪切力值测定，具体数据见下表。

表 5 炙烤牛臀肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	169.25	156.39	8
	150.96		3
	148.97		5
样本 2	160.81	155.34	4
	145.33		6
	159.87		3
样本 3	137.86	144.28	4
	156.89		9
	138.1		4
样本 4	136.87	148.49	8
	157.63		6
	150.98		2
样本 5	166.46	154.67	8
	145.59		6
	151.95		2
样本 6	147.59	150.93	2
	168.23		11
	136.98		9

表 6 炙烤羊眼肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	111.98	121.46	8
	123.84		2
	128.56		6
样本 2	136.95	128.77	6
	133.91		4
	115.45		10
样本 3	113.86	116.18	2
	122.62		6
	112.07		4
样本 4	118.17	121.91	3
	132.21		8
	115.34		5
样本 5	142.73	127.88	12
	130.89		2
	110.01		14
样本 6	122.76	122.35	0
	133.41		9
	110.89		9

表 7 炙烤猪通脊剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	121.29	134.20	10
	135.13		1
	146.17		9
样本 2	115.56	132.81	13
	137.98		4
	144.88		9
样本 3	132.25	125.37	5
	117.89		6
	125.96		0
样本 4	146.71	144.51	2
	153.54		6
	133.28		8
样本 5	136.63	133.64	2
	114.19		15
	150.09		12
样本 6	134.29	131.09	2
	121.56		7
	137.41		5

验证结论

按照标准（预审稿）中的各项要求对样品进行了前处理及剪切力值测定，验证工作进展顺利。实现涮制与炙烤用途的牛肉、羊肉、猪肉和鸡肉剪切力的相关检测工作目标，有效测定值相对偏差均≤15%，符合标准要求。

2. 石家庄学院农业与食品科学系检验结果

(1) 涮制用肉剪切力测定方法验证情况

选取生鲜畜禽肉为检测样品，按照标准规定进行“样品处理、剪切力测定、有效测定值相对偏差等主要操作步骤实施，开展涮制畜禽肉剪切力值测定，具体数据见下表。

表1 涮制牛小黄瓜条剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	14.13	13.43	5
	13.24		1
	12.91		4
样本2	13.81	14.76	6
	16.13		9
	14.34		3
样本3	15.62	15.93	2
	17.71		9
	14.47		9
样本4	14.28	15.37	7
	16.18		5
	15.64		2
样本5	13.78	13.42	3
	12.13		10
	14.36		7
样本6	11.31	11.61	3
	12.56		8
	10.97		6

表 2 涮制羊上脑剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	10.62	10.70	1
	11.93		11
	9.55		11
样本 2	10.49	10.46	0
	9.94		5
	10.95		5
样本 3	11.02	11.99	8
	12.19		6
	12.76		6
样本 4	10.89	10.92	0
	10.24		6
	11.63		7
样本 5	11.76	11.01	7
	11.08		1
	10.19		7
样本 6	12.12	10.85	12
	10.87		0
	9.56		12

表3 涫制猪通脊剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	11.13	11.85	6
	11.56		2
	12.85		8
样本2	10.81	10.50	3
	10.12		4
	10.56		1
样本3	12.61	11.70	8
	11.86		9
	10.62		9
样本4	11.75	11.71	0
	12.41		6
	10.98		6
样本5	13.19	12.91	2
	13.74		6
	11.81		9
样本6	11.98	11.28	6
	10.51		7
	11.35		1

表4 涼制鸡胸肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	4.15	4.21	2
	3.67		13
	4.82		14
样本2	4.45	4.45	0
	4.23		5
	4.67		5
样本3	3.24	3.40	5
	3.76		6
	3.21		6
样本4	4.29	3.90	10
	3.62		7
	3.78		3
样本5	4.94	4.42	12
	4.36		1
	3.97		10
样本6	4.02	4.48	10
	4.56		2
	4.87		9

(2) 炙烤用肉剪切力测定方法验证情况

选取生鲜畜禽肉为检测样品，按照标准中说明进行样品处理、剪切力测定、有效测定值相对偏差等主要操作步骤实施，进行炙烤畜肉剪切力值测定，具体数据见下表。

表 5 炙烤牛肩肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	138.15	149.32	7
	151.21		1
	158.61		6
样本 2	145.18	147.86	2
	140.63		5
	157.78		7
样本 3	157.68	150.26	5
	153.19		7
	139.91		7
样本 4	156.45	151.40	3
	147.62		2
	150.13		1
样本 5	160.16	157.24	2
	155.51		1
	156.05		1
样本 6	146.439	148.15	1
	160.13		8
	137.88		7

表 6 炙烤羊臀肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	131.18	127.37	3
	123.48		3
	127.46		0
样本 2	146.95	136.40	8
	136.92		0
	125.34		8
样本 3	133.46	133.03	0
	142.65		8
	122.97		8
样本 4	137.67	133.48	3
	133.43		0
	129.35		3
样本 5	147.74	133.15	11
	130.31		2
	121.41		9
样本 6	150.16	142.41	5
	137.51		3
	139.56		2

表 7 炙烤猪通脊剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	127.32	132.51	4
	129.99		2
	140.23		6
样本 2	119.12	134.68	12
	147.33		9
	137.58		2
样本 3	135.34	131.80	3
	125.29		2
	134.76		2
样本 4	157.47	151.34	4
	143.38		5
	153.17		1
样本 5	133.45	134.86	1
	127.18		6
	143.95		7
样本 6	137.15	135.96	1
	132.47		3
	138.26		2

验证结论

按照标准（预审稿）中的各项要求对样品进行了前处理及剪切力值测定，验证工作进展顺利。实现涮制与炙烤用途的牛肉、羊肉、猪肉和鸡肉剪切力的相关检测工作目标，有效测定值相对偏差均≤15%，符合标准要求。

3. 青海省畜牧兽医科学院验证结果

(1) 涮制用肉剪切力测定方法验证情况

选取生鲜畜禽肉为检测样品，按照标准规定进行样品处理、剪切力测定、有效测定值相对偏差等主要操作步骤实施，开展涮制畜禽肉剪切力值测定，具体数据见下表。

表1 涮制牦牛外脊条剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	37.37	40.83	8
	39.51		3
	45.61		12
样本2	43.34	37.91	14
	36.28		4
	34.12		10
样本3	47.56	41.60	14
	40.36		11
	36.89		11
样本4	45.31	40.93	11
	38.21		7
	39.27		4
样本5	51.27	46.15	11
	39.89		14
	47.28		2
样本6	39.76	39.56	1
	42.37		7
	36.54		8

表 2 涮制藏羊上脑剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	21.29	21.87	3
	25.13		15
	19.20		12
样本 2	19.31	20.59	6
	19.98		3
	22.47		9
样本 3	24.13	21.46	12
	20.35		7
	19.89		7
样本 4	24.21	22.42	8
	20.87		7
	22.19		1
样本 5	26.51	24.71	7
	23.45		5
	24.17		2
样本 6	25.11	22.04	14
	21.09		4
	19.91		10

表3 涫制猪通脊剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	11.61	11.95	3
	12.39		4
	11.86		1
样本2	10.31	11.06	7
	10.98		1
	11.89		8
样本3	13.01	12.01	8
	11.65		5
	11.37		5
样本4	10.81	11.90	9
	13.51		13
	11.39		4
样本5	12.91	11.60	11
	10.89		6
	11.01		5
样本6	11.23	12.23	8
	13.10		7
	12.35		1

表4 涼制鸡胸肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本3次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本1	4.31	4.18	3
	4.51		8
	3.73		11
样本2	4.13	4.17	1
	3.65		12
	4.73		13
样本3	3.41	3.40	0
	3.67		8
	3.12		8
样本4	4.09	4.16	2
	4.61		11
	3.78		9
样本5	4.86	4.27	14
	4.21		1
	3.73		13
样本6	4.12	4.31	4
	4.67		8
	4.13		4

(2) 炙烤用肉剪切力测定方法验证情况

选取生鲜畜禽肉为检测样品，按照标准中说明进行样品处理、剪切力测定、有效测定值相对偏差等主要操作步骤实施，开展炙烤畜肉剪切力值测定，具体数据见下表。

表 5 炙烤牦牛臀肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	158. 51	169. 50	6
	171. 36		1
	178. 63		5
样本 2	169. 31	169. 64	0
	174. 35		3
	165. 27		3
样本 3	173. 12	170. 65	1
	179. 21		6
	159. 62		6
样本 4	181. 02	173. 00	5
	169. 51		2
	168. 47		3
样本 5	168. 89	170. 30	1
	175. 68		3
	166. 33		2
样本 6	185. 29	177. 05	5
	176. 52		0
	169. 33		4

表 6 炙烤藏羊臀肉剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	152. 37	153. 21	1
	147. 56		4
	159. 69		4
样本 2	158. 27	159. 45	1
	149. 88		6
	170. 19		7
样本 3	150. 23	156. 22	4
	161. 09		1
	157. 34		1
样本 4	169. 18	156. 27	8
	150. 34		4
	149. 28		4
样本 5	157. 81	156. 42	1
	152. 36		3
	159. 10		2
样本 6	169. 10	157. 32	7
	149. 59		5
	153. 26		3

表 7 炙烤猪通脊剪切力值测定结果 (N)

样品编号	剪切力值	样本 3 次单测平均值	相对偏差值 (%)
样本 1	135.91	130.92	4
	129.31		1
	127.53		3
样本 2	129.65	135.90	5
	137.94		2
	140.11		3
样本 3	136.11	133.03	2
	130.91		1
	132.07		1
样本 4	149.27	148.74	0
	157.69		6
	139.27		6
样本 5	136.01	134.53	1
	130.16		3
	137.41		2
样本 6	141.78	135.91	4
	136.91		1
	129.05		5

验证结论

按照标准（预审稿）中的各项要求对样品进行了前处理及剪切力值测定，验证工作进展顺利。实现涮制与炙烤用途的牛肉、羊肉、猪肉和鸡肉剪切力的相关检测工作目标，有效测定值相对偏差均≤15%，符合标准要求。

(二)、技术经济论证、预期的经济效益、社会效益和生态效益

我国肉类生产与加工逐渐由引进效仿西方模式转向建立中国消费模式，市场消费特点由模仿型转向个性化、多样化，市场竞争由数量扩张和价格竞争转向质量型、差异化的新阶段。目前，肉类品质指标与检测方法主要参照欧美等国家煎烤用肉品质评价体系，不能满足日趋旺盛的中式烹饪方式条件下对肉类品质评价的客观需求。本标准颁布实施后，不仅能够为涮制和中式炙烤烹饪方式用肉品质提供客观的嫩度检测依据，而且也为未来其他中式烹饪方式的肉品质评价方法的标准化发展提供了新思路，有利于中国食品加工领域的标准化发展。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本标准中所涵盖的范围、规范性引用文件、术语和定义、原理、仪器、样品处理、测定、剪切力计算、数据记录和允许差等各章均不涉及与国际、国外同类标准技术内容的对比情况。

经查，国际和国外均没有《肉嫩度的测定 剪切力测定法》此类标准，无需开展相关试验验证对比工作。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因。

经查，国内外均没有《肉嫩度的测定 剪切力测定法》此类标准，本标准不存在采标问题。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本文件的制定符合《中华人民共和国食品安全法》等相关法律、行政法规规定。与现行基础标准《肉嫩度的测定 剪切力测定法》相衔接，遵循政策性和协调同一性的原则。本文件与现行法律法规和相关标准无重复交叉。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件在制定（修订）过程中不存在重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

经查，未识别到与本文件技术内容有关的专利。

九、贯彻标准的要求和措施建议

组织标准学习，加大对标准的宣传及贯彻力度，建议农业行政主管部门采用本文件对剪切力测定法肉嫩度进行指导。

- (一) 建议标准自新标准发布时通过报纸、媒体、网络等多种渠道开展广泛的宣传活动；
- (二) 建议组织企业生产部门、检测部门、监管部门以及企业其他相关人员开展标准的培训；
- (三) 建议于标准发布后的3-6个月正式实施本标准。因标准的宣传、培训及贯彻需要时间。

十、其他应予说明的事项

本文件没有说明的其他事项。

附表 1 预审会议审查意见汇总处理表

标准名称: 肉嫩度的测定 剪切力法

共 3 页

标准项目承担单位: xxx

2025 年 10 月 17 日 填写

序号	标准章条编号	意见内容	提出单位	处理意见	备注
1	标题	标准名称改为“肉嫩度的测定 剪切力法”。	专家组	采纳	
2	前言	根据标准内容修改技术变化内容。	专家组	采纳	
3	1	删除“的原理、仪器、样品处理、测定、剪切力计算、数据记录和允许差”，改为“本文件规定了肉嫩度测定的剪切力方法”。	专家组	采纳	
4	3.1	增加“注：单位为牛顿（N）。”删除“剪切力值与嫩度负相关”。	专家组	采纳	
5	3.3	删除“将”。	专家组	采纳	
6	3.4	删除“将”。	专家组	采纳	
7	4	将内容改为“通过测定仪器的传感器记录刀具切割肉样时的用力情况，用测定的峰值作为剪切力值”。	专家组	采纳	
8	5.1	将 7.1、7.2 的仪器要求和刀具要求移至本章	专家组	采纳	

		节。			
9	5.2~5.7	删除真空包装机的要求，增加各仪器设备的测量精度。	专家组	采纳	
10	6.1	改为“常规用途样品：生鲜肉样品剔除表面的筋、腱、膜及脂肪后，0℃~4℃保存。”	专家组	采纳	
11	7.1.2	改为：“用全自动切片机将冷冻的肉样以垂直于肌纤维走向切成厚度1.5mm的待测肉样，于密闭容器中0℃~4℃解冻，解冻完全后待测。”	专家组	采纳	
12	7.1.3	改为：用全自动切片机将冷冻的肉样以垂直于肌纤维走向切成厚度2.5mm的待测肉样，于密闭容器中0℃~4℃解冻，解冻完全后待测。”	专家组	采纳	
13	7.2	简化表述方式。	专家组	采纳	
14	7.3	将样品、设备、刀具在本标准的要求引用至本节	专家组	采纳	
15	8	增加数据的有效单位	专家组	采纳	
16	9	改为“在重复性条件下，每个独立测定结果与其算术平均值的绝对差值不大于该算术平均值的15%。”	专家组	采纳	

17	10	改为：“详细记录测定肉样种类、取样部位、加工方式及检测数据等信息。”	专家组	采纳	
18	附录	修改图标题			

说明：意见共计 18 条，全部采纳。