



现代化热剔骨工艺研究进展

孙志昶^{1,2}, 李永鹏², 赵会平¹, 余群力², 孙宝忠^{1,*}

(1. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193; 2. 甘肃农业大学食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 阐述了现代化热剔骨工艺的特点及热剔骨工艺中的肉品成熟嫩化过程, 同时介绍了国际热剔骨工艺研究领域及肉类成熟领域的研究进展, 对这一领域的发展进行了总结, 并提出在该研究领域中引入电刺激等品质改良方法以提高热剔骨工艺肉品品质的建议。

关键词: 热剔骨; 成熟; 品质改善

Research Progress in Modern Hot Deboning Technology

SUN Zhi-chang^{1,2}, LI Yong-peng², ZHAO Hui-ping¹, YU Qun-li², SUN Bao-zhong^{1,*}

(1. Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

2. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: This article describes the characteristics of modern hot deboning technology and meat tenderization process in hot deboning, and introduces research progresses in international hot deboning and meat aging field and summarizes the development of the field. Meanwhile, a suggestion that electric stimulation and other methods should be introduced into the field to improve meat quality is put forward.

Key words: hot deboning; aging; quality improvement

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2011)02-0039-03

1 冷却肉生产过程中的热剔骨工艺以及成熟过程

冷却肉是指经兽医检验无病的肉用动物, 在国家批准的屠宰厂内进行屠宰后, 然后进行分割、剔骨、包装, 并始终在低温下储藏、运输的肉。冷却肉的肉温始终要保持在 $-2.2 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间。

冷却分割肉的加工允许有两种剔骨工艺, 即冷剔骨和热剔骨。冷剔骨指胴体的二分体在冷却后再进行分割剔骨。热剔骨指不经冷却过程而直接进行分割剔骨, 然后再进行冷却。

将近一个世纪以来, 大型屠宰场实行的都是冷剔骨工艺。胴体去内脏后, 先被冷却, 然后剔骨分割被加工成各种分割肉及边角料^[1]。为了适应更低能耗的商业要求, 发达国家从 80 年代开始就越来越重视对热剔骨工艺的研究^[2]。这里所谓的热剔骨, 与我国作坊式的分割剔骨不同, 这是一种能够应用于现代化肉类工业生产中的技术。例如其对卫生安全的要求就相当高, 不但要有严格的控制条件, 还必须具备完整的微生物监控和风险评估机制^[3-4]。

成熟过程是肉在完成分割剔骨工艺后自然嫩化的过程。人们还不完全了解成熟的机理, 只是知道蛋白水解是成熟过程中最主要的变化, 而肉中的内源性蛋白酶起到了主要作用^[5-6]。虽然还没有完全弄清成熟的机理, 但人们早就开始通过成熟来改善肉的品质, 如利用电击加速成熟过程等^[7]。

2 热剔骨工艺的特点

中国传统屠宰工艺及现在很多中小屠宰场所实行的剔骨工艺, 从剔骨的时间来讲就是热剔骨工艺, 但这还不能够直接应用于现代化肉类工业生产。热剔骨真正要应用于大工业生产中必须具备良好的卫生条件, 已达到将微生物风险控制在可接受范围内的目的。根据中华人民共和国商务部所颁布的《出口商品技术指南》, 采用热剔骨工艺时应确保以下原则: 热剔骨工艺的分割间环境温度不应超过 15°C ; 从放血到剔骨分割加工成分割成品的时间不应超过 90min; 冷却间的环境温度在 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 之间, 肉的中心温度应在 24h 内降低至 7°C 以下; 冷冻

收稿日期: 2010-12-18

基金项目: 国家现代农业(肉牛)产业技术体系资助项目(nycytx-38)

作者简介: 孙志昶(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为营养与食品卫生。E-mail: 371137837@qq.com

* 通信作者: 孙宝忠(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品加工。E-mail: sunbaozhong@yahoo.com.cn



肉的中心最终温度应保持在 -15°C 以下。只有具备了严格的卫生管理,热剔骨工艺才能应用于大规模的工业生产中。

2.1 热剔骨工艺对实际生产的意义

来自热剔骨工艺的肉,是在冷却前从胴体上取下来的,这既包括僵硬发生前的肉,也包括已经进入僵硬期的肉。热剔骨工艺对于冷却肉整个生产流程的影响已经被详细地研究过了:该工艺可以降低冷却过程中大约1.5%的干耗,降低储藏过程中0.1%~0.6%的滴水损失,减少了50%~55%的冷却空间,节约40%~50%的能耗^[8]。热剔骨工艺能降低干耗和滴水损失是因为经由这种工艺的肉通常具有更高的pH值,从而提高了肌肉蛋白的持水力。但是对于最终产品的持水力而言,这个优势就不一定存在了。这是因为尽管初始pH值很高,但成熟后就会下降到5.5左右的最终pH值水平上,这恰是很多肌肉蛋白的等电点,因此会抵消掉较高的初始pH值给肉品持水力所带来的好处。

对于大宗的肉品交易而言,热剔骨工艺能使其更快地完成。例如,如果屠宰场实行的是冷剔骨工艺,某交易日结束时一大笔买卖成交,而此时买主买到的肉还是胴体或二分体形式,这些产品还必须在卖主的冷藏间过夜冷却,直到第二天才能被剔骨分割成最终产品;如果采用热剔骨工艺,则买卖成交之时,成品肉就已经用纸箱装好,被整齐地码在控温冷库中了,此时买主可以将产品在第一时间运往目的地,从而在竞争中抢占市场先机。热剔骨工艺提高了资金回笼速度,从而降低了企业的资金成本,因而该工艺具有巨大的商业价值^[1]。

此外,来自热剔骨的肉制品往往具有更高的产量,并可节约出20%的劳动力和运输成本^[9]。尤其对于切碎类肉制品的生产而言,热剔骨工艺出产的原料肉具有很多优势。这种肉具有更高的pH值、更好的蛋白溶解性、更强的乳化能力^[10]。来自热剔骨工艺的肉在熟制过程中具有更高的脂肪保留率,而用这种肉制作的肉饼则具有更高的产率和更诱人的粉红色^[11]。不仅是肉,就连通过该工艺所获得的脂肪都能增加面包的最终产量^[10]。

2.2 热剔骨工艺对牛肉品质的不良影响

尽管热剔骨工艺具有巨大的经济价值,但是却会对肉品的最终品质造成更多的负面影响。受影响最严重的品质指标就是肉的嫩度。

肉在热剔骨工艺中具有更高冷收缩和变硬的风险,这是因为热剔骨的肌肉在冷却时没有骨骼的约束,遇冷时收缩更大^[12-13]。宰后早期,冷收缩是肌肉暴露在低于 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 低温时的正常反应,此时pH值高于6.20,而三磷酸腺苷(ATP)水平也高到足以让肌纤维发生收缩,同时热剔骨工艺中不带骨的肉的冷冻速度极快,这些都是引起肉的冷收缩及硬化的诱发因素^[14]。Sales等^[15]就曾

得出结论:如果肉在宰后30~45min内被从胴体上分离下来,就会有发生冷收缩和硬化的风险。

此外,目前已证实热剔骨工艺对牛肉宰后早期在肉色和稳定性方面的改善作用^[16-17]。对于来自热剔骨工艺的牛肉,pH值会对牛肉中蛋白水解、蛋白变性、肌纤维收缩产生作用,从而进一步可能对肉的嫩度和肉色产生不良影响^[18-19]。而其后的成熟过程又会进一步加剧这些影响^[20]。

热剔骨工艺的其他相关问题是:这种肉的成型度差,极易变形;胴体的屠宰、去骨、分割等工艺需要同步进行;卫生标准要求更高;专用厂房、设备、员工培训的投资成本很高。

3 热剔骨工艺中的肉品成熟嫩化过程

早在1907年,就有科学家发现宰后肉在冷藏条件下贮藏能增加其嫩度,之后这一现象也得到了普遍认可,而后来通过宰后冷藏的方式来提高嫩度的做法也就成了肉品工业中不可缺少的一个工艺。该工艺是个既可以有效改善嫩度而成本又很低的方法^[21]。

由于热剔骨工艺中肉的冷冻速度极快,肉中的肌纤维很容易发生冷收缩,其主要的体现指标就是肌节长度的缩短。虽然相关蛋白酶活性等因素一直被认为是影响成熟过程及嫩化效果的最主要因素,但肌节长度也一直以来被认为是与肉类成熟密切相关的重要因素,这是因为肌节长度会对成熟初始时的嫩度产生影响,从而间接影响最终嫩度^[22-25]。

成熟机理主要与以依钙蛋白酶为主的内源性蛋白酶对诸如肌联蛋白、肌间线蛋白等肌原纤维蛋白的降解作用有关^[26],因此根据这个机理,凡是可以对内源性蛋白酶产生正面作用的措施都有可能增加肉品的最终嫩度。常见的人为嫩化方式包括:吊挂拉伸、电刺激、高压处理、盐水注射、酶法。

来自热剔骨工艺的肉初始pH值较高,pH值对肌肉内依钙蛋白酶等内源性蛋白酶的释放、激活、失活等作用会明显影响到蛋白酶活性,进而影响到肌原纤维蛋白的降解和成熟后的最终嫩度^[27-30]。电刺激处理就是通过影响pH值而达到改善肉类品质之目的^[7],并且与其他方法相比,这种方法不会给肉品造成杂质残留和外观损坏,而且电刺激处理的操作成本很低。

4 结 语

热剔骨工艺可以节约巨大的生产成本和资金成本,生产出的原料肉具有很好的加工性能、更适于深加工生产附加值更高的产品。但在其极大地提高商业价值的同时却对以嫩度为主的肉品品质产生了极大的不良影响。因此采取有效措施对其肉品品质进行改善是非常必要



的。因为热剔骨工艺是和肉的成熟嫩化过程紧密联系在一起的,因此,改善以嫩度为主的肉品品质最方便有效的途径就是通过对成熟工艺的改进。

常见的嫩化方式包括:吊挂拉伸、电刺激、高压处理、盐水注射、酶法。无论是从嫩化机理还是从实用效果上讲,电刺激处理都是改善热剔骨工艺肉品品质的最佳方法。

参考文献:

- [1] SUMNER J, KRIST K. The use of predictive microbiology by the Australian meat industry[J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 73(2/3): 363-366.
- [2] WILLIAMS S C. Hot-boning[J]. Food Technology in Australia, 1978, 30(12): 495-497.
- [3] GILL C O, HARRISON J C L, PHILLIPS D M. Use of a temperature function integration technique to assess the hygienic adequacy of a beef carcass cooling process[J]. Food Microbiol, 1991, 8(2): 83-94.
- [4] SMITH M G. The generation time, lag time and minimum growth temperature of growth of coliform organisms on meat, and the implications for codes of practice in abattoirs[J]. Journal of Hygiene, 1985, 94 (3): 289-300.
- [5] KOOHMARAIE M, GEESINK G H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system[J]. Meat Science, 2006, 74(1): 34-43.
- [6] TAYLOR R G, GEESINK G H, THOMPSON V F, et al. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization?[J]. Journal of Animal Science, 1995, 73(5): 1351-1367.
- [7] WHITE A, O' SULLIVAN A, TROY D J, et al. Manipulation of the prerigor glycolytic behaviour of bovine *M. longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness[J]. Meat Science, 2006, 73(1): 151-156.
- [8] CLAUS J R, SORHEIM O. Preserving pre-rigor meat functionality for beef patty production[J]. Meat Science, 2006, 73(2): 287-294.
- [9] PISULA A, TYBURCY A. Hot processing of meat[J]. Meat Science, 1996, 43(Suppl 1): 125-135.
- [10] BENTLEY D S, REAGAN J O, MILLER M F. The effects of hot boned fat type, preblending treatment and storage time on various physical, processing and sensory characteristics of non-specific luncheon loaves[J]. Meat Science, 1988, 23(2): 131-138.
- [11] BERRY B W, BIGNER-GEORGE M E, EASTRIDGE J S. Hot processing and grind size affect properties of cooked beef patties[J]. Meat Science, 1999, 53(1): 37-43.
- [12] REES M P, TROUT G R, WARNER R D. Tenderness of pork *m. longissimus thoracis et lumborum* after accelerated boning. Part I. Effect of temperature conditioning[J]. Meat Science, 2002, 61(2): 205-214.
- [13] REES M P, TROUT G R, WARNER R D. Tenderness of pork *m. longissimus thoracis et lumborum* after accelerated boning. Part II. Effect of post-slaughter ageing[J]. Meat Science, 2002, 61(2): 215-224.
- [14] LAWRIE R A. Meat science[M]. 6ed. New York: Pergamon Press, 1998.
- [15] SALES J, MELLETT F D. Post-mortem pH decline in different ostrich muscles[J]. Meat Science, 1996, 42(2): 235-238.
- [16] SEYFERT M, HUNT M C, MANCINI R A, et al. Accelerated chilling, modified-atmosphere packaging, and injection enhancement affect colour and colour stability of beef round muscles[J]. Meat Science, 2004, 68(2): 209-219.
- [17] TAYLOR A A, SHAW B G, MACDOUGALL D B. Hot deboning beef with and without electrical stimulation[J]. Meat Science, 1980, 5(2): 109-123.
- [18] BERTRAM H C, SCHÄFER A, ROSENVOLD K, et al. Physical changes of significance for early post mortem water distribution in porcine *M. longissimus*[J]. Meat Science, 2004, 66(4): 915-924.
- [19] SULLIVAN P, WHITE A, CAIRNS M, et al. Manipulation of the rate of proteolysis in bovine *M. longissimus dorsi*[C]//Proceedings 52nd International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, 2006: 291-292.
- [20] POLLOK K D, MILLER R K, HALE D S, et al. Quality of ostrich steaks as affected by vacuum-packaged storage, retail display and differences in animal feeding regimen[C]. Ranger, TX: Official Publication of the American Ostrich Association, 1997: 46-52.
- [21] KOOHMARAIE M, GEESINK G H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system[J]. Meat Science, 2006, 74(1): 34-43.
- [22] KOOHMARAIE M, SHACKELFORD S D, WHEELER T L, et al. A muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits[J]. Journal of Animal Science, 1995, 73(12): 3596-3607.
- [23] KOOHMARAIE M, DOUMIT M E, WHEELER T L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented[J]. Journal of Animal Science, 1996, 74(12): 2935-2942.
- [24] KUBER P S, DUCKETT S K, BUSBOOM J R, et al. Measuring the effects of phenotype and mechanical restraint on proteolytic degradation and rigor shortening in callipyge lamb *longissimus dorsi* muscle during extended aging[J]. Meat Science, 2003, 63(3): 325-331.
- [25] WHEELER T L, KOOHMARAIE M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb *longissimus* and *psoas* major [J]. Journal of Animal Science, 1999, 77(9): 2444-2451.
- [26] ZAMORA F, AUBRY L, SAYD, et al. Serine peptidase inhibitors, the best predictor of beef ageing amongst a large set of quantitative variables [J]. Meat Science, 2005, 71(4): 730-742.
- [27] OUALI A. Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review [J]. Journal of Muscle Foods, 1990, 1(2): 129-165.
- [28] OUALI A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development[J]. Biochimie, 1992, 74(3): 251-265.
- [29] OUALI A, VIGNON X, BONNET M. Osmotic pressure changes in postmortem bovine muscle: factors of variation and possible causative agents[C]// Proceedings 37th International Congress Meat Science Technol. Kulmbach, Germany, 1991: 452-456.
- [30] WINGER R J, POPE C G. Osmotic properties of post-rigor beef muscle [J]. Meat Science, 1981, 5(5): 355-369.