

腌制类食品的超高压处理研究进展

董士楷¹, 张志祥¹, 尚海涛², 邵怡嘉¹, 凌建刚^{2*}

(1. 宁波市惠贞书院, 浙江宁波 315016; 2. 宁波市农业科学研究院, 浙江宁波 315040)

摘要 腌制是我国早期保存食品的一种方法, 具有杀菌、防腐和改善风味的作用。但传统腌制存在速度慢、容易导致微生物感染等局限性。故加快腌制速度, 防止微生物感染成了亟待解决的问题。研究了超高压腌制技术在杀菌、改善口感、加快腌制时间方面的作用; 考察了影响超高压腌制技术的几个重要因素, 如腌制时间、超高压压强和腌制温度; 同时探讨了超高压腌制方法的局限性。最后展望了超高压腌制技术今后的应用前景和发展方向。

关键词 超高压技术; 腌制; 影响因素

中图分类号 TS205.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)10-0014-03

Review of the Research on the Ultra-high Pressure Treatment of Pickled Food

DONG Shi-kai¹, ZHANG Zhi-xiang¹, SHANG Hai-tao² et al (1. Ningbo Huizhen Academy, Ningbo, Zhejiang 315016; 2. Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo, Zhejiang 315040)

Abstract Curing is an early method of preserving food in our country, which has the effect of antisepsis and improvement of flavor. However, the traditional curing is slow and easy to cause the limitations of microbial infection. Therefore, it is urgent to accelerate the curing speed and prevent microbial infection. The effect of ultra high pressure pickling technology on sterilization, improving taste and quickening the curing time have been studied. Several important factors affecting the technology of ultra high pressure pickling have been investigated, such as pickling time, ultra high pressure pressure and curing temperature. At the same time, the limitation of ultra high pressure pickling method is discussed. The future application prospect and development direction of ultra high pressure pickling technology are expected.

Key words Ultra-high pressure technology; Curing; Influencing factor

腌制是我国早期保存加工食品的一种处理方法, 即利用食盐的防腐作用, 将食材用盐腌制成食品。腌制可赋予食物良好的色泽、诱人的气味以及独特的风味。传统的腌制方法有干腌法、湿腌法、混合腌法^[1]。但传统腌制依赖高盐分、微生物的发酵以及防腐剂来达到防腐的效果。然而, 大量摄入微生物发酵产生的亚硝酸盐会对人的健康有害。另外, 传统工艺无法促进食盐快速渗透, 导致食盐渗透缓慢, 进而造成产品的质量、口感不稳定。长时间腌制还容易导致微生物感染、细菌滋生等问题。因此, 通过新技术来缩短腌制时间, 并达到传统腌制风味是亟待研究的问题。

超高压技术(High Hydrostatic Pressure, HHP)是以水或其他流体作为传导介质, 将食品密封于高压处理仓中, 保压一段时间, 会使大分子物质失活、糊化和变性, 从而达到冷杀菌和蛋白质大分子改性等效果。与传统腌制工艺相比, 超高压技术安全性高、无污染。由于超高压技术的作用对象是食品中的非共价键, 对共价键无破坏作用, 故超高压技术能够保留食物固有的感官品质(质地、颜色、外形、生鲜风味、滋味和香气等)以及营养成分(维生素、蛋白质、脂质等), 也可赋予食物新的风味。此外, 超高压技术还可影响微生物的新陈代谢, 破坏细胞膜, 改变微生物遗传机制, 从而控制微生物生长繁殖, 延长货架期。因此, 超高压处理在半调理食品、果蔬汁、果酱、鲜切果蔬、水产品、肉制品、乳制品、冷冻食品和食品解冻等方面都有广泛的应用。

1 超高压腌制的作用

1.1 杀菌 超高压处理可以破坏细菌的细胞壁、细胞膜, 使

酶失活, 影响遗传物质的稳定性, 使蛋白质变性, 抑制微生物的生长和繁殖, 最终杀死微生物^[2-3]。Rubio 等^[4]将西班牙香肠在 500 MPa、5 min 条件下进行高压处理。结果显示超高压可以影响微生物的生长, 延长产品的贮藏期且不影响香肠的品质。Linton 等^[5]对在 40 °C 条件下, 用 500 MPa 处理真空包装碎鸡肉 15 min, 样品在贮藏 182 d 后, 细菌的增长仍不显著。Patterson 等^[6]用 400~600 MPa 的压力处理蒸煮后真空包装的禽肉, 发现经过超高压处理的禽肉在贮藏 35 d 后未发生腐败, 说明超高压确实有很好的灭菌作用。美国力学家 Hite 发现, 经 670 MPa 的高压作用 10 min, 微生物总数明显减少^[7]。Yuste 等^[8]和 Garriga 等^[9]在对超高压处理包装后的蒸煮火腿研究中得到了类似的结论。虽然超高压有显著的杀菌效果, 但要达到良好的杀菌效果需要较高的压力, 耗能大。故可结合其他因素, 如温度、pH 等辅助超高压杀菌, 可以有效降低超高压压力, 并达到不错的杀菌效果。

1.2 改善口感 超高压处理可以显著改善食品口感。日本的 Fujichiku 公司将腌熏猪肉切片真空包装后放在常温、300 MPa 压力条件下高压处理 2 h, 经高压处理后能够明显加快熏制速度并产生嫩化效果^[10-11]。Suzuki 等^[12]的试验得出, 100、150、300 MPa 高压处理 5 min 可以降低肉品的剪切力, 提高肉品的嫩度。据 Macfane 的试验显示, 添加 2% 的食盐溶液的牛肉泥黏结性比添加了更高食盐溶液但无超高压处理的牛肉泥更好^[13]。Bery 等发现, 在牛排加工时使用超高压处理代替食盐, 对牛排风味改良作用显著^[13]。另有研究表明, 经过超高压处理后, 猪肉拥有类似火腿般的独特口感, 牛腿肉拥有脊肉般的柔软效果^[14-15]。另外, 超高压处理具有催熟作用, 使肌肉成熟过程中呈味物质快速增加^[16]。超高压处理可以直接促使呈味物质的增加, 从而显著地改善

基金项目 宁波市重大公益专项课题(2015-2019); 2017 年宁波市科技新苗培养计划。

作者简介 * 通讯作者, 研究员, 从事农产品加工研究。

收稿日期 2017-12-25

或提高肉制品的风味^[17]。

水分对食品多汁饱满的口感起到了关键的作用;硬度,即使物体保持原有形态的内部作用力及其相关性质,也是消费者在食用食物时判断品质好坏的重要指标之一。Ashie 等^[18]发现,经过超过 300 MPa 的高压处理会使蓝鱼硬度明显提升。Lakshmanan 等^[19]将鲑鱼置于 150 MPa 超高压处理 10 min,鲑鱼保水性显著提高。除此之外,200 MPa 左右的压力还可以降低肉品的硬度^[20],含盐量为 1% 的肉品进行 150 MPa 的超高压处理后保水性显著提高^[21]。

超高压处理对肉的品质有显著的改善作用,适当地利用超高压可以开发出具有特殊口味的食品。在人们对食品品质需求愈来愈高的时代,超高压技术具有非常广阔的应用前景。

1.3 加快腌制时间 传统腌制技术存在腌制时间长、腌制口感不稳定、易感染微生物等缺点。研究发现,超高压技术可以有效加快腌制速度,缩短腌制时间。日本的 Fujichiku 公司在研究超高压腌制效果时,将腌熏猪肉在 300 MPa 的压强下腌制 2 h,发现腌制时间明显缩短。超高压可以加快肉制品的腌制速度。Villacis 等^[22]研究表明,压力为 150 MPa 腌制火鸡胸肉时 15 min 就可以完成腌制而常压腌制需 5 h 等。他们认为,超高压破坏了鸡肉的细胞膜结构,促进了腌制液成分渗透进鸡肉,从而加快了腌制速度。田翔磊^[13]研究表明,在 200 MPa 的压强下腌制 3 d 的肌肉的 NaCl 含量与常压下腌制 4 d 的肌肉的 NaCl 含量相近,并远高于常压下腌制 3 d 的肌肉的 NaCl 含量。冷雪娇^[16]在研究超高压处理对鸡胸肉腌制效果的影响时,发现在相同腌制时间内,超高压腌制出的样品的 NaCl 含量明显高于常压腌制出的样品的 NaCl 含量。但他们还发现,当压力过高时,超高压腌制样品的 NaCl 含量低于低压腌制样品的 NaCl 含量。这可能是因为高压使鸡肉细胞内外的渗透压减小,影响腌制液成分的渗透。超高压腌制处理可有效加快腌制时间。

2 影响超高压腌制的因素

2.1 温度 温度的改变可以影响超高压腌制的杀菌效果,这是由于当温度升高时,细胞膜脂双层发生变性,导致细胞对压力更加敏感^[23];而且协同热处理弱化了分子间作用力,使细胞更难修复因压力引起的细胞膜孔道^[24]。目前,超高压杀菌主要研究如沃氏葡萄球菌、芽孢杆菌等耐压菌和如单增李斯特菌等致病菌。冯郁蓁^[25]研究超高压腌制盐水鸭时,将盐水鸭置于不同的温度中进行超高压处理,压力为 300 MPa,保压时间 10 min,结果表明,超高压协同温度处理对沃氏葡萄球菌有极好的抑制作用。孙新生^[25]将火腿样品置于不同温度中,压力为 600 MPa,保压时间 5 min,处理后置于 4 ℃ 环境中冷藏,结果显示,超高压协同温度处理显著延长了单增李斯特菌在低温火腿修复生长的延滞期。目前,芽孢杆菌被认为是耐压性最强的细菌,纯粹的超高压处理难以有效杀灭芽孢杆菌,但研究者发现芽孢杆菌对温度敏感,温度与超高压协同作用对该细菌的抑制效果远胜于温度或超高压单独处理^[23]。在一定的温度范围内,相对较高的温度会导致分子运动加剧,破坏高分子立体结构,进一步影响腌

制品的理化性质^[26]。超高压处理对皖西白鹅肉品质影响试验中设置压力 400 MPa,保压时间 20 min,结果显示,在 40 ~ 60 ℃,硬度、咀嚼性数值随温度的增加变化明显,可能是因为在该温度范围内肌原纤维成分变性。该试验结果与 Zamri 等^[27]研究鸡胸脯肉所发现的在 20 ~ 50 ℃ 进行压力处理能够引起硬度的增加类似。但也有研究表明,在一定温度范围内,超高压协同温度对杀菌效率影响很小。夏远景等^[28]将牡蛎置于不同温度中进行超高压处理,压力为 350 MPa,保压时间为 10 min,在 40 ℃ 以后,温度协同超高压处理对杀菌速率的影响没有存在显著差异。同时,超高压协同温度处理对食品风味影响较小,不引起食品品质的劣变。超高压协同温度处理在杀菌方面体现出明显的优势。

2.2 压强 压强是影响超高压腌制的重要因素,压强的变化对超高压腌制的效果有显著影响,其中,超高压处理对色泽、质构、pH、硫化巴比妥酸(TBA)、保水性等理化指标影响较为显著。这是因为高压导致细胞膜受损,增加了细胞膜的渗透性^[29]。同时,超高压处理会破坏高分子物质空间结构,进而影响腌制品的理化品质。冷雪娇^[16]在研究超高压腌制对鸡胸肉品质的影响时,将肉置于不同的压力下腌制 20 min,结果显示,超高压处理显著($P < 0.05$)影响腌制的鸡胸肉的肉色,150 MPa 之前亮度随压强增大变化不明显,150 MPa 之后亮度显著增加,这可能是压力使蛋白质发生凝结,也可能是球蛋白发生变性所致^[11]。另外,从 150 MPa 之后,红度逐渐减小,这是因为在较高的压力下亚铁肌红蛋白发生氧化,生成高铁肌红蛋白从而使肉变黄褐色^[30],所以,红度下降,黄度升高。曹玮^[31]将鹅肉置于不同的压强下进行超高压处理,处理温度为 20 ℃,保压时间为 20 min,结果显示,随着压力的不断升高,亮度处于明显的上升趋势,而红度随着压力的升高而下降,在 400 MPa 时变化最为显著。同时,经过处理后样品的黄度呈波动性变化。Shigehisa 等^[32]在研究超高压对碎牛肉或猪肉浆品质的影响中也得到相似结论。虽然超高压处理对食品色泽有显著影响,但过高压力对食品色泽无显著影响,且压力越高,食品熟化现象越显著。因此,在超高压处理食品时应选择合适压力。另外,低压处理对细菌有显著的致伤效果,但难以完全杀灭细菌。要想完全杀灭细菌,则需要极高的压力,十分耗费能源,因此,可以研究协同其他因素的杀菌效果,从而降低能耗,提高杀菌效果。

2.3 时间 时间是影响超高压腌制杀菌效果的重要因素。随着超高压处理时间的延长,杀菌效果也明显加强^[13]。田祥磊^[13]将肌肉置于 400 MPa 下处理不同时间,随着超高压处理时间的增加,肌肉的菌落总数明显减少,但在 15 min 以后,菌落总数变化不明显。孙新生^[25]将低温火腿在 400 MPa、20 ℃ 下超高压处理不同时间,一定时间内时间越长,超高压对单增李斯特菌的抑制效果越强,但超过 15 min 后,时间对单增李斯特菌的杀灭效果影响不显著。另外,超高压处理的时间影响食品保水性。冷雪娇^[16]将鸡胸肉做不同时间的超高压处理,随着超高压处理时间的延长,压力作用使肌原纤维蛋白发生变性,导致蛋白的持水力下降。Villacis 等^[22]研

究发现,超高压处理能影响腌制时食品成分的扩散,压力和保持时间影响 NaCl 和水分的扩散,研究发现超高压处理火鸡胸肉时,随着腌制时间的延长,鸡胸肉水分含量下降,这可能是因为低盐腌制液腌制鸡胸肉时,肌肉吸水膨胀,使蛋白的持水性提高^[33]。瞬间的超高压处理会提高蛋白的保水性,然而随着超高压处理时间的延长,盐溶性蛋白的溶出,蛋白发生变性,导致蛋白质保水性下降。另外,在超高压腌制的过程中,鸡肉水分流失,导致鸡肉出品率降低^[16]。因此,在超高压处理食品时应选择合适时间。

3 超高压腌制的局限性

超高压作为新兴技术,也存在着一定的局限性。现在已知的明显缺点为超高压处理会促进脂肪氧化。原理是高压处理会导致肌红蛋白变性并释放出金属离子,从而促进脂肪氧化^[2]。脂肪氧化能破坏肉制品的风味,是肉制品变质的重要原因之一^[16]。高压处理能显著影响鹅肉 TBA 指标变化,60℃时数值显著增大,说明此温度下 400 MPa 超高压处理会导致鹅肉脂肪氧化速率加快^[31]。Cheah 等^[34]用超高压处理肉糜发现,当压力高于 300 MPa 时 TBA 值略微提高;当压力为 800 MPa 时,TBA 值显著提高($P < 0.05$)。研究认为,高于 300~400 MPa 的压力能够导致还肌红蛋白转变为变性的高铁肌红蛋白,同时释放三价铁离子,加快脂肪氧化的进程。但也有研究认为,超高压下脂肪氧化与肌红蛋白的氧化无关,而与细胞膜的破坏有关^[35]。添加剂的添加可一定程度缓解此类问题。研究表明,使用部分添加剂可显著减慢脂肪氧化速率。郭向莹^[26]在鸡肉肠中添加了维生素 E 后,发现在储存期内,鸡肉肠 TBA 在超高压处理 600 MPa 后与超高压处理 400 MPa 无显著差异。为减小超高压处理对样品品质的影响,可在超高压处理前,在样品中添加如维生素 E 等抗氧化剂,减少脂肪氧化对样品品质的影响。另外,超高压处理会降低腌制品出品率并影响腌制肉品嫩度。冷雪娇^[16]研究发现,150 MPa 压强处理鸡胸肉时,鸡肉水分流失明显,在 300 MPa 时,鸡肉水分流失不明显。原因是瞬间的超高压处理会提高蛋白的保水性,然而随着超高压处理时间的延长,盐溶性蛋白的溶出,蛋白发生变性,导致蛋白质保水性下降,腌制品失水,同时嫩度降低。控制腌制时间可在一定程度上减小此类问题对腌制品的影响。因此,在超高压腌制时要控制好腌制时间的长短。

4 结语

超高压腌制受多种因素影响,其中腌制时间、超高压压强和腌制温度等因素对超高压腌制效果的影响较为明显。多种因素协同处理效果比单因素处理效果好,多种因素协同处理对产品本身品质的影响比单因素处理小。超高压腌制应用范围广,可普遍应用于腌制食品的杀菌处理、加快腌制食品的腌制速度、改善腌制食品口味等方面。超高压腌制技术的市场前景好,在市场上有较大的应用价值。超高压腌制技术还有待发展,如研究超高压腌制对腌制品品质影响的机理;超高压腌制处理对果蔬品质的影响;超高压腌制处理如何影响亚硝酸盐的产生;评价超高压腌制品的新型标准;如

何协同处理提高超高压腌制对部分耐压细菌的杀灭效果等。

参考文献

- [1] 周光宏. 肉品加工学[M]. 北京:中国农业出版社,2009.
- [2] CHEFTEL J C,CULIOLI J. Effects of high pressure on meat: A review[J]. Meat science,1997,46(3):211-236.
- [3] MURCHIE L W,CRUZ-ROMERO M,KERRY J P,et al. High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects[J]. Innovative food science & emerging technologies,2005,6(3):257-270.
- [4] RUBIO B,MARTÍNEZ B,GARCÍA-CANCHÁN M D,et al. The effects of high pressure treatment and of storage periods on quality of vacuum-packed "salchichón" made of raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids[J]. Innovative food science & emerging technologies,2007,8(2):180-187.
- [5] LINTON M,MCCLEMENTS J M J,PATTERSON M F. Changes in the microbiological quality of vacuum-packaged, minced chicken treated with high hydrostatic pressure[J]. Innovative food science & emerging technologies,2004,5(2):151-159.
- [6] PATTERSON M F,MCKAY A M,CONNOLLY M,et al. Effect of high pressure on the microbiological quality of cooked chicken during storage at normal and abuse refrigeration temperatures[J]. Food microbiology,2010,27(2):266-273.
- [7] HITE B H. The effect of pressure in the preservation of milk: A preliminary report[M]. Morgantown, W. V.: West Virginia Agricultural Experiment Station,1899.
- [8] YUSTE J,PLA R,CAPELLAS M,et al. High-pressure processing applied to cooked sausages: Bacterial populations during chilled storage[J]. Journal of food protection,2000,63(8):1093-1099.
- [9] GARRIGA M,GRÉBOL N,AYMERICH M T,et al. Microbial inactivation after high-pressure processing at 600 MPa in commercial meat products over its shelf life[J]. Innovative food science & emerging technologies,2004,5(4):451-457.
- [10] NOSE M,YAMAGISHI S,HATTORI M. High hydrostatic pressure effects on the texture of meat and meat products[C]//BALNY C,HAYASHI R,HEREMANS K,et al. High pressure and biotechnology. Paris: Coll. INSERM,1992:224,321.
- [11] NOSE M,YAMAGISHI S,HATTORI M. High hydrostatic pressure effects on? lipid oxidation in minced pork[C]//HAYASHI R,KUNUGI S,SHIMADA S,et al. High pressure bioscience. Kyoto:San - Ei Pub,1994:272.
- [12] SUZUKI A,WATANABE M,IKEUCHI Y,et al. Effects of high-pressure treatment on the ultrastructure and thermal behaviour of beef intramuscular collagen[J]. Meat science,1993,35(1):17-25.
- [13] 田祥磊. 超高压处理对肌肉品质的影响[D]. 天津:天津科技大学,2012:19-52.
- [14] DEFAYE A,LEDWARD D A. Release of iron from beef, liber soy flour and spinach on high pressure treatment[M]//LUDVING H. High pressure bioscience and biotechnology. Heidelberg: Springer Publ,1999:33-35.
- [15] WROLSTAD R E,ACREE T E,DECKER E A,et al. Current protocols in food analytical chemistry[M]. New Jersey,USA: John Wiley & Sons, Inc,2001:2,4.
- [16] 冷雪娇. 超高压处理对鸡胸肉腌制效果的研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2013:29-37.
- [17] 陆红佳,郑龙辉. 超高压技术在肉品加工中的应用[J]. 肉类研究,2010(11):24-28.
- [18] ASHIE I N A,SIMPSON B K. Application of high hydrostatic pressure to control enzyme related fresh seafood texture deterioration[J]. Food research international,1996,29(5/6):569-575.
- [19] LAKSHMANAN R,PARKINSON J A,PIGGOTT J R. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon(*Salmo salar*) [J]. LWT-Food Science and Technology,2007,40(3):544-551.
- [20] CANTO A C V C S,LIMA B R C C,CRUZ A G,et al. Effect of high hydrostatic pressure on the color and texture parameters of refrigerated Caiman (*Caiman crocodilus yacare*) tail meat[J]. Meat science,2012,91(3):255-260.
- [21] SIKES A L,TOBIN A B,TUME R K. Use of high pressure to reduce cook loss and improve texture of low-salt beef sausage batters[J]. Innovative food science and emerging technologies,2009,10(4):405-412.

(下转第20页)

- [21] 郭君洁,李伟.水资源在生态茶园景观设计中的应用[J].南方农业,2016,10(21):76-77.
- [22] 李帆,石锦安.乡村景观与生态茶园构建模式探讨:以雅安和龙茶园为例[J].安徽农业科学,2010,38(27):14873-14875.
- [23] 李沈阳,黄任辉.略谈观光茶园创新模式[J].中国茶叶,2005,27(6):50.
- [24] 李鸣文.观光茶园景观设计研究[D].长沙:湖南农业大学,2008.
- [25] 徐霞.山东日照观光茶园景观规划设计研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [26] 陈炫.福建休闲观光茶园景观设计研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [27] 负旭彤.观光茶园规划设计中茶文化的应用研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [28] 周媛,张云,刘进,等.普洱市茶山湿地公园规划[J].西南林学院学报,2009,29(2):53-56.
- [29] 郑琦.福建省茶庄园规划设计探讨与实证分析[D].福州:福建农林大学,2013.
- [30] 吴菲,龙岳林,马紫薇,等.望城乌山茶庄园景观设计[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2012,38(S1):41-44.
- [31] 王青.以茶文化推动崂山茶产业的扩展[J].科技信息,2010(4):359-360.
- [32] GALAGODA R K B,GAJANAYAKE K,SILVA A C S.Planning ecotourism in up-country tea estates in Sri Lanka:Testing a 'Tourism Potential Index'[J].Tourism and hospitality planning & development,2006,3(1):65-74.
- [33] JOLLIFFE L.Tea and tourism:Tourists,traditions and transformations[M].Bristol:Channel View Publications,2007.
- [34] JOLLIFFE L,ASLAM M S M.Tea heritage tourism:Evidence from Sri Lanka[J].Journal of heritage tourism,2009,4(4):331-344.
- [35] 张琳洁.论我国茶文化旅游发展现状[J].茶叶,2007,33(3):183-186.
- [36] 宁晓菊,刘清荣.江西茶文化旅游开发论析[J].农业考古,2005(4):10-18.
- [37] 徐祖荣.杭州茶文化旅游开发研究[J].浙江树人大学学报,2007,7(4):92-96.
- [38] 赵红菊,赖启航.武夷山茶文化旅游开发的对策研究[J].攀枝花学院学报,2009,26(4):60-63.
- [39] 程晓丽.九华山佛茶文化旅游开发研究[J].资源开发与市场,2007,23(12):1148-1150.
- [40] 文南薰.普洱市茶文化旅游发展探讨[J].产业与科技论坛,2007,6(6):39-41.
- [41] 范璐璐.茶园规划设计中茶文化旅游的应用研究:以古蔺县马嘶乡建新茶园规划设计为例[D].雅安:四川农业大学,2014.
- [42] 费维峰.基于RMP分析的福建茶文化旅游开发研究[D].泉州:华侨大学,2013.
- [43] 龚有坤.基于SWOT-AHP分析法的安溪休闲茶庄园发展策略研究[D].福州:福建农林大学,2016.
- [44] 余文权,张翠香.生态茶园的研究进展与思考[J].中国茶叶,2009,31(10):10-13.
- [45] 毛加梅,唐一春,玉香甩,等.我国生态茶园建设模式研究进展[J].耕作与栽培,2010(5):9-10.
- [46] 王勇,杨世平,张儒刚.夏季茶园管理技术[J].农技服务,2012,29(5):600,602.
- [47] 林文士.冬季茶园管理技术[J].现代农业科技,2012(4):102.
- [48] 陈凌文,郑永德,杨巍,等.GIS在茶园管理的应用及展望[J].茶叶,2007,33(3):140-143.
- [49] 李静.茶园生产管理信息系统的设计[D].昆明:昆明理工大学,2016.

(上接第16页)

- [22] VILLACIS M F,RASTOGI N K,BALASUBRAMANIAM V M.Effect of high pressure on moisture and NaCl diffusion into rutkey breast[J].LWT-Food Science and Technology,2008,41(5):836-844.
- [23] 冯郁楠.超高压处理对盐水中鸭中微生物的钝化作用[D].南京:南京农业大学,2014:37-61.
- [24] RUSSELL N J.Bacterial membranes:The effects of chill storage and food processing.An overview[J].International journal of food microbiology,2002,79(1/2):27-34.
- [25] 孙新生.超高压处理对低温火腿中单增李斯特菌钝化作用研究[D].合肥:安徽农业大学,2012:31-43.
- [26] 郭向莹.超高压处理对低温鸡肉早餐肠脂肪氧化及挥发性醛类风味物质的影响[D].南京:南京农业大学,2013:17-29.
- [27] ZAMRI A I,LEDWARD D A,FRAZIER R A.Effect of combined heat and high-pressure treatments on the texture of chicken breast muscle (pectoralis fundus)[J].Journal of agricultural and food chemistry,2006,54(8):2992-2996.
- [28] 夏远景,陈淑花,薛路舟,等.超高压处理牡蛎灭菌实验研究及人工神经网络模拟[J].现代食品科技,2009,25(5):530-533.
- [29] NUÑEZ-MANCILLA Y,PEREZ-WON M,VEGA-GÁLVEZ A,et al. Modeling mass transfer during osmotic dehydration of strawberries under high hydrostatic pressure conditions[J].Innovative food science & emerging technologies,2001,2(3):338-343.
- [30] MARCOS B,KERRY J P,MULLEN A M.High pressure induced changes on sarcoplasmic protein fraction and quality indicators[J].Meat science,2010,85(1):115-120.
- [31] 曹玮.超高压处理对皖西白鹅食用品质的影响及其在产品中的应用[D].合肥:安徽农业大学,2015:12-31.
- [32] SHIGEHISA T,OHMORI T,SAITO A,et al.Effect of high hydrostatic pressure on characteristics of pork slurries and indication of microorganisms associated with meat and meat products[J].International journal of food microbiology,1991,12:207-216.
- [33] THORARINSDOTTIR K A,ARASON S,GEIRSDOTTIR M,et al.Changes in myofibrillar proteins during processing of salted cod (*Gadus morhua*) as determined by electrophoresis and differential scanning calorimetry[J].Food chemistry,2002,77(3):377-385.
- [34] CHEAH P B,LEDWARD D A.High pressure effects on lipid oxidation in minced pork[J].Meat science,1994,43(2):123-134.
- [35] ORLIEN V,HANSEN E,SKIBSTED L H,et al.Lipid oxidation in high-pressure processed chicken breast muscle during chill storage:Critical working pressure in relation to oxidation mechanism[J].European food research and technology,2000,211(2):99-104.

科技论文写作规范——缩略语

采用国际上惯用的缩略语。如名词术语 DNA(脱氧核糖核酸)、RNA(核糖核酸)、ATP(三磷酸腺苷)、ABA(脱落酸)、ADP(二磷酸腺苷)、CK(对照)、CV(变异系数)、CMS(细胞质雄性不育性)、IAA(吲哚乙酸)、LD(致死剂量)、NAR(净同化率)、PMC(花粉母细胞)、LAI(叶面积指数)、LSD(最小显著差)、RGR(相对增长率)、单位名缩略语 IRRI(国际水稻研究所)、FAO(联合国粮农组织)等。对于文中有些需要临时写成缩写的词(如表及图中由于篇幅关系以及文中经常出现的词而写起来又很长时),则可取各主要词首字母写成缩写,但需在第一次出现处写出全称,表及图中则用注解形式在下方注明,以便读者理解。