

食品超高压加工工艺的专利技术应用

袁 龙

国家知识产权局专利局专利审查协作江苏中心, 江苏苏州 215009

【摘要】超高压处理技术已成为食品加工领域的一项重要技术, 对提升食品品质和安全性具有重要意义。目前, 超高压专利技术已在肉制品、乳制品、果蔬制品等多个领域得到应用, 并正逐渐向节能、高效的方向发展, 且仍有较大的发展空间。本文基于食品超高压处理技术的国内外专利申请, 从超高静压杀菌与保鲜、超高压均质、超高压萃取、超高压脱壳、超高压速冻、超高压解冻等技术分枝梳理该领域的发展现状与趋势, 对该领域的专利审查实践具有一定借鉴意义。

【关键词】超高压; 杀菌保鲜; 均质; 萃取; 脱壳; 速冻; 解冻

【中图分类号】TS254 **【文献标识码】**A **【DOI】**10.12325/j.issn.1672-5336.2024.09.003

引言

超高压技术(UHP)是指将传压介质加压到100MPa以上, 通过高压改变传压介质内部物质或传压介质本身的物理和化学性质, 或利用泄压时传压介质的能量变化以实现加工目的的技术。

食品工业中的超高压处理, 一般将软包装食品放入超高压设备的高压密封腔中, 不断泵入水以提高密封腔中的压强, 以水作为传压介质将压力均匀地传递至食品, 或者直接将饮料等液态食品作为传压介质加压处理。超高压处理的核心工艺参数为压强和保压时间, 加压和泄压方式也对处理效果有一定影响。

在食品的超高压处理过程中, 高压会直接破坏食品中生物细胞的生理结构或影响其生理反应平衡^[1], 同时, 高压使分子之间距离缩短, 改变蛋白质等分子的结构, 进而影响其理化性质^[2], 此外, 高压还能改变液体的相

变温度与结晶形态^[3]。随着技术的不断发展和完善, 超高压技术已成为食品加工领域的一项重要技术, 对提升食品品质和安全性具有重要意义。本文主要针对食品超高压处理的专利申请趋势及技术分类进行分析, 以期为该技术的工业应用和专利审查实践提供支持。

1 国内外专利申请趋势

早在1885年, Roger^[4]首次公开了高静压对微生物的杀灭作用, 1899年, Bert Hite^[5]发现新鲜牛奶和果汁经过超高压处理后具有更长的保质期, 1914年, Bridgman发现蛋白质在高静水压处理后会发生变性和凝固^[6], 上述研究为高压技术在食品中的应用奠定了基础。然而直至上世纪80年代末, 日本才开始应用超高压技术杀灭食品中的微生物, 并在90年代成功将该技术应用于果酱、调味品、饮料等多种食品的加工中, 实现了商业化生产, 如图1所示, 欧洲美国紧随其后, 逐步推

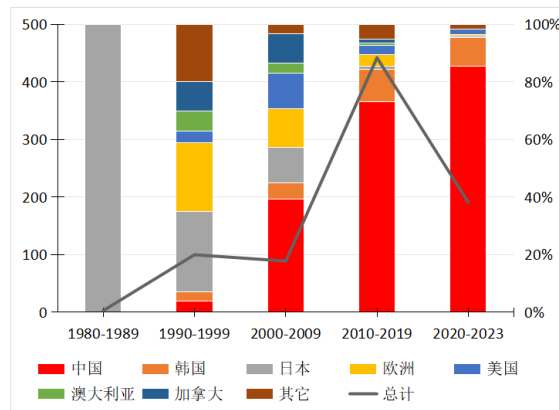


图1 国内外食品超高压处理技术专利申请趋势

作者简介: 袁龙(1987—), 男, 汉族, 四川省德阳市, 博士, 中级知识产权师, 研究方向: 包装食品超高压杀菌工艺。

进了超高压技术在食品加工中的应用。韩国相关技术从 90 年代开始发展，并在后续几个年代逐渐超过欧洲和日本，成为第二大申请国。国内专利申请量从 2000 年开始大幅上升，申请量占比在 2020 年以后突破 80%，占据绝对领先地位。

2 食品超高压处理技术分类

按照加工目的，以及超高压影响食品的不同机理，食品超高压处理技术可以分为超高压杀菌保鲜、超高压均质、超高压萃取、超高压脱壳、超高压速冻、超高压解冻等。就近几年专利技术发展的趋势而言，本领域正逐渐向节能、高效的方向发展，且仍有较大的发展空间。

2.1 超高静压杀菌与保鲜技术

超高压静杀菌与保鲜的原理是通过一定时间的高压处理破坏微生物的细胞形态，影响细胞膜功能，使蛋白质变性，从而达到杀菌的目的。相较于传统的热杀菌，超高压杀菌能够最大程度地保留食品原有的风味和营养成分。不同微生物对于高压的耐受性不同，灭菌工艺参数有所差异。JPH06217758A 在高于 300MPa、低于 60℃ 的条件下灭活酿造物中的微生物。JPH04117257A 使用 650MPa、50℃ 高压处理杀灭黄豆酱内部的耐盐酵母。EP1082020A1 使用超高压处理整个水果或切片，在高于 700MPa，小于 50℃ 的条件下处理超过 5min，以杀灭甲型肝炎病毒、轮状病毒等病毒。

超高压杀菌常与其它抑菌方式协同以提高效率，满足耐压微生物的杀菌需求。JPH0670730A 使用大蒜、洋葱等提取物喷涂与二段超高压协同处理以杀灭肉类食品中的耐压细菌孢子。JP2016525369A 使用含有机酸的天然抗菌剂将蔬菜食品的 pH 调整至 4-5 以提高超高压的杀菌效果。

此外，较低的压强可使食品体系中的酶和反应基质充分接触，促进反应进行，而较高的压强能够破坏酶蛋白三级结构，抑制酶促反应发生，防止食品感官和风味劣变，不同酶对超高压的耐受性也有差异。EP0892610A1 对番茄片施加 400MPa 高压，使聚半乳糖醛酸酶失活而果胶甲基酯酶、过氧化物酶不失活，以获得新鲜香气等风味特征。CN105380101A 通过 300-500MPa 超高压处理马铃薯薯浆液以钝化多酚氧化酶的活性，避免褐变发生。CN103160558A 将乳清蛋白在 400MPa 超高压和蛋白酶的联合作用下进行酶解反应以生产乳清蛋白抗氧化活性肽，高压使蛋白链变得更加伸展，进而暴露更

多的酶切位点促进了水解反应的进行。然而，过高的压强和处理时间也会对食品中的活性成分造成影响，尤其是当超高压与高温协同处理，因此工业应用中需要根据实际需要杀菌效果、货架期和食品风味品质间做出取舍。

2.2 超高压均质

超高压均质指在高压作用下使食品通过装置中的均质阀或喷嘴并迅速降至常压，食品在高速喷射流中受到高剪切力和撞击力作用，其中的颗粒、颗粒团和气泡被破坏，从而分布得更加均匀。超高压均质能够破碎多种细胞，实现物质的初步细化，同时也是一种优异的杀菌手段。

JPH06205655A 使橙汁在 100MPa 的压强下使橙汁通过均质阀并冷却，将果汁保质期延长至 40 天。CN1436493A 采用超高压纳米级均质机处理荞麦玉米乳饮料，避免其中淀粉的在贮藏过程中回生老化，解决了饮料沉淀分层问题。KR20060068982A 为防止豆浆因均质产生热量而变性，增加了温度调节步骤，以控制豆浆处于较低的温度。US20130243644A1 在超高压均质装置外设置冷却与控温的无菌容器，均质时可以达到 600MPa、140℃ 的工艺条件，满足糊化食品如布丁、奶冻等的杀菌需求。KR20160141618A 通过三次 205MPa、20℃ 超高压均质处理橙汁，在不损失维生素 C 的情况下提高了微生物稳定性。CN108967960A 使用高压 CO₂ 与超高压均质协同杀菌以及真空冷冻干燥技术，减少沙棘 Vc 和黄酮的损失。

2.3 超高压萃取

高压可以改变食品成分的物理和化学性质，影响反应平衡，使一些在常压下难以溶解的成分在高压下变得易于溶解，同时，高压还可以破坏细胞壁和细胞膜的结构，使得细胞内的目标化合物能够更容易地释放出来。目前，超高压萃取技术已广泛应用于提取果汁、果酱、乳制品等中的营养成分和风味物质，以及药材中的有效成分，其中韩国领域专利申请量处于领先地位。

KR20150129930A 在酱油制备的浸渍水解时使用 50-300MPa、30-60℃、12-48h 的超高压处理，以提取氨基酸、肽、醇和酯类，降低了酱油的 pH，提升了风味、色泽等特性。KR20100069194A 利用 10-200MPa、20-50℃、5-20min 超高压处理增加红参中的粗皂苷和人参皂苷等有效成分。超高压萃取需要根据目标提取物确定适宜的工艺参数，否则过高的压强可能使目标提取物品质劣变

或丧失活性。

2.4 超高压脱壳

近年来,超高压技术也被应用于水产品的脱壳,在升压-保压-泄压的过程中破坏壳与肉之间的联系,降低肌肉纤维和壳体黏连的紧密度,提高脱壳效率和得肉率。

CN101773156A 通过 100-300MPa、1-10min 的超高压处理,使鲜虾脱壳,解决了常规脱壳方法中虾仁虾尾易断裂的问题,提高了脱壳效率。CN102138578A 在常温下加压至 200-400MPa,保压 1-6min 后卸压,提高了贝肉的产出率,减少汁液流失。JP2016140320A 将牡蛎和 0.5%-2.5% 的盐水密封后在低于 25℃ 的环境下进行超高压处理,使生蚝的感官质地与未加工的牡蛎基本一致。CN106616552A 在超高压小龙虾脱壳过程中加入磷酸盐以提高保水性和成品率,同时通过多次短时加压-泄压过程,提高了脱壳效率。CN110089545A 将泥蚶与 0.30-0.60wt% 的抗坏血酸溶液装入聚乙烯袋中进行超高压脱壳,抑制血红素氧化,防止泥蚶血淋巴液颜色变暗。

2.5 超高压速冻

高压能改变水的相变温度与晶型,当压强大于 200MPa 时水的冰点降至 -20℃,此时若将水温降至 0℃ 以下并解除压力影响,处于过冷状态的水将迅速冻结形成均匀的结晶。食品的超高压速冻技术则是利用上述原理,避免常规缓慢冷冻形成的细胞外大冰晶对肌肉或蔬菜组织组织造成的损伤,从而保持冷冻食品的感官特性。

近年来,食品超高压速冻技术在国内取得飞速发展,CN110094909A 公开了一种超高压冷却食品瞬冻装置,使用 -35℃ 的乙醇作为传压介质,在高压腔中将食品加压至 200Mpa,待食品温度达到 -20℃ 时瞬间泄压,处于过冷状态的食品被瞬间冻结,泄压时,高压腔内的抬升装置将食品抬升至出料口,利用泄压的高速流体将食品送出腔体。CN110326733A 先预冷高压腔中的食品至 0℃ 左右,然后使用气体作为传压介质增压至 300Mpa 左右,继续降温至 -20℃ 保持 3-5min 后瞬时泄压,食品内的水由液态瞬间变为固态,形成均匀一致的冰晶。CN116250558A 为满足更低温度的储存要求,先使用较低压强和较高温度的超高压速冻工艺使果蔬结冻,然后使用液氮进一步降温至 -30℃ 目标温度储存,比单独使用超高压或液氮更节能高效。CN117770306A 使用超高压速冻技术储存荔枝,避免常规冻藏重结晶造成的果肉机械损伤,保持了荔枝的原有色泽和品质。

2.6 超高压解冻

超高压解冻利用水在绝热高压条件下冰点降低、温度升高的原理,使得食品中的结晶水迅速相变融化,避免食品常规解冻过程中发生的变色、汁液流失、质地劣变等问题。

CN106434081A 将 -30℃ 冻藏的赤霞珠红葡萄、蓝莓、不老莓升温至 -18℃ 左右,然后在 200Mpa 下解冻 20-30s,减少了解冻时间,降低了生产周期。CN107897346A 将 -12℃ 的冷冻畜肉分割成 0.1-3kg/ 块,浸渍 2%-5% 的乳酸钙溶液并真空包装,使用 30-60℃ 的温水作为传压介质,经过 100-300MPa,15-60min 的超高压处理后解冻,畜肉颜色更接近鲜肉,且在保质期内保持稳定。CN108522632A 构建了解冻时间与压强、温度、传压介质相变温度的关系式,并以此确定了金枪鱼、三文鱼等水产品的解冻工艺参数。

3 结束语

超高压处理技术在食品加工领域的应用已越来越广泛,国内外该技术的基础研究已趋于成熟,然而随着消费者个性化需求的提高,如何满足定制食品的加工需要将是未来的发展方向之一。此外,随着人工智能、物联网等技术的不断发展,食品超高压处理技术辅以先进的传感器、控制和监测系统,实现处理过程的自动化监控和智能控制仍有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1]Gänzle M G,Vogel R F.On-line fluorescence determination of pressure mediated outer membrane damage in Escherichia coli[J].Systematic & Applied Microbiology,2001,24(4):477.
- [2]李丹,赵世杰,孙梦圆,等.超高压处理对谷氨酰胺转氨酶诱导的大豆分离蛋白凝胶冻融稳定性影响研究[J].大豆科学,2024,43(03):359-368.
- [3]刘克刚,陈淑花,夏远景,等.压力辅助解冻过程相变及传热模拟[J].现代食品科技,2009,25(4):4.
- [4]ROGER H.ACTION DES HOUTES PRESSIONS SUR QUELQUES BACTERIES[J].ARCH PHYSIOL NORMALE RATHOL,1895(7):12-17.
- [5]HITE B.H,GIDDINGS N.J,WEAKLEY C.E,IBID, 1914 (146):1-67.
- [6]BRIDGMAN P W.THE COAGULATION OF ALBUMEN BY PRESSURE[J].JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY.1914,19:511-512.