真空软塑包装粽子灭菌工艺及品质变化研究

夏梦[1]，陆佳平[1,2]，蔡和平[1,2]，唐亚丽[1,2]，王军[1,2]
（1. 江南大学，无锡 214122；2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室，无锡 214122）

摘要：目的 以真空软塑包装粽子为研究对象，探讨不同灭菌工艺对粽子灭菌效果及质构感官品质的影响。**方法** 研究了不同工艺参数的高压蒸汽灭菌、巴氏灭菌灭菌、微波灭菌和超高压灭菌工艺的灭菌效果，对比了优势灭菌工艺下水分含量、可溶性蛋白质、粽子质构及感官品质的变化。**结果** 微波受胀袋现象制约，灭菌效果不佳，并不适用于密封包装食品；120 ℃/15 min高压蒸汽灭菌的灭菌效果最佳；500 MPa/6 min超高压灭菌对水分含量和可溶性蛋白质含量影响最小；不同的灭菌方式对质构影响不同；90 ℃/60 min的巴氏灭菌在感官评定方面具有一定优势。**结论** 高压蒸汽灭菌效果最好，但超高压灭菌和巴氏灭菌工艺可分别提供较好的品质和较小的口感差异。

关键词： 粽子；真空包装；灭菌；质构；感官品质
中图分类号： TB485.6；TS206　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1001-3563(2016)01-0101-06

Sterilization Process and Quality Change of the Rice Dumplings with Vacuum Composite Film Packaging

XIA Meng[1], *LU Jia-ping*[1,2], *CAI He-ping*[1,2], *TANG Ya-li*[1,2], *WANG Jun*[1,2]
(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China;
2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The aim of this study was to discuss the Influences of different sterilization processes on the sterilization effects as well as the texture and sensory quality of rice dumplings with vacuum composite film packaging. Sterilization effects of high pressure steam, pasteurization, microwave and ultra-high pressure processing with different parameters were compared. Then the changes in moisture, soluble protein content and texture, sensory quality of samples after preponderant sterilization processes were analyzed. Restricted by the bulging bag phenomenon, the sterilization effect of microwave was limited, and it was not suitable for sealed-packed food. High-pressure steam for 120 ℃, 15 min could provide the best sterilization result. The ultra-high pressure process at 500 MPa/6 min had the least impact on the moisture and soluble protein content. The texture quality showed different changes after different processes. Pasteurization (90 ℃/60 min) had better sensory quality than the others. In conclusion, high-pressure steam was the most effective sterilization process in this study, while the ultra-high pressure and pasteurization could achieve better quality and little taste difference, respectively.

KEY WORDS: rice dumplings; vacuum packaging; sterilization; texture; sensory quality

粽子作为中华民族传统美食的代表之一，以其清雅香气、独特口感以及浓厚历史文化底蕴，逐渐被国内外消费者所接受[1]。真空软塑包装粽是指生粽子烹煮成熟，经过阻隔性能较高的软塑材料真空包装和灭菌处理后贮运和销售的粽子，相较于未包装产品可大幅延长保质期[2—3]，其销售量已占粽子销售总量的65%

收稿日期： 2015-06-10
基金项目： 国家自然科学基金(31101376)；江苏省产学研联合创新资金(BY2014023-38)；中央高校基本科研业务费(JUSRP51403A)
作者简介： 夏梦(1989—)，女，河南洛阳人，江南大学硕士生，主攻包装工艺与机械。
通讯作者： 陆佳平(1964—)，男，江苏苏州人，江南大学教授、硕导，主要研究方向为包装机械理论与设计、包装材料与技术应用。

以上。真空包装粽在大批量生产加工时，常见的灭菌工艺是放入喷淋灭菌锅内进行杀菌，整个时间长达2～3 h[4]，粽子在灭菌过程中过度受热，不仅影响粽子品质，还浪费能源。高压蒸汽、巴氏灭菌、超高压和微波杀菌是目前广受关注的食品灭菌方式：高压蒸汽杀菌具有灭菌温度高、处理时间短等优点，研究证明温度达到115 ℃，保压时间15 min时，能够抑制致病菌生长繁殖或将其杀灭[5]；巴氏杀菌是一种既能达到消毒目的又不损害食品品质的方法，其热处理程度比较低，一般在低于水沸点温度下进行加热，加热的介质为热水[6]；超高压杀菌无需加热，对食品品质影响较小，300~400 MPa的压强下能杀死大部分细菌及致病微生物[7—8]；微波杀菌技术已成功应用于固体和流体食品，其杀菌强度由微波处理功率和处理时间共同决定[9—10]。然而，不同杀菌工艺可能会造成真空粽品质的降低[10—12]，这需要综合考虑灭菌效果进行选择。

文中以真空软塑包装即食粽子为研究对象，依据国家相关食品卫生要求，对比高压蒸汽灭菌、巴氏灭菌、超高压和微波灭菌工艺的灭菌效果，确定灭菌效果较好的优势灭菌工艺，对比优势灭菌工艺处理后产品的各项品质的变化，为此类产品的生产加工提供理论支持。

1 实验

1.1 材料与仪器

材料：糯米粽叶由嘉兴某粽子企业提供；耐高温复合薄膜蒸煮袋，材料为PA/PE，氧气透过量为6.798×10^{-5} $cm^3/(m^2\cdot d\cdot Pa)$，厚度为85 μm。

试剂：平板计数琼脂培养基生化试剂，国药集团化学试剂有限公司；氯化钠，分析纯，国药集团化学试剂有限公司。

仪器与设备：HPP600 MPa/5 L超高压处理设备，压强范围为0~600 MPa，有效容积为5 L，输入功率为7.5 kW，包头科发高压科技有限责任公司生产；反压式高压蒸气灭菌器，上海申安医疗器械厂；恒温水浴锅，常州恒隆仪器有限公司；SW-CJ-1G型单人净化工作台，苏净净化设备有限公司；多功能食物加工机，珠海市九阳电器有限公司；薄膜热封机，武汉伊卓腾机械设备有限公司；生化培养箱，上海精宏实验设备有限公司；电子天平，梅特勒-托利多集团；TMS-PRO专业级食品物性分析仪，美国FTC公司；UV-2802紫外可见分光光度计，龙尼柯(上海)仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 粽子制作与包装工艺

粽叶洗净后沸水煮15 min。糯米淘洗后，按质量比1:2加入适量纯净水浸泡，沥干水分30 min后包制粽子。取糯米100 g，使用粽叶进行包制。将包制好的粽子煮制一定时间后取出，等待后续包装。

取2只粽子放入PA/PE蒸煮袋，随后抽真空的时间为9 s，热封温度为160 ℃[11]，热封时间为3 s，确保袋内真空度达到-0.1 MPa，无空气残留。

1.2.2 杀菌工艺

分别用高压蒸汽灭菌、巴氏灭菌、超高压和微波灭菌工艺对真空包装粽进行杀菌，检测残留菌落总数。高压蒸汽杀菌工艺参数为：120 ℃下分别处理5，8，10，12，15 min；微波杀菌工艺参数为：在微波功率为500 W和600 W下，分别处理20，40，50，60，70，80 s，其他2种杀菌工艺参数见表1和2。平行测定3次，以未处理样品为对照。由于微波处理时，样品温度很快达到100 ℃，导致水分汽化，胀破包装，所以选择较短的处理时间。

表1 巴氏杀菌工艺参数

Tab.1 High pressure sterilization process parameters

温度/℃	处理时间/min				
70	50	60	70	80	90
80	40	70	80	90	80
90	30	40	50	60	70

表2 超高压杀菌工艺参数

Tab.2 High pressure sterilization process parameters

压强/MPa	处理时间/min				
300	5	7	8	12	15
400	4	6	8	10	12
500	3	4	5	7	9

1.2.3 微生物检测(菌落总数的测定)

严格按照GB 4789.2—2010[12]执行。取样品与生理盐水混合，于食品加工机中均质，配制10倍系列的稀释样品匀液，取1 mL接种于琼脂平板，在37 ℃下培养48 h，进行菌落记数，菌落总数单位为cfu/g。

1.2.4 水分的测定

使用GB/T 5009.3—2010[13]中所规定的直接干燥法作为测定方法。

1.2.5　可溶性蛋白质的测定

采用考马斯亮蓝染色法[14]进行检测。使用不同浓度的牛血清蛋白溶液,加入考马斯亮蓝G-250试剂后,于595 nm波长下测定吸光值并绘制标准曲线,得出标准曲线的方程为:$y=0.003\ 077x+0.018\ 98$,$R^2=0.996$。通过将样品在同等波长下测定值带入方程,可得蛋白质含量,单位为mg/g。

1.2.6　粽子质构的测定

采用饭块法[15]测定优势灭菌工艺下真空粽的质构。用取样器(R=1.5 cm)由外至内截取粽子,并切成长为2 cm的圆柱形粽子块,作为样品进行测定。使用质构仪TMS-6 mm探头,测试速率为30.00 mm/min,压缩率为30%,进行TPA测定[16],比较各项指标(硬度、粘附性、内聚性、弹性、咀嚼性)的不同。

1.2.7　粽子感官评价方法

评价优势灭菌工艺下真空粽的感官品质。组织12名有经验的品评员进行品评[17],依据表3进行感官评分。

表3　感官评价标准

Tab.3 Standards of sensory evaluation

指标		评分		
		0~3	4~7	8~10
外观	光泽	干涩无光泽	较好光泽	光泽很好
	颜色	米色发黄	米色浅黄	米色为白
	疏松度	非常紧密	较紧密	很疏松
香味	叶香	无粽叶香	有粽叶香	浓郁粽叶香
	米香	无米香	米香味足	浓郁米香
滋味	叶味	无粽叶味道	粽叶味一般	浓郁粽叶味
	米味	无米味	味道一般	浓郁糯米味
口感	粘性	无粘性	有粘性	很粘
	弹性	无嚼劲	稍有嚼劲	有嚼劲
	硬度	很软	略硬	很硬

1.2.8　数据分析

应用Matlab软件进行数据处理和绘图。

2　结果与分析

2.1　不同杀菌方式杀菌效果的对比

未经灭菌处理的样品中菌落总数大约为8.4×10^3 cfu/g,不同工艺条件下真空包装粽残余菌落总数与处理时间的关系见图1。从杀菌效果来看,高压蒸汽灭菌较其他2种方式为优,120 ℃/15 min的处理能够完全杀灭真空包装粽中的微生物,10 min的处理也有较好的灭菌效果,但菌落残留大于100 cfu/g。高温高压能有效杀死食品中的微生物,但其易对食品品质造成不可逆的影响。

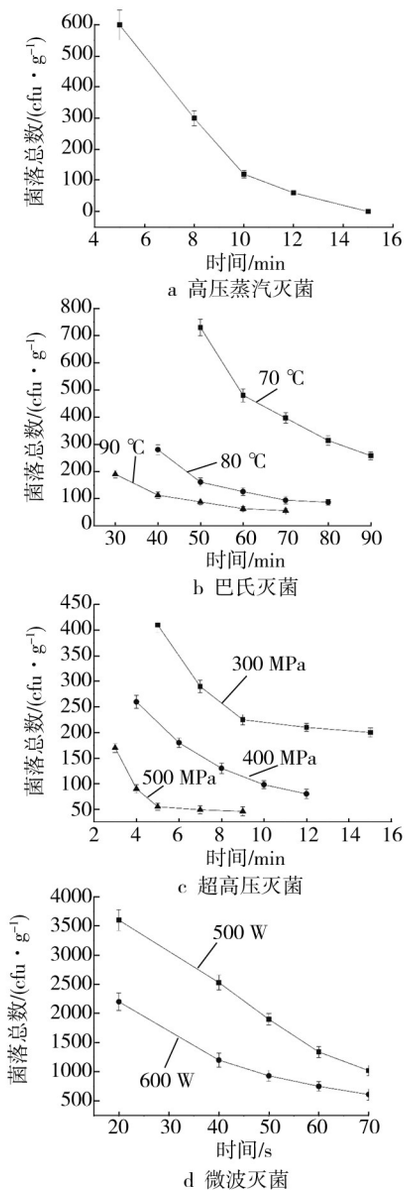

图1　不同灭菌工艺对菌落总数的影响

Fig.1 Effect of different sterilization processes on the total number of colonies

巴氏杀菌是一种兼顾消毒杀菌与食品品质的杀菌技术。如图1b所示,70 ℃巴氏杀菌效果并不理想,即使延长杀菌时间至90 min,也不能满足灭菌要求,因此增加灭菌温度是提升灭菌效果的有效手段。灭菌效果最好的是90 ℃的灭菌处理,50 min处理就能使菌落总数低于100 cfu/g,60 min以上的处理能将菌落总数降低到60 cfu/g以下,大肠杆菌、霉菌等致病菌无检出。巴氏灭菌并不能完全杀灭所有细菌,因为在80 ℃

和90 ℃的处理下明显出现了拖尾现象，此时增加灭菌时间已经不能达到有效增强杀菌效果的目的，这是因为某些耐热菌和芽孢在灭菌后继续存活或恢复活性，进而生长繁殖所致。

超高压能有效杀灭真空包装粽中的微生物，各工艺参数下超高压处理均能将菌落残留控制在500 cfu/g以内，见图1c。500 MPa/5 min处理能将菌落总数控制在50 cfu/g左右，是较优的超高压灭菌工艺条件。高压会损伤细菌细胞壁和细胞膜，影响其内部生化反应平衡，从而造成细菌死亡。但由于拖尾现象和一些耐压细菌（革兰氏阳性菌）的存在，且有些细菌在经受高压后暂时失去活性，而在较长时间（2~3 d）的培养后又会恢复繁殖能力，所以灭菌处理后样品中总是有少量细菌残留[18]。

微波杀灭食品内微生物是热效应与非热生物效应共同作用的结果。热效应灭菌原理与所有热杀菌方式相同，非热效应是指微波作用于食品微生物，使其发生物理化学和生理方面的变化，最终致其死亡[19]。为了防止微波加热产生胀袋现象，所用微波时间参数均较小。1 min左右的灭菌处理能使真空包装粽的菌落总数下降到1000 cfu/g以下，但还无法满足商品的灭菌要求。

综上，优势灭菌工艺条件为：高压蒸汽灭菌（120 ℃/15 min）、巴氏灭菌（90 ℃/60 min）、超高压灭菌（500 MPa/5 min），以此进行后续研究。

2.2 不同杀菌方式对真空包装粽子含水量的影响

由图2可知，各种灭菌处理后的粽子水分含量（质量分数）较未灭菌前（55.07%）均有所降低。温度较高的高压蒸汽处理后水分含量变为49.40%，因为高温促进了粽子水分的迁移和蒸发，水分含量有较为显著的降低。巴氏灭菌与高压蒸汽灭菌同为热杀菌技术，巴氏灭菌处理后的水分含量为51.15%，虽有所降低但仍然高于高压蒸汽处理的含水量。因为巴氏灭菌温度处于水的沸点之下，但其热处理时间较长，也导致了一定的水分迁移和蒸发。超高压处理会挤出少量的水分使水分含量降低，但处理时间短，温度低，水分损失量较其他处理方式最少，含量为54.64%。

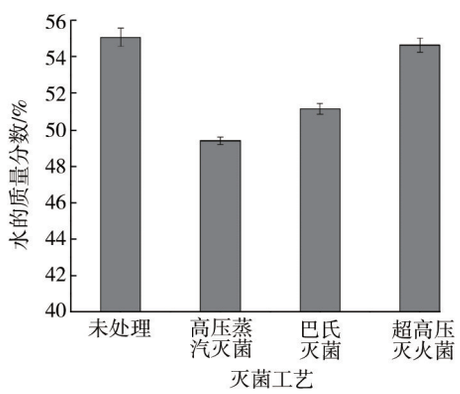

图2 杀菌方式对真空包装粽水分含量的影响

Fig.2 The effect of different sterilization processes on the soluble protein content of vacuum-packaged rice dumplings

2.3 不同灭菌方式对真空软塑包装粽子可溶性蛋白质的影响

蒸煮熟化后未经包装灭菌处理粽子的可溶性蛋白质的含量为14.19 mg/g，见图3，超高压灭菌对糯米粽可溶性蛋白质几乎无影响，可能是由于超高压处理时间较短（6 min），在此时间内超高压尚不足以对蛋白质造成影响，也可能是因为不同的蛋白质的大小和结构不相同，不同蛋白质对超高压的耐性也不相同。高压蒸汽和巴氏灭菌工艺均对粽子可溶性蛋白质有显著影响，高温处理会破坏粽子蛋白质的二级结构，使其发生不可逆转的变性。虽然高压蒸汽灭菌的温度（120 ℃）比巴氏灭菌（90 ℃）高，但其处理时间（15 min）远远小于巴氏灭菌，相较而下，高压蒸汽灭菌工艺在保证粽子的可溶性蛋白质含量[20]。2种热杀菌工艺处理后粽子的可溶性蛋白质含量分别为12.73 mg/g和12.26 mg/g，损失量分别为10.3%和13.6%。

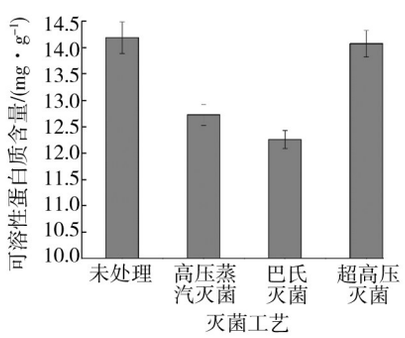

图3 杀菌方式对真空包装粽可溶性蛋白质含量的影响

Fig.3 The effect of different sterilization processes on the moisture content of vacuum-packaged rice dumplings

2.4 不同杀菌方式对真空包装粽子质构的影响

对比不同灭菌方式对真空包装粽质构的影响，见表3。根据TPA指标中的指标定义：咀嚼性=硬度×内聚性×弹性，咀嚼性的数值与硬度、内聚性、弹性指标变化相关。不同灭菌方式对内聚性数据的影响并不显著。超高压处理会使粽子变得紧密，所以硬度增大至2.175 N，弹性（4.090 mm）和粘附性（2.103 N·mm）也

显著增高。而在高压蒸汽处理后,随着水分含量的降低粘附性(0.674 N·mm)有所降低,硬度(1.550 N)与弹性(2.515 mm)均有所降低,进而咀嚼性也有所降低。而巴氏灭菌与高压蒸汽灭菌同为热杀菌技术,其对真空粽质构的影响有一定相似之处,虽然其灭菌时间较长,但由于其灭菌温度较低,对粽子粘附性(0.987 N·mm)和弹性(2.684 mm)的影响比高压蒸汽小。由此可以看出,不同灭菌方式对粽子的质构品质有着较为显著的影响。

表3 灭菌方式对真空包装粽质构的影响

Tab.3 The effect of different sterilization processes on the texture properties of vacuum-packaged rice dumplings

灭菌条件	硬度/N	粘附性/(N·mm)	内聚性	弹性/mm	咀嚼性/mJ
未处理	1.700	1.203	0.405	3.060	2.107
高压蒸汽	1.550	0.674	0.400	2.515	1.559
巴氏	1.513	0.987	0.409	2.684	1.661
超高压	2.175	2.103	0.398	4.090	3.541

2.5 不同杀菌方式对粽子感官品质的影响

在消费者反馈中新鲜粽子的食用风味最为优良,故以未处理的粽子感官品质为较优感官标准,进一步对未处理和处理后粽子进行以外观、香味、滋味、口感为指标的感官评价,评定结果见表4。从外观上看,灭菌处理后的粽子光泽度评分均有所降低,这是因为高压蒸汽与巴氏灭菌组糯米间的空隙较大表现出不平整;而超高压组糯米含水量较低而失去光泽。由于高压蒸汽与巴氏灭菌组粽子内发生美拉德反应程度较大,因此颜色较深。在粽子香味方面,高压蒸汽组粽子经过高温蒸煮,从原理上来讲,其部分风味物质可能遭受损失,但其时间不算太长,在灭菌过程中米香、粽叶香更易散发出来,从而香味评分较高;巴氏灭菌组次之;超高压对粽子香味影响不显著,这与Lopez的研究相似[21]。在粽子的口感方面,巴氏灭菌组粽子的硬度评分最低;而超高压粽子则具有较高的弹性评分,此结果与2.2节的仪器分析结果相吻合。高压蒸汽灭菌粽子在光泽和弹性评分方面比未处理和超高压处理组低,但在味觉和口感评分方面较高,而巴氏灭菌组粽子虽在各方面表现并不突出,但却兼具两者的优点,光泽、粘性和弹性评分比高压蒸汽组高,味觉和口感优于超高压组,却也不比高压蒸汽组逊色多少。综上所述,在感官评价方面,巴氏灭菌与未处理粽子的感官品质更为相近,具有一定优势。

表4 不同灭菌方式对真空包装粽感官品质的影响

Tab.4 The effect of different sterilization processes on the sensory quality of vacuum-packaged rice dumplings

指标		杀菌方式			
		未处理	高压蒸汽	巴氏	超高压
外观	光泽	8.83±0.29	7.24±0.33	7.39±0.43	7.94±0.35
	颜色	8.74±0.26	8.24±0.58	8.57±0.16	8.00±0.15
	疏松度	8.27±0.58	8.56±0.15	8.32±0.51	6.94±0.33
香味	叶香	8.50±0.50	9.07±0.25	8.76±0.15	8.67±0.58
	米香	7.97±0.18	8.50±0.25	8.44±0.20	7.67±0.58
滋味	叶味	8.00±025	8.23±0.50	8.15±0.78	7.90±0.50
	米味	8.54±0.25	8.67±0.58	8.53±0.34	8.30±0.25
口感	粘性	7.83±0.29	7.53±0.45	7.66±0.38	8.53±0.26
	弹性	8.03±0.28	7.33±0.58	7.57±0.89	8.57±0.51
	硬度	8.76±0.73	8.14±0.23	8.01±0.73	9.57±0.14

3 结语

真空包装粽灭菌工艺研究结果显示,微波受胀袋现象制约,灭菌效果不佳,并不适用于密封包装食品;120 ℃/15 min高压蒸汽灭菌的灭菌效果最佳,能完全杀灭真空包装粽中的微生物,处理后水分含量变为49.40%,可溶性蛋白质的损失量为10.3%;90 ℃/60 min的巴氏灭菌总数降低到60 cfu/g以下,处理后的水分含量为51.15%,可溶性蛋白质的损失量为13.6%。500 MPa/6 min超高压灭菌能将菌落总数控制在50 cfu/g左右,对水分含量和可溶性蛋白质的影响微乎其微。巴氏灭菌方式在感官评定方面具有一定优势。

生产使用最广的高压蒸汽虽然灭菌效果最好,但考虑到消费者对于口感和品质的进一步追求,超高压灭菌和巴氏灭菌工艺也具有一定的优势。

参考文献:

[1] 李圣仙. 世界各国的粽子习俗[J]. 东方食疗与保健,2005(9):92—95.
LI Sheng-xian. The Custom of Rice Dumplings Around the World[J]. Oriental Diet-Therapy and Health Care, 2005(9): 92—95.

[2] 巩雪,常江. 大米真空保鲜包装技术及动力学模型实验研究[J]. 包装工程,2013,34(1):26—28.
GONG Xue, CHANG Jiang. Experimental Research on Rice Vacuum Keeping-fresh Packaging Technology and Its Dynamical Model[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 26—28.

[3] 李环,陆佳平,夏梦. 包装材料对水磨糯米粉品质的影响研

究[J]. 包装工程,2013,34(21):39—42.
LI Huan, LU Jia-ping, XIA Meng. Influence of Packaging Material on Glutinous Rice Flour Quality[J]. Packaging Engineering,2013,34(21):39—42.

[4] 韦玉芳. 天然五色粽子研制[J]. 广西轻工业,2010(10):16—18.
WEI Yu-fang. Development of Five-color Natural Zongzi[J]. Guangxi Journal of Light Industry,2010(10):16—18.

[5] 徐吉祥,王飞生,罗月红,等. HACCP在软包装即食笋生产中的应用[J]. 现代食品科技,2011,27(5):574—576.
XU Ji-xiang, WANG Fei-sheng, LUO Yue-hong, et al. Application of HACCP on Soft-packing Seasoning Bamboo Shoot[J]. Modern Food Science & Technology, 2011, 27(5): 574—576.

[6] 赵晴,翟玮玮. 食品生产概论[M]. 北京:科学出版社,2004.
ZHAO Qing, ZHAI Wei-wei. Introduction of Food Production [M]. Beijing:Science Press,2004.

[7] ZYNGIEL W, KOLENDA H. The Influence of High Pressure Processing Parameters on Quality and Stability of Preserved Carrot Juices[J]. Zywnosc Nauka Technologia Jakosc,2009,42(3):408—413.

[8] 巩雪,常江,李丹婷. 超高压保鲜包装技术的研究进展[J]. 包装工程,2014,35(3):97—101.
GONG Xue, CHANG Jiang, LI Dan-ting. Development of Ultra High Pressure Fresh-keeping Packaging Technology[J]. Packaging Engineering,2014,35(3):97—101.

[9] TANG Juming. US FDA Approved First Microwave Sterilization Process Developed by Washington State University[J]. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2010,3(1):1.

[10] SABLIOV C M, BOLDOR D, CORONEL P, et al. Continuous Microwave Processing of Peanut Beverages[J]. Journal of Food Processing and Preservation,2008,32(6):935—945.

[11] WANNINGER L A. Mathematical Model Predicts Stability of Ascorbic Acid in Food Products[J]. Food Technology, 1972, 26:42—48

[12] GB/T 4789.2—2010,食品安全国家标准食品卫生的微生物学检验菌落总数的测定[S].
GB/T 4789.2—2010, National Standards for Food Safety Microbiology Test Determination of the Total Bacterial Colonies for Food Hygiene [S].

[13] GB 5009.3—2010,食品安全国家标准食品中水分的测定[S].
GB/T 5009.3—2010, National Standards for Food Safety Determination of Moisture in Food[S].

[14] LEMOINE M L, CIVELLO P, CHAVES A, et al. Hot Air Treatment Delays Senescence and Maintains Quality of Fresh-Cut Broccoliflorets During Refrigerated Storage[J]. LWT-Food Science and Technology,2009(6):1076—1081

[15] 包清彬,猪谷富雄. 日本大米食味理化学测定[J]. 食品科技,2006(2):83—86.
BAO Qing-bin, TOMIO Itani. Introduction to the Physico-chemical Determination of Rice Taste in Japan[J]. Food Science and Technology,2006(2):83—86.

[16] ILO S, LIU Y, BERGHOFER E. Extrusion Cooking of Rice Flour and Amaranth Blends[J]. Food Science and Technology, 1999,32:79—88.

[17] YAU N J N, HUANG J J. Sensory Analysis of Cooked Rice[J]. Food Quality and Preference,1996,7(3):263—270.

[18] 张守勤. 超高压生物技术及应用[M]. 北京:科学出版社,2011.
ZHANG Shou-qin. Ultra High Pressure Biological Technology and Application[M]. Beijing:Science Press,2011.

[19] 杨国峰,周建新. 食品微波杀菌有关问题的探讨[J]. 食品科学,2006,27(10):593—596.
YANG Guo-feng, ZHOU Jian-xin. Some Discussions on Microwave Disinfect in Food Processing[J]. Food Science, 2006, 27(10):593—596.

[20] 潘梦垚,卢立新,孙昊,等. 温度对真空包装水煮毛竹笋贮藏品质的影响[J]. 包装工程,2013,34(1):22—25.
PAN Meng-yao, LU Li-xin, SUN Hao, et al. Effect of Temperature on Quality Degradation of Vacuum-packaged Boiled Mao Bamboo Shoot[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(1): 22—25.

[21] LOPEZ-MALO A, PALOU E, BARBOSA-CANOVAS G V, et al. Polyphenoloxidase Activity And Color Changes During Storage of High Hydrostatic Pressure Treated Avocado Puree [J]. Food Research International, 1998, 31:549—556.

(上接第100页)

Quality with Different Ways of MAP during Refrigerated Storage[J]. Food and Fermentation Industries, 2010 (6): 211—215.

[18] 吕凯波,熊善柏,王佳雅. 包装处理方式对冰温贮藏黄鳝片品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2007(5):714—718.
LU Kai-bo, XIONG Shan-bai, WANG Jia-ya. Influence of Eel Slices Quality with Different Packaging Ways in Ice Temperature[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2007 (5):714—718.

[19] 王家国,王金刚. 气调包装与肉的颜色[J]. 肉类工业,2001(4):17—20.
WANG Jia-guo, WANG Jin-gang. Modified Atmosphere Packaging and Meat Color[J]. Meat Industry, 2001(4): 17—20.