

不同杀菌方式对梨枣汁贮藏过程中品质变化的影响

冀晓龙^{1,2}, 王敏¹, 田汉英¹, 王猛¹, 汪有科²

(1. 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西杨凌 712100)

(2. 西北农林科技大学国家节水灌溉工程中心, 陕西杨凌 712100)

摘要: 以梨枣汁为材料, 探讨不同杀菌方式对贮藏过程中其主要理化性质的影响。结果表明, 梨枣汁经三种杀菌方式处理后在贮藏过程中, 可滴定酸、褐变程度和总色差值逐渐升高, 透光率变化不显著, pH值、总糖和Vc呈下降趋势。在贮藏过程中超高压杀菌处理可有效抑制微生物生长, 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏过程中Vc含量影响存在显著性差异。超高压杀菌处理对梨枣汁灭菌率和Vc保留率分别达93.24%和95.87%, 微波杀菌处理对梨枣汁在贮藏过程中可溶性固形物和总糖含量分别维持在17.50~18.50%和0.21~0.24 mg/mL。巴氏杀菌处理对梨枣汁在贮藏过程中非酶褐变指数影响显著; 在相同贮藏温度下, 贮藏时间越长, 超高压杀菌、微波杀菌可有效抑制梨枣汁褐变程度。在梨枣汁贮藏过程中超高压杀菌处理不仅能抑制微生物繁殖, 而且能保持好梨枣汁风味、色泽和营养成分。

关键词: 杀菌; 贮藏; 稳定性; 梨枣汁; 理化性质

文章编号: 1673-9078(2013)9-2211-2217

Effect of Different Sterilization Methods on Quality of Pear Jujube Juice During Storage

JI Xiao-long^{1,2}, WANG Min¹, TIAN Han-ying¹, WANG Meng¹, WANG You-ke²

(1. College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

(2. National Engineering Center for Irrigation Water Savings, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

Abstract: The effect of different sterilization methods on the physic-chemical properties of jujube juice was investigated during long-term cooling storage. The results showed that titratable acidity, browning degree and total color aberration increased gradually and transmittance of jujube juices changed slightly. Total sugar, Vc and pH showed a decreasing trend. Different sterilization methods showed significant effect on Vc and microorganisms during storage. The microorganisms in jujube juice under ultra-high pressure sterilization were reduced by 93.24% and Vc content was retained as 95.87%. The soluble solids and total sugar of jujube juice treated by microwave sterilization were within the range of 17.50~18.50% and 0.21~0.24 mg/mL, respectively. When jujube juices were stored at the same temperature, the ultra-high pressure sterilization and microwave sterilization effectively inhibited the browning degree of juice, resulting in longer storage time. It was concluded that ultra-high pressure sterilization can inactivate the microorganisms and maintain original fruit taste, color and nutrients of pear jujube juice during long storage.

Key words: sterilization; storage; stability; pear jujube juice; physic-chemical property

梨枣 (*Zizyphus jujube* Mill. cv. *Lizao*), 是鼠李科 (*Rhamnaceae*) 枣属 (*Zizyphus* Mill.) 植物果实, 别名脆枣或大铃枣, 是我国鲜食生产中重要的优良品种。相关研究显示, 梨枣中含有丰富维生素、矿物质、酚类物质和人体需要氨基酸等营养成分; 特别是梨枣中含有丰富的环磷酸腺苷 (cAMP) 和环磷酸鸟苷

收稿日期: 2013-06-03

基金项目: 国家科技支撑计划 (2011BAD29B04); 陕西省科技统筹创新工程 (2011KTCL02-02)

作者简介: 冀晓龙 (1989-), 男, 硕博士生, 研究方向为食品功能化学与营养
通讯作者: 王敏 (1967-), 女, 博士, 教授, 研究方向为食品化学与分析及西部特色药食兼用资源加工利用

(cGMP), 目前, 枣中环磷酸腺苷 (cAMP) 是迄今人们发现的高等植物中含量最高的成分^[1]。梨枣是我国传统滋补佳品和药食兼用果品, 具有健脾养胃、补中益气、滋肺强肾、缓解药毒、抗衰老等保健功效^[2]。近些年来随着矮化密植方式在陕北黄土高原地区进行推广与应用, 山地梨枣已取得良好生态效益、社会效益和经济效益^[3]。但近些年来, 由于受到世界气候变化影响, 枣树成熟期发生连阴雨天气频率增加, 造成梨枣破裂; 而梨枣食用方式多以鲜食和干食为主, 加工产品多以干枣为原料, 商品经济价值低廉。若将残余梨枣加工成梨枣汁, 既可以提高梨枣综合利用价值, 又可为鲜枣开发利用提供新途径。

超高压杀菌是在低温或常温条件下对果蔬汁施加100~1000 MPa甚至更高压力,使蛋白质发生变性、酶失活、微生物死亡等,但不会破坏果蔬汁中热敏性成分而有利于保持果蔬汁风味和营养成分,从而达到果蔬汁保鲜、灭菌及贮藏目的^[4]。微波杀菌是通过热效应和非热效应共同作用的,能在较低的温度下达到杀菌效果。微波杀菌具有时间短、速度快、温度低等优势,可有利于保持果蔬汁营养成分和风味。

不同杀菌方式对果蔬汁有重要影响,在贮藏过程中果蔬汁会发生褐变及变质现象。因此有必要研究在最佳工艺条件下研制的梨枣汁,以巴氏杀菌、微波杀菌、超高压杀菌对梨枣汁进行杀菌处理,研究不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏过程中品质变化的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

梨枣:采摘于西北农林科技大学陕北米脂试验站矮化密植枣园;NaOH、Al(NO₃)₃、Na₂CO₃、NaNO₂、酚酞试剂、草酸、无水乙醇、2,4-二硝基苯肼、硫脲、酒石酸钾钠、磷酸钠、硫酸、盐酸、亚铁氰化钾、硫酸锌、甲醇、亚硫酸氢钠、乙酸锌试剂均为分析纯;平板计数琼脂培养基:北京路桥技术有限公司。

1.2 仪器与设备

800 MPa-15 L超高压食品加工设备,内蒙古科发食品机械有限公司研制;P70D20TP-C6型微波炉,广东格兰仕微波炉电器制造有限公司;2000JP-1型榨汁机:南通金橙机械有限公司;KQ-700DE型数控超声波清洗器:昆山市超声仪器有限公司;WYT型手持糖度计,成都星辰光光学仪器有限公司;UV-1600型紫外-可见分光光度计,上海美普达仪器有限公司;WSC-S型色差计、PHS-3C型pH计,上海精密科学仪器有限公司;JD400-3型电子分析天平、ESJ120-4型电子天平、HH-4型数显恒温水浴锅:国华电器有限公司。

1.3 试验方法^[5]

1.3.1 工艺流程

梨枣→清洗→去皮、去核→破碎→榨汁→均质→杀菌→贮藏→指标测定

1.3.2 杀菌方法

超高压杀菌:压强350 MPa下常温保压时间15 min;

微波杀菌:功率750 W处理时间120 s;

巴氏杀菌:温度85 °C下处理时间10 min。

1.3.3 指标及测定方法

1.3.3.1 微生物检测

菌落总数测定:按GB 4789.2-2010方法进行检测。

1.3.3.2 pH值测定

按中华人民共和国农牧渔业部标准果汁测定方法NY 82.7-1988进行测定。

1.3.3.3 可溶性固形物含量测定

按GB 12143.1-88软饮料中可溶性固形物含量测定。

1.3.3.4 可滴定酸测定

将5 mL梨枣汁用煮沸过蒸馏水定容至100 mL容量瓶,过滤后取50 mL,用0.1 mol/L NaOH滴定至pH=8.1;可滴定酸含量以柠檬酸当量表示。

1.3.3.5 透光率

采用分光光度法,以蒸馏水作参比在625 nm下测定透光率。

1.3.3.6 总糖

采用3,5-二硝基水杨酸(DNS)法测定总糖。

1.3.3.7 Vc含量测定

按GB/T 5009.86-2003 2,4-二硝基苯肼法测定总抗坏血酸。

1.3.3.8 5-羟甲基糠醛(5-HMF)

称取梨枣汁3.0 g,用25 mL蒸馏水溶解并移入50 mL容量瓶中,加入1 mL 15%亚铁氰化钾溶液,混匀加入1 mL 30%乙酸锌溶液,混匀,用蒸馏水定容至刻度。吸取滤液各5 mL于三支试管中,在一支试管中加入5 mL 0.3%亚硫酸氢钠溶液做参比,另外两支试管加入5 mL蒸馏水作待测液,测定波长分别为284 nm、336 nm处吸光度值。

1.3.3.9 非酶褐变褐变指数(A₄₂₀)

取5 mL梨枣汁加入5 mL无水乙醇,混合摇匀,转速3500 r/min离心30 min,取上清液,用2 cm比色皿在420 nm处测定吸光度,根据吸光度值大小确定褐变程度。

1.3.3.10 色差测定

用WSC-S型色差计测定梨枣汁色差,操作方法参照仪器说明书;L*、a*、b*三刺激颜色测定:采用色差仪对梨枣汁L*(亮度)、a*(红值)、b*(黄值)三刺激颜色进行测定。L*值表示亮度,范围在0~100之间,L*值越高表明样品表面越白。a*>0表示红值、a*<0表示绿值。b*>0表示黄值、b*<0表示蓝值。通过公式计算饱和度C:

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

1.4 数据处理

数据统计分析采用Excel和DPS 7.05分析软件^[6]进行处理。

2 结果与讨论

2.1 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间菌落总数变化影响

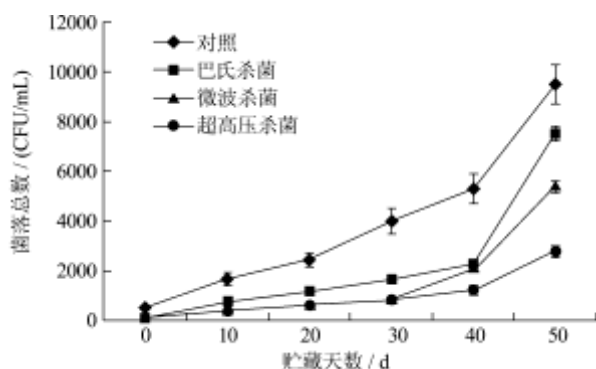


图1 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间菌落总数影响

Fig.1 Effect of different sterilization methods on total bacterial count of pear jujube juice during storage

菌落总数表明果蔬汁受微生物污染情况并且直接影响果蔬汁产品质量，不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间菌落总数变化影响如图1所示，在贮藏初期，超高压处理、微波处理、巴氏杀菌处理对梨枣汁灭菌率分别为 93.24%、90.08%、85.17%^[7]。在梨枣汁贮藏期间，未经杀菌处理梨枣汁（即对照组）在放置30 d内微生物繁殖速率最快，而经其他杀菌方式处理梨枣汁，与对照组相比，菌落总数在贮藏期间增长缓慢。在放置40 d内巴氏杀菌处理梨枣汁微生物增长率可达到37.50%；在贮藏期50 d，巴氏杀菌、微波杀菌和超高压杀菌较对照组灭菌率分别为20.62%、42.83%、70.73%，超高压杀菌处理在贮藏期间有显著抑菌效果。超高压杀菌处理对微生物抑制作用主要影响细胞膜结构，此外超高压处理会损伤细菌细胞内酶系和遗传物质。姜斌等人进行超高压对鲜榨果蔬汁杀菌效果的研究，结果表明经过400 MPa、15 min处理鲜榨苹果汁可在4 °C下贮藏15 d以上仍保持食用安全性^[8]。

2.2 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间 pH 值变化影响

不同种类果蔬汁都有其不同pH值，pH值是评价果蔬汁重要指标。在贮藏期间，随着果蔬汁变质，其pH值也会有所变化。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间pH值变化影响如图2所示，三种杀菌方式处理下pH值

随着贮藏时间延长而逐渐下降，但最终稳定在4.0左右；超高压处理和微波处理的梨枣汁在贮藏期间pH值变化幅度最小。比较不同杀菌方式下贮藏10 d结果可以看出，对照组、巴氏处理、微波处理和超高压处理梨枣汁pH值分别为4.66、4.78、4.78和4.80。随着贮藏时间延长，酵母菌、乳酸菌等微生物代谢产生酸性物质，同时各种生化反应进行使得各组样品的pH不断降低，不同杀菌方式处理的梨枣汁pH值高于对照组，说明三种杀菌方式在抑制梨枣汁变质方面都有一定作用^[9]。

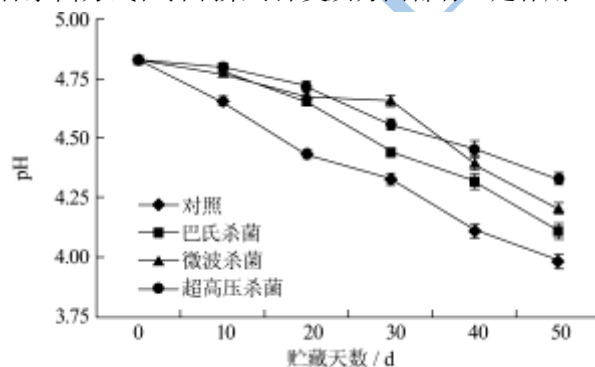


图2 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间pH值影响

Fig.2 Effect of different sterilization methods on pH value of pear jujube juice during storage

2.3 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间可溶性固形物含量变化影响

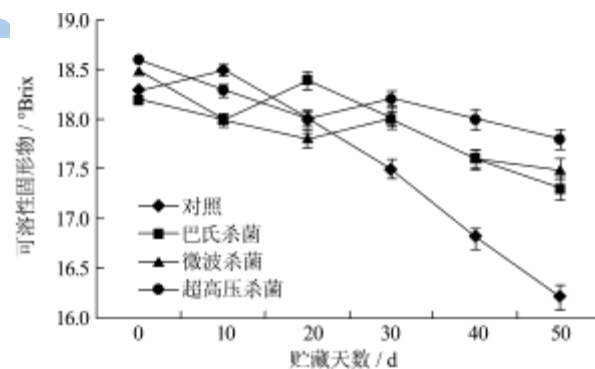


图3 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间可溶性固形物影响

Fig.3 Effect of different sterilization methods on soluble solids of pear jujube juice during storage

可溶性固形物是果蔬汁行业常用技术参数，主要是指可溶性糖类，包括单糖、双糖、多糖等。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间可溶性固形物含量变化影响如图3所示，在贮藏初期，对照组和巴氏处理、微波处理及超高压处理的梨枣汁中可溶性固形物含量没有显著性差异，但随着贮藏时间延长，不同杀菌处理方式下梨枣汁中可溶性固形物含量均有下降趋势，三种处理对梨枣汁可溶性固形物含量保留以巴氏杀菌处理

最低^[10]。在贮藏后期对照组中可溶性固形物含量较经杀菌处理的梨枣汁中可溶性固形物含量偏低，超高压处理的梨枣汁中可溶性固形物含量保留率可达95.60%。

2.4 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间可滴定酸含量变化影响

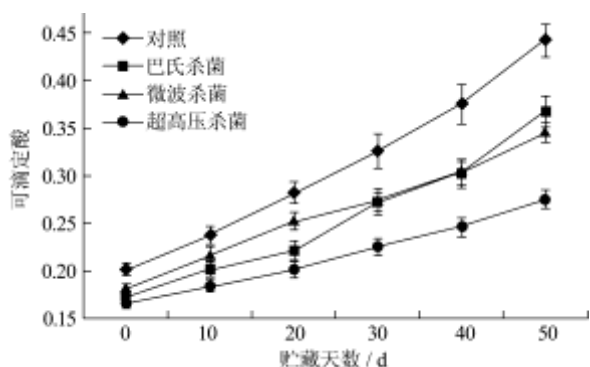


图4 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间可滴定酸含量影响

Fig.4 Effect of different sterilization methods on titratable acidity of pear jujube juice during storage

可滴定酸是果蔬汁行业基本技术参数，在贮藏期间，随着果蔬汁变质，其可滴定酸也会有所变化。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间可滴定酸变化影响如图4所示，在贮藏初期，对照组和巴氏处理、微波处理以及超高压处理的梨枣汁中可滴定酸含量有显著性差异。随着贮藏时间延长，不同杀菌方式处理的梨枣汁中可滴定酸含量均有上升趋势，其中对照组中可滴定酸含量上升最快。在贮藏期20 d后不同杀菌处理方式下梨枣中可滴定酸含量迅速上升，这可能与在相对较高温度处理下梨枣汁中多糖或双糖降解导致有机酸增加有关，而超高压处理可有效抑制贮藏梨枣汁中可滴定酸含量的增加^[11]。

2.5 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间透光率变化影响

果蔬汁透光率(T值)反映果蔬汁稳定性，一般T值变化大，体系稳定性就差。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间透光率变化的影响如图5所示，随着贮藏时间延长，对照组透光率变化显著，T值先下降后急速上升。在贮藏30 d后，巴氏杀菌处理梨枣汁T值迅速上升，而微波杀菌和超高压杀菌处理梨枣汁T值变化不显著，在贮藏过程中具有混浊活性酚类化合物可能与梨枣汁中可能残留蛋白质结合形成复杂络合物，从而导致梨枣汁浑浊；而微波处理和超高压处理可降解梨枣汁中

大分子物质，保证梨枣汁有较好稳定性^[12]。

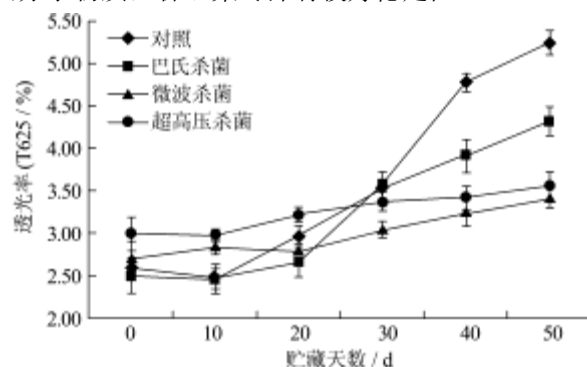


图5 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间透光率影响

Fig.5 Effect of different sterilization methods on transmittance of pear jujube juice during storage

2.6 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间总糖含量变化影响

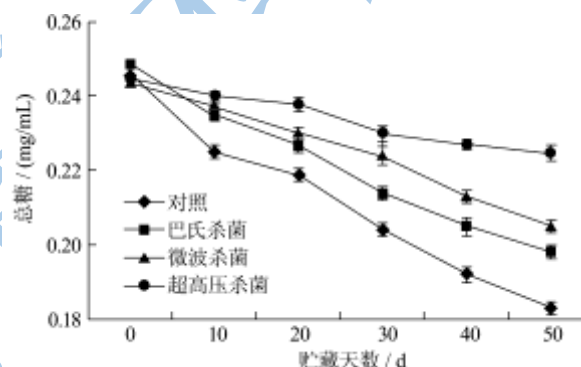


图6 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间总糖影响

Fig.6 Effect of different sterilization methods on total sugar of pear jujube juice during storage

总糖是果蔬汁行业基本测定指标。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间总糖含量变化影响如图6所示，在贮藏初期，对照组和巴氏处理、微波处理以及超高压处理的梨枣汁总糖含量无显著性差异。但随着贮藏时间延长，不同杀菌方式下梨枣汁中总糖含量均有下降趋势；其中对照组中总糖下降速率最大(达25.61%)。在贮藏期50 d后，微波杀菌、超高压处理梨枣汁总糖降低幅度最低。郭庆海等人进行杀菌方式对枸杞原汁室温贮藏中主要生物活性成分影响研究，结果表明三种热杀菌处理都不同程度地减缓室温下贮藏中枸杞多糖下降^[13]。

2.7 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间Vc含量变化影响

Vc性质极不稳定，温度、压力、微量元素及光和

酸等因素都对其产生很大影响；因此，减少因杀菌方式对其损失影响是个关键问题。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间Vc含量变化的影响如图7所示，在贮藏初期，对照组和巴氏处理、微波处理以及超高压处理的梨枣汁中Vc含量有显著性差异。对照组在贮藏期10 d内Vc下降率最大（达14.60%），而经其他三种杀菌处理梨枣汁与对照组相比，Vc含量虽均有下降趋势，但以巴氏杀菌处理后Vc损失最为明显，超高压和微波杀菌处理后Vc损失均不显著，温度、氧可诱发或加速Vc氧化和热降解反应。因此，巴氏杀菌等较高温、长时间热杀菌方法可加速热敏性Vc损失，而超高压处理属于非热杀菌技术，对Vc降解却有很好抑制作用^[9,14]。

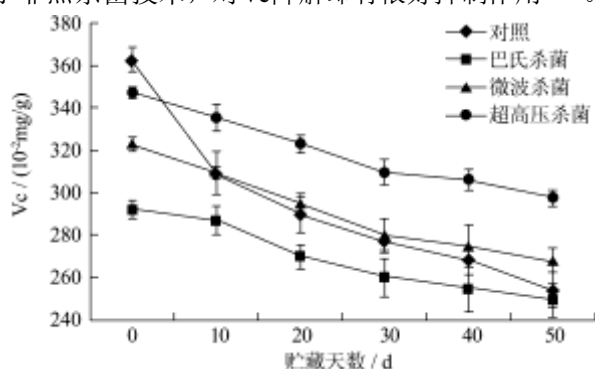


图7 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间Vc影响

Fig.7 Effect of different sterilization methods on Vc of pear jujube juice during storage

2.8 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间 5-羟甲基糠醛 (5-HMF) 含量变化影响

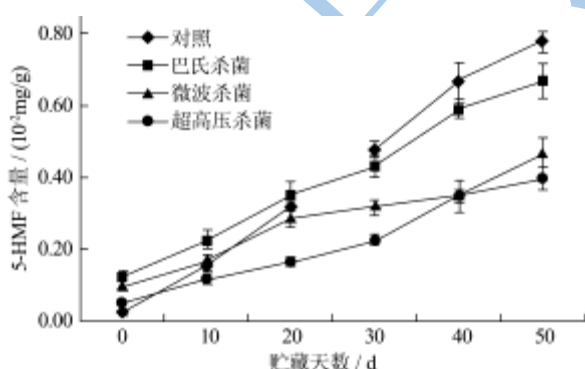


图8 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间5-羟甲基糠醛影响

Fig.8 Effect of different sterilization methods on 5-HMF of pear jujube juice during storage

5-HMF是美拉德反应、焦糖化褐变、抗坏血酸氧化分解反应和纤维素降解共同中间产物。它不仅会导致果蔬汁风味变化和颜色加深，还会影响其食用安全性。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间5-HMF含量变化的影响如图8所示，在贮藏初期，对照组和巴氏处理、

微波处理以及超高压处理梨枣汁中5-HMF含量较低^[5]；在贮藏过程中不同杀菌方式的梨枣汁中5-HMF含量呈上升趋势，对照组中5-HMF上升幅度最大，超高压处理和微波杀菌处理的梨枣汁中含量上升幅度较低，非热杀菌技术可有效抑制果蔬汁的褐变程度。

2.9 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间非酶褐变指数(A₄₂₀值)变化影响

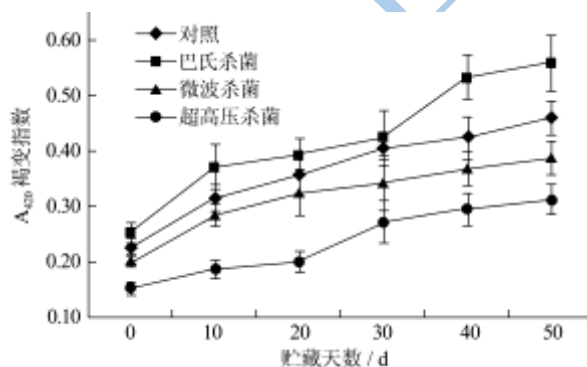


图9 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间褐变指数影响

Fig.9 Effect of different sterilization methods on browning index of pear jujube juice during storage

非酶褐变指数 (A₄₂₀值) 是衡量果蔬汁在杀菌过程中褐变程度的指标。A₄₂₀越大，表示褐变反应越严重，A₄₂₀越小，表示褐变程度越小。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间非酶褐变指数 (A₄₂₀值) 变化影响如图9所示，在贮藏初期，对照组和巴氏处理、微波处理以及超高压处理梨枣汁非酶褐变指数有显著性差异^[5]。随着贮藏时间延长，不同杀菌方式可使梨枣汁非酶褐变不同程度地升高，巴氏杀菌处理的梨枣汁非酶褐变指数变化最明显，超高压处理的梨枣汁非酶褐变程度变化幅度最小^[15]。由此可见，不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏过程中非酶褐变指数影响较大，处理温度越低，梨枣汁褐变程度越低，稳定性越好。

2.10 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间色差变化影响

色泽变化是衡量果蔬汁在杀菌过程中感官品质变化的重要指标。不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间色差变化影响如图10、11所示，热杀菌处理梨枣汁与对照组和超高压处理的梨枣汁L值存在显著性差异，即超高压和热处理均使梨枣汁的亮度下降，而超高压处理幅度变化显然小于热处理的。超高压处理后的梨枣汁随贮藏时间延长逐渐下降，即梨枣汁亮度逐渐变暗。从图10中可以看出，不同处理方式的梨枣汁L值随着

时间变化趋势一致, 都随贮藏时间延长而呈现下降趋势, 且温度越高变化越快。超高压处理梨枣汁L值在贮藏期各个时间段均高于热处理样品; 与对照组相比超高压处理样品L值在贮藏前期与对照组接近而到后期比对照组高, 由此可以看出, 热处理会造成梨枣汁亮度变暗, 而超高压处理则对梨枣汁亮度保持具有一定作用。超高压杀菌处理能较好地保持果蔬汁色泽, 归因于超高压处理对果蔬汁内源酶钝化作用和高压均质作用使果蔬汁细胞内的成色物质溶出^[6]。

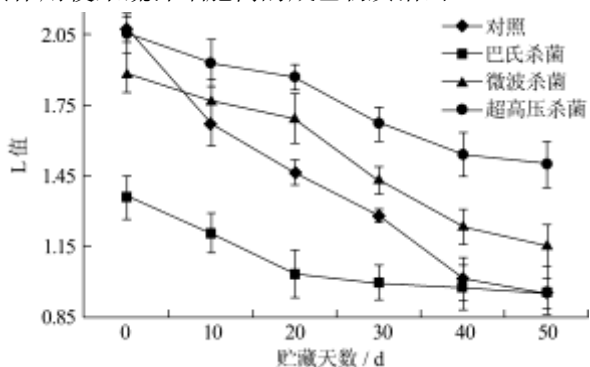


图 10不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间L值影响

Fig.10 Effect of different sterilization methods on L value of pear jujube juice during storage

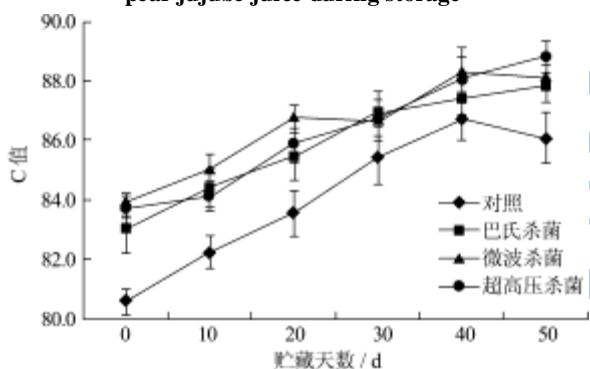


图11 不同杀菌方式对梨枣汁在贮藏期间C值影响

Fig.11 Effect of different sterilization methods on C value of pear jujube juice during storage

饱和度C值是综合色度指标, 在贮藏初期, 不同杀菌方式处理的梨枣汁C值之间无显著性差异。在贮藏过程中, C值升高, 说明梨枣汁随贮藏时间延长其饱和度增大; 超高压杀菌、微波杀菌处理的梨枣汁饱和度上升幅度偏小, 说明非热杀菌处理能较好地保持梨枣汁原有色泽。因此, 不同杀菌方式处理对梨枣汁感官色泽品质影响较大。

3 结论

3.1 从杀菌基础上对比分析超高压杀菌、微波杀菌、巴氏杀菌对梨枣汁在贮藏过程中杀菌效果的影响; 利用超高压技术对梨枣汁进行杀菌处理, 不但抑菌效果

显著而且在贮藏过程中可较好地保持梨枣汁特有品质。

3.2 梨枣汁经不同杀菌方式处理后贮藏过程中, 可滴定酸、褐变度和总色差值逐渐升高, 透光率变化不明显, pH值、总糖和Vc含量呈下降趋势。超高压杀菌、微波杀菌在贮藏过程中可最大程度地保留梨枣汁中Vc含量并有效抑制梨枣汁褐变。

3.3 超高压杀菌等非热加工技术, 应用于果蔬汁生产贮藏过程中, 能很好地保持果蔬汁的风味、色泽和营养成分, 产品品质明显优于热处理果蔬汁。

参考文献

- [1] 王敏, 韩俊, 王青林. 发展中的我国枣保鲜业[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30: 78-82
Wang M, Han J, Wang Q L. Fresh jujube storage in China [J]. Journal of Northwest Science-Technology University of Agricultural and Forest (Natural Science Edition), 2002, 30: 78-82
- [2] Gao Q H, Wu, C S, Wang M. The jujube (*Zizyphus jujuba* Mill) fruit: a review of current knowledge of fruit composition and health benefits [J]. Journal Agricultural Food Chemistry, 2013, 61(14): 3351-3363
- [3] Wu C S, Gao Q H, Guo X D, et al. Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of a promising table fruit 'pear-jujube' (*Zizyphus jujuba* Mill.) [J]. Scientia Horticulturae, 2012, 148: 177-184
- [4] Suarez-Jacobo A, Rufer C E, Gervilla R, et al. Influence of ultra-high pressure homogenisation on antioxidant capacity, polyphenol and vitamin content of clear apple juice [J]. Food Chemistry, 2011, 127(2): 447-454
- [5] 冀晓龙, 王猛, 李环宇, 等. 不同杀菌方式对梨枣汁杀菌效果及理化性质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(4): 58-62
Ji X L, Wang M, Li H Y, et al. Effect of different sterilization methods on physicochemical properties and sterilizing results of pear jujube juice [J]. Food and Fermentation Industries, 2013, 39(4): 58-62
- [6] Tang Q Y, Zhang C X. Data Processing System (DPS) software with experimental design, statistical analysis and data mining developed for use in entomological research [J]. Insect Science, 2013, 20(2): 254-260
- [7] Zhao G Y, Liu F Z. Effect of Ultra-high Pressure on The Growth Curve of Microorganisms in Jujube Juice [C]// Proceedings of the 7th Conference on Biological Dynamic System and Stability of Differential Equation. Chongqing, P. R. CHINA, 2010: 449-452

- [8] 姜斌,胡小松,廖小军,等.超高压对鲜榨果蔬汁的杀菌效果[J].农业工程学报,2009,25(5):234-238
Jiang B, Hu X S, Liao X J, et al. Effects of high hydrostatic pressure processing on microbial inactivation in fresh fruit and vegetable juice [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(5): 234-238
- [9] Angela S J, Corinna E R, Ramon G, et al. Influence of ultra-high pressure homogenisation on antioxidant capacity, polyphenol and vitamin content of clear apple juice [J]. Food Chemistry, 2011, 127(2): 447-454
- [10] Michelle K B, Katherine Z, Effie E, et al. The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice [J]. Innovative food science & emerging technologies, 2005, 6(1): 1-9
- [11] Concepcion S M, Lucia P, Pedro E M, et al. Impact of High Pressure and Pulsed Electric Fields on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Orange Juice in Comparison with Traditional Thermal Processing [J]. Journal Agricultural Food Chemistry, 2005, 53(11): 4403-4409
- [12] 温升南,程燕锋,杜冰,等.不同杀菌处理方法对菠萝汁理化性质的影响[J].现代食品科技,2008,24(10):977-980
Wen S N, Cheng Y F, Du B, et al. Effects of the Sterilization Methods on the Physico-chemical Properties of Pineapple Juice [J]. Modern Food Science and Technology, 2008, 24(10): 977-980
- [13] 郭庆海,王世平,杨天仪,等.杀菌方式对枸杞原汁室温贮藏中主要生物活性成分的影响[J].园艺学报,2004,31(4): 447-450
Guo Q H, Wang S P, Yang T Y, et al. Effect of Sterilization Methods on Main Biological Active Compinents in Lycium barbarum L. Juice during Long-term Storage at Room Temperature [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(4): 447-450
- [14] Queiroz C, Moreira C F, Lavinhas F C, et al. Effect of high hydrostatic pressure on phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity in cashew apple juice [J]. High Pressure Research, 2010, 30(4): 507-513
- [15] 刘静.红枣浓缩汁加工和贮藏过程中非酶褐变的研究[D].西安:西北大学化工学院食品科学与工程系,2011
Liu J. Nonenzymatic Browning in Jujube Juice Concentrate during Proecessing and Storage [D]. Xi'an: Northwestern University, School of Chemical Engineering, Food Science and Engineering, 2011
- [16] Patras A, Tiwari B K, Brunton, N P, et al. Modelling the effect of different sterilisation treatments on antioxidant activity and colour of carrot slices during storage [J]. Food Chemistry, 2009, 114(2): 484-491