

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2020.02.029

4 种常见果蔬保鲜运输超声波加湿的 生命周期模拟研究

Life cycle simulation of ultrasonic humidification of 4 kinds of common
fruits and vegetables in fresh storage and transportation

苏霞¹ 王宝成²

SU Xia¹ WANG Bao-cheng²

(1. 山西财贸职业技术学院, 山西 太原 030031; 2. 三峡大学, 湖北 宜昌 443002)

(1. Shanxi Vocational & Technical College of Finance & Trade, Taiyuan, Shanxi 030031, China;

2. China Three Gorges University, Yichang, Hubei 443002, China)

摘要:通过生命周期评估显示:与传统供应链相比,超声波加湿可将部分水果和蔬菜的环境影响(包括气候变化影响)降低 23%,当加湿器应用于果蔬供应链,且总固有损失 >24% 时,加湿器的加入能使损失减少 20% 以上,说明超声波加湿技术能使果蔬供应链管理更具可持续性。

关键词:超声波加湿;果蔬;保鲜;可持续供应链管理;生命周期评估

Abstract: The life cycle assessment of this paper shows that ultrasonic humidification can reduce the environmental impact of some fruits and vegetables (including climate change impact) by 23% compared to traditional supply chains. When the humidifier is applied to the fruit and vegetable supply chain and the total inherent loss is greater than 24%, the addition of the humidifier can reduce the loss by at least 20%. Research has shown that ultrasonic humidification technology can make supply chain management more sustainable.

Keywords: ultrasonic humidification; fruits and vegetables; freshness; sustainable supply chain management; life cycle assessment

随着全球化食品供应链日益复杂,更长冷链系统和更多中间商的加入使得食品损失风险增加,实现可持续供应链管理(SSCM)面临诸多挑战,此类问题在行业内引发了广泛的讨论^[1]。SSCM 面临的主要挑战之一是食品损失,每年全球有高达 1/3 的供人类消费的食品在生产

期间和收获后由于微生物和化学腐败而丢弃,遭到零售商或消费者的浪费^[2]。

将超声波加湿器应用于果蔬供应链可以减少果蔬收获后的食品损失,有助于提高果蔬供应链的环境可持续性。加湿装置主要应用于零售柜,同时也可用于果蔬在收获后的运输阶段,如配送中心和批发商的仓库中。为充分发挥加湿技术的潜力,加湿装置可应用于果蔬收获后的各个阶段,即冷藏室、农场、加工中心、配送中心和批发商、道路运输和零售(柜内展示或冷藏室)^[3]。

使用生命周期评估(Life Cycle Assessment, LCA)是一项自 20 世纪 60 年代才开始发展的重要环境管理工具,生命周期是指某一产品或服务从取得原材料,经生产、使用直至废弃的整个过程。生命周期评估是用于评估与某一产品或服务相关的环境因素和潜在影响的方法,是通过编制某一系统相关投入与产出的存量记录,评估与这些投入、产出有关的潜在环境影响,根据生命周期评估研究的目标解释存量记录和环境影响的分析结果来进行的。其中使用不同生命周期影响类别(如气候变化、资源消耗或用水)^[4],将生命周期过程中的资源消耗和污染物排放转化为影响指标^[5]。目前,关于超声波加湿技术对环境 LCA 评估的报道多数仅限于工业加工、室内外环境调节等领域,在食品保鲜、生鲜物流系统的探究较少。基于全过程的生命周期评价,课题组拟比较基于加湿的供应链与传统供应链的环境性能,旨在评估超声波加湿作为一种提高环境性能的技术的有效性,以减少果蔬采摘后的损失。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

草莓、桃子、葡萄、芦笋:深圳恒兴食品供应链有限公司;

基金项目:山西省教育科学“十三五”规划“1331 工程”研究专项课题(编号:ZX-18126)

作者简介:苏霞,女,山西财贸职业技术学院讲师,硕士。

通信作者:王宝成(1977—),男,三峡大学副教授,博士。

E-mail: wangbaocheng6868@163.com

收稿日期:2019-12-07

消毒剂:JN-1702,1 000 mL,北京贝嘉卫生用品有限公司;

超声波加湿器:HT-254 型,上海武光化学科技有限公司。

1.2 试验方法

利用超声波产生约 1~2 μm(干雾)的水滴气溶胶,应用于果蔬的收获后的处理,该技术能够提供 10~15 ℃的

基本冷却^[3,6],水滴蒸发产生绝热冷却,恒湿器将进一步将温度降低至 5 ℃^[7]。包装盒堆叠在一起,置于托盘上,每个托盘放置 10 层。超声波加湿器使用前,先用天然黄酮类消毒剂进行清洁^[8],试验完成后对超声波加湿器主要数据进行 LCA 建模。表 1 为供应链常用的超声波加湿器的基本参数,基于功效及所用能量来源等因素,试验采用自来水供水的 HT-254 型超声波加湿器。

表 1 超声波加湿器基本参数

Table 1 Basic parameters for ultrasonic humidifier

加湿器类型	渗透装置类型	质量/ kg	总功率比/ kW	总功耗/ (kW·h·kg ⁻¹ ·d ⁻¹)	耗水量/ (kg·h ⁻¹)	电源	供水
原型 1	LP-10	78.8	0.51	1.71E-03	6.0	电网	自来水
HT-254	LP-20BPWS	112.2	1.56	2.81E-03	18.0	电网	水箱
HT-254	LP-20BPWS	112.2	1.56	2.81E-03	18.0	电网	自来水
HT-45	LP-10	38.0	0.51	1.71E-03	3.0	电气	自来水
HT-85	LP-10BP	101.4	0.71	2.00E-02	6.0	电气	自来水
原型 2	LP-10	115.6	0.38	1.26E-03C	0.8	车用电池	水箱

1.3 生命周期评估方法

参照文献[9-10]。试验中考虑的系统包括构成果蔬供应链的生命周期阶段:① 农业生产;② 从田地到农场加工中心的常规运输;③ 加工中心的加工(即清洗、预冷却和包装);④ 加工中心的储存;⑤ 从加工中心到配送中心的运输;⑥ 配送中心的仓储;⑦ 配送中心到零售商的运输;⑧ 零售商(超市)的仓储和零售。对于没有加湿的传统供应链,冷链一直延伸到零售点,在冷藏室、卡车拖车和超市展柜中使用制冷系统(通常是蒸汽压缩系统)。

1.4 建模框架

使用 SimaPro 软件进行建模,环境影响评分参照文献[11-12]。使用模型参数对前台系统的单元流程进行建模;背景系统的单元流程,如农业生产或生物废物处理参照文献[13]。采用归因 LCA 方法,使用平均能源组合的特定数据以及平均技术建模,对于原材料和加湿器组

件使用全球生产和贸易商品建模,由于没有可用的区域化库存,冷藏运输过程根据全球建模。在冷藏和废物处理的每个阶段,使用平均电力混合^[14]。如果流程具有多个功能(即交付一个或多个副产品),则执行系统扩展。回收的热量和电能被用于内部工厂能量再分配和回收,回收的钢铁、纸张和塑料替代原始材料的生产。在有机废物堆肥中,避免肥料的初级生产。试验中使用平均过程应用系统扩展,与 ILCD 和 ISO 层次结构一致^[15-17]。

2 结果与讨论

2.1 生命周期影响评估

传统的供应链生命周期影响评估如图 1 所示,针对选定的 3 个影响类别,其代表了所有(15 个)生命周期影响评估类别中的供应链绩效趋势。桃子的影响类别综合表现最好,其次是葡萄,随后是芦笋的表现较差(包括气候变化和矿物),最后是草莓,在 4 种果蔬中结果最低。

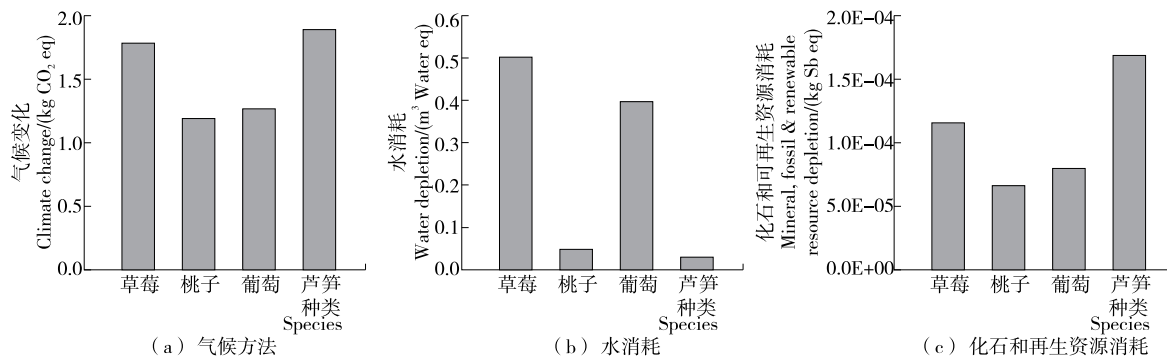


图 1 传统供应链生命周期影响评估

Figure 1 Supply chain life cycle impact assessment results

标准化处理^[11]后的结果显示,最高评估结果出现在6个影响类别中(淡水生态毒性、水消耗、资源消耗、海洋富营养化、人类毒性癌症和非癌症影响),其中每种产品的平均影响高达0.01%;对于其余类别,影响分数较低,为平均影响的0.001%。

2.2 超声波加湿对环境因素的影响

由图2可知,4种产品主要呈现以下趋势:在收获后使用超声波加湿器可提高系统的环境性能,该性能随加

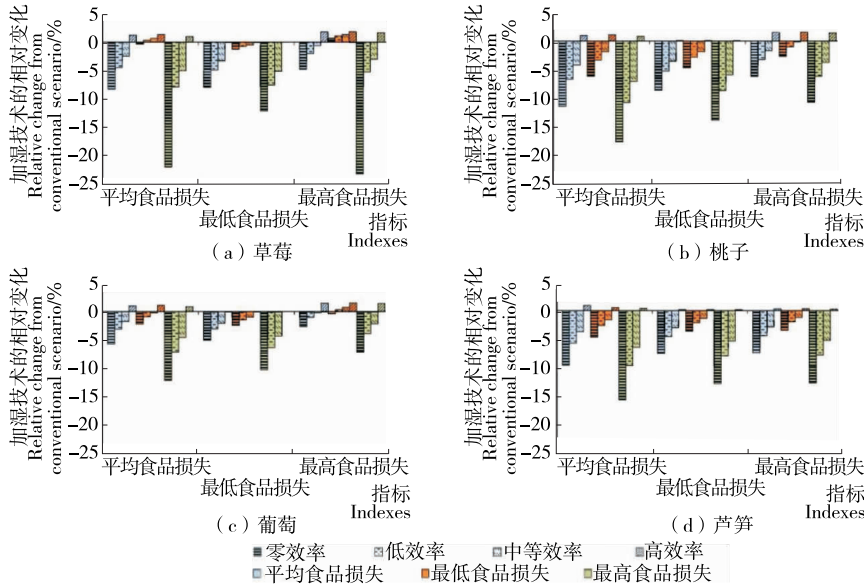


图2 基于基线加湿的供应链与常规供应链的环境绩效比较

Figure 2 Comparison of environmental performance between supply chain based on baseline humidification and conventional supply chain

考虑到农业生产和运输过程是造成环境影响的主要因素,使用加湿器的潜在好处是减少产品损失,可以降低运输过程中温室气体排放量(如CO、NO、碳氢化合物),减少农业灌溉用水,降低机械和化肥生产中的金属消耗(如锌、铅)。淡水富营养化对桃子和葡萄的影响减少了食物废物的处理,即减少了厌氧消化池污泥处理过程中向水体中排放的营养物(硝酸盐和磷酸盐)^[18-20]。在加湿器效率为零的情况下(即没有减少损失的情况下),加湿会略微增加环境负担,进一步证明了减少食物损失的重要性。由于额外的运输需求(例如额外柴油和卡车生产)和反渗透膜生产产生的温室气体排放,增加柴油生产(用于运输)和加湿器使用产生的耗水量^[21],以及矿物、金属额外运输(如柴油、卡车和制冷机)和加湿器组件生产(如钢和主板)导致的化石资源消耗,都会加剧环境的负担^[22-24]。因此,加湿器效率损失减少越多,系统的环境性能越好。

加湿系统的性能也受供应链固有果蔬损失的影响。当固有损失低于24%时,加湿益处为最低值,在某些极端气候变化和资源枯竭情况下,即使在最高效率的加湿技

术下也无显著益处。表明在固有损失较低的供应链中,损失的额外减少不是影响环境绩效的显著因素,因此在这种情况下,加湿技术收效甚微,减少农业和运输过程的影响是改善环境绩效的主要方法。

湿度效率的提高而提高;固有的食物质量损失越高,质量改善效果越明显。在加湿器减少食物损失的情况下,环境影响减少0.2%~23.0%,受产品、加湿器效率和固有食物损失的影响,表明加湿技术可改善产品供应链的环境绩效。草莓、桃子和葡萄的结果具有高度不确定性,系统间无显著性差异;芦笋的差异性显著,具有统计学意义,表明不同性能的调节器的影响差异具有统计学意义。

术下也无显著益处。表明在固有损失较低的供应链中,损失的额外减少不是影响环境绩效的显著因素,因此在这种情况下,加湿技术收效甚微,减少农业和运输过程的影响是改善环境绩效的主要方法。

3 结论

在供应链中,温度和储存管理不佳会导致产品损失较大,随着供应链长度和复杂性的增加,产品损失比例仍将上升,将超声波加湿技术应用于损失较大的果蔬供应链中,应用潜力巨大。生命周期评估表明,与传统供应链相比,超声波加湿可将部分果蔬的环境影响(包括气候变化影响)降低23%。当加湿器应用于果蔬供应链中,且固有损失高于24%时,加湿器的加入能够使得损失减少20%以上。研究表明,在果蔬收获后阶段应用加湿技术可改善供应链的环境绩效。为实现可持续的供应链管理,必须在收获后供应链上实施这一技术,运输中每一环节都需要正确操作该技术,并确保冷链不会中断。下一步可研究该技术在减少食品损失方面的效率及确定加湿对消费者端食物损失的影响。

参考文献

[1] 陆华忠, 曾志雄, 吕恩利, 等. 保鲜运输用超声波加湿的数值模拟[J]. 现代食品科技, 2013(7): 1 533-1 538.

[2] 方思贞. 气调运输用超声波加湿装置优化及湿度调节特性研究[D]. 广东: 华南农业大学, 2016: 45-67, 89.

[3] 郭嘉明, 吕恩利, 陆华忠, 等. 保鲜运输车厢用超声波加湿装置的设计与试验[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2013, 41(6): 181-187.

[4] 詹志勋. 陆运冷藏集装箱加湿系统结构设计与试验研究[D]. 广东: 华南农业大学, 2016: 33-39.

[5] 韩小腾, 陆华忠, 吕恩利. 保鲜运输用高压雾化加湿系统的湿度调节特性[C]//国际农业工程大会提升装备技术水平, 促进农产品、食品和包装加工业发展分会场. 上海: 农业机械学会, 2010: 397-402.

[6] 颜丽萍. 青花菜采后冷链物流保鲜技术研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2011: 13-15.

[7] 东经控股集团有限公司科技中心. 杨梅储运保鲜包装技术研究[J]. 包装世界, 2005(5): 47-49.

[8] 杨松夏, 吕恩利, 朱立学, 等. 模拟运输条件下保鲜模式对菜心品质的影响[J]. 食品与机械, 2018, 34(3): 127-131.

[9] CHOMKHAMRSRI K, JOHNSONS L. International reference life cycle data system (ILCD) handbook: Review schemes for life cycle assessment[J]. Industrial Engineering, 2012, 6(11): 55-79.

[10] OWSIANIAK M, LAURENT A. Impact 2002+, ReCiPe 2008 and ILCD's recommended practice for characterization modelling in life cycle impact assessment: A case study-based comparison[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2014, 19(5): 1 007-1 021.

[11] 刘伟, 宋弋, 廖小军, 等. 超声波技术在果蔬采后贮藏保鲜中的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(23): 206-216.

[12] ANDERSSON J, SKOOGH A, JOHANSSON B. Environmental activity based cost using discrete event simulation[C]//Simulation Conference. Texas: IEEE, 2011: 119-136.

[13] GROSSO M, NAVA T. The implementation of an anaerobic digestion of food waste in a highly populated urban area: An LCA evaluation[J]. Waste Management & Research, 2012, 30(S9): 78-87.

[14] 肖蕾, 蓝蔚青, 孙晓红, 等. 金枪鱼常用保鲜方式及品质检测技术研究进展[J]. 包装工程, 2017, 38(5): 125-130.

[15] 王广海, 吕恩利, 陆华忠, 等. 不同加湿方式对气调保鲜环境调控的影响[J]. 广东农业科学, 2012, 39(10): 187-189.

[16] 张渭, 余铭, 李建强, 等. 马水桔常温臭氧加湿贮藏保鲜研究[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 26-28.

[17] 王玉芝, 姚玉平, 周薇, 等. 冰箱加湿保鲜技术应用与研究[J]. 电器, 2011(增刊): 63-68.

[18] 王书昌. 浅谈食品保鲜的研究与应用[J]. 食品研究与开发, 1989(4): 24-25.

[19] 赵晓梅, 江英, 吴玉鹏. “红优二号”品种西瓜冰温贮藏和冰温简易气调贮藏的研究[J]. 食品研究与开发, 2006(1): 141-146.

[20] 刘先光, 周泰仪. 辐射技术在包装食品保鲜上的应用研究[C]//中国机械工程学会全国包装与食品加工和食品机械专业学会学术年会. 广州: 中国机械学会, 1991: 77-91.

[21] 项方守, 朱军莉, 励建荣. 模拟蟹肉复合保鲜技术研究[C]//中国食品科学技术学会第九届年会. 常州: 食品研究协会, 2015: 87-94.

[22] 方思贞, 吕恩利, 陆华忠, 等. 果蔬贮藏加湿技术研究现状与发展趋势[J]. 广东农业科学, 2014, 41(18): 70-73.

[23] 包东东, 张燕. 浅谈果蔬贮藏保鲜技术的研究现状与展望[J]. 科技创新与应用, 2012, 5(16): 4-9.

[24] 王莉. 浅谈果蔬贮藏保鲜技术的研究现状和发展趋势[J]. 现代园艺, 2012(24): 5.

信息窗

美国拟修订 β -羽扇豆球蛋白多肽的残留限量

据美国联邦公报消息, 2020 年 2 月 11 日, 美国环保署发布 2020-02665 号条例, 取消豁免 β -羽扇豆球蛋白多肽 (Banda de Lupinus albusdoce, BLAD) 在食品中/上的残留限量, 并确定其在部分食品中的残留限量。

美国环保署就其毒理性、饮食暴露量以及对婴幼儿的影响等方面进行了风险评估, 最终得出结论认为,

β -羽扇豆球蛋白多肽在杏仁、带壳杏仁、仁果类水果, 组 11-10、核果类水果, 组 12-12、葡萄、啤酒花、草莓、葫芦类蔬菜, 组 9 和果实类蔬菜, 组 8-10 中的最大残留限量为 0.02 mg/kg。相关意见需 2020 年 4 月 13 日前提交。

(来源: <http://news.foodmate.net>)