

高氧化还原电位水对虾的保鲜效果

闫文¹, 赵伟¹, 杨瑞金^{2,*}, 顾艳洁¹

(1.江南大学食品科学与技术国家重点实验室, 江苏无锡 214122;

2.江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

摘要:通过研究高氧化还原电位水(EOW)不同温度和不同作用时间对虾杀菌效果和品质的影响, 确定最佳处理条件。将EOW作用的虾4℃保藏, 通过测定细菌总数、pH和挥发性盐基氮(TVB-N)等鲜度指标评价保鲜效果。结果表明, EOW电解15min最佳, 结合50℃水浴作用5min使细菌总数有效降低2~3个对数值, 同时发现4℃保藏, 可使虾的保鲜期延长2d, 证明EOW和温度协同作用可以有效延长虾的保鲜期。

关键词:高氧化还原电位水(EOW), 虾, 杀菌, 保鲜

Study on the fresh-keeping effect of shrimp by EOW

YAN Wen¹, ZHAO Wei¹, YANG Rui-jin^{2,*}, GU Yan-jie¹

(1.State Key Laboratory of Food Science & Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2.School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract:In the present study, the inactivation of bacteria and change of qualities of shrimp processed by EOW under different time and temperatures were investigated. The change of total bacteria, pH and TVB-N of shrimp initially after EOW treatment and throughout storage period were determined. The result showed EOW (with the optimal electrolysis time of 15min) treatment for 5min at 50℃ could effectively reduce total bacteria by 2~3lg (cfu/g), which could prolong the shelf life of shrimp at 4℃ by 2d, indicating EOW treatment synergistically with mild temperature could be a promising preservation method for shrimp.

Key words:electrolyzed oxidizing water(EOW); shrimp; sterilization; fresh-keeping

中图分类号:TS254.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0306(2012)18-0337-05

鲜虾由于其较高的水分和蛋白质含量, 极易在捕捞、运输、加工及贮藏过程中受细菌侵袭而迅速变质, 鲜度难以保持, 销售半径较短。目前应用于虾类的保鲜技术有气调保鲜^[1-2]、辐射保鲜^[3-4]、低温保鲜^[5-6]等, 但这些保鲜技术均存在一些不足, 如辐照和气调保鲜一定程度上会影响虾产品的风味, 冷冻技术会使虾蛋白质变性, 影响虾的口感, 单纯的冷藏保鲜货架期非常短, 严重影响虾的保存和加工。高氧化还原电位水(EOW)是一种新型、安全的杀菌消毒用水, 主要特征为具有较高的氧化还原电位(ORP)、较低的pH以及较高的有效氯浓度, 是一种前景非常好的补充传统热杀菌的非热杀菌技术, 已经在医疗、农业、环境卫生等领域得到了广泛应用^[7]。目前, EOW在我国食品领域的应用主要集中在果蔬等杀菌方面, 对水产品的减菌化处理也有一定涉及。Lalitha等^[8]研究发现淡水养殖虾初始细菌总数为4~5lg(cfu/g), 水产品的初始菌数对保鲜效果和货架期有非常显著的影响, 因此降低虾的初始菌数对货架期的延长有重要

意义。莫根永等^[9]发现EOW可将南美白对虾的初始菌数降低2个对数值以上, 在对虾减菌化前处理方面展现出良好的潜质。徐丽敏^[10]发现EOW处理的南美白对虾一级鲜度可延缓约24h, 但二级鲜度的货架期没有有效延长, 都是72h; 而EOW处理的鹰爪虾一级鲜度和二级鲜度的时间均得到延长。Huang等^[11]将罗非鱼用EOW浸泡5min后, 罗非鱼表面副溶血性弧菌减少1.5lg(cfu/cm²), 浸泡10min后, 副溶血性弧菌减少2.6lg(cfu/cm²)。同时发现EOW对虾的感官品质几乎没有影响, 人们对虾的总体可接受性较好^[12]。因此EOW在水产品的保鲜方面有良好的前景。与现有一些保鲜方法相比, 高氧化还原电位水具有广谱杀菌、安全环保、生产成本相对较低等优点, 适合食品加工行业的应用, 因此引起了食品业界对高氧化还原电位水越来越多的关注^[13-14]。利用高氧化还原电位水对水产品如鱼、虾等的保鲜研究在中国起步较晚, 在某些方面尚属空白。本文进一步优化EOW的作用条件, 并研究经EOW处理后虾保鲜效果, 以期对虾冷藏保鲜提供一定的理论基础与实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

大小均一的新鲜虾 购自无锡雪浪农贸市场。

收稿日期:2012-03-28 * 通讯联系人

作者简介:闫文(1987-), 女, 硕士研究生, 研究方向:水产品加工技术。

基金项目:江苏省农业科技支撑项目(BE2010396)。

CE-7001型酸性氧化电位水发生器 广州赛爱环境保护技术开发有限公司;pH测定计 梅特勒-托利多仪器上海有限公司;SX-712型ORP计 上海三信仪表厂;DK-S24型数控精密恒温水浴锅 上海精宏实验设备有限公司;磁力搅拌器 德国IKA公司;TA-XTplus质构分析仪 英国Stable Micro Systems公司。

1.2 实验方法

1.2.1 EOW的制备及指标测定 采用质量浓度为0.1%的NaCl溶液,电解一定时间(本实验装置电解时间范围为0~15min),即得到不同指标的EOW(常温);将EOW分别置于20、50℃恒温水浴锅1h获得20、50℃的EOW,4℃冰箱冷藏1h得到4℃EOW。指标测定 pH采用pH计测定,ORP采用ORP计测定,有效氯浓度采用碘量法^[15]。

1.2.2 样品处理 将斜面保藏的实验用大肠杆菌接种到灭菌营养肉汤中,37℃摇床培养18h,菌体浓度达到 $10^7 \sim 10^8$ cfu/mL。将灭至无菌的虾仁浸泡于菌悬液5min,于超净台静置20min。实验组:每次取4只接种虾仁于EOW中,料液比1:2(m:v),反应时不断搅拌,分别改变温度(4、20、50℃)和作用时间(0、2、5、10、15min),对照组不做任何处理。利用EOW的最佳条件处理鲜虾,沥干后,分装到无菌袋中,4℃保藏,每天进行取样分析。

1.2.3 微生物测定 无菌条件下取虾肉5g加到45mL质量浓度0.85%无菌生理盐水中,制成 10^{-1} 的稀释液,依次稀释10倍,取1mL稀释倍数合适的稀释液加到培养皿中,用营养琼脂倒平板,每个梯度做两个平行,37℃培养24h后菌落计数。

1.2.4 pH测定 取5g样品碾磨成糊状,于烧杯中,加入45mL中性水,搅拌均匀,放置30min进行浸出,并不断振摇,然后过滤,滤液即可用pH计测定。

1.2.5 质构测定 采用TA-XTplus质构分析仪测定虾的质构,每次至少取4只大小均一的虾作为平行。参照曹荣等^[16]的质构分析方法,采用P/0.5探头,利用TPA模式,测试速度为1mm/s,测前速度为3mm/s,测后速度为5mm/s,压缩程度(strain)为50%,选取虾仁的第二、三腹节作为质构的测定部位。

本研究选硬度、弹性和咀嚼度等与虾品质关系较大的质构结果进行研究。采用的质构参数定义为:硬度:指食品达到一定形变所需的力,即为第1次压缩时的最大峰值;弹性:表示物体在外力作用下发生形变,撤去外力后恢复原来状态的能力,为2次压缩过程中,压缩到第2次峰值与压缩到第1次峰值的时间比值;咀嚼度:指将固体食品咀嚼到可吞咽时需做功的大小,表示为硬度、弹性和粘结性的乘积。

1.2.6 挥发性盐基氮(TVB-N)测定 根据GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》,采用半微量定氮法测定TVB-N/(mg/100g)。根据GB 2733-2005,淡水虾的一级鲜度指标 ≤ 15 mg/100g,二级鲜度指标 ≤ 20 mg/100g。

1.2.7 数据分析与统计方法 实验至少2次平行,根据实验结果计算相应的标准偏差,并用微软公司的

EXCEL软件进行STDEV分析给定样本的标准偏差。

2 结果与讨论

2.1 EOW指标测定

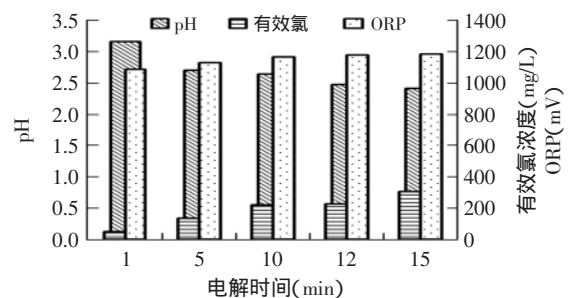


图1 EOW各指标与电解时间的关系

Fig.1 Relationship of EOW properties with electrolysis time

从图1可以看出,EOW的pH随电解时间的增加逐渐降低,前5min内变化比较显著,继续增加时间pH降低较为缓慢,电解15min时pH最低;有效氯浓度随着电解时间的增加而增大,15min时浓度达到最大,为306mg/L;ORP与电解时间成正相关,电解15min可以达到1185mV。

EOW具有较高的ORP和有效氯浓度,同时具有较低的pH,才使得其有较好的杀菌效果,因此根据对EOW性质的研究,选取15min为电解时间,以期达到最好的效果。

2.2 EOW对虾杀菌及其品质的影响

先改变EOW的作用温度,搅拌浸泡5min,以微生物数、质构和pH作为评价指标,得到最佳作用温度。然后在此温度下,改变EOW的作用时间,其他条件不变,根据评价指标确定最佳作用时间。

2.2.1 温度对虾的影响 由图2发现,不同温度对微生物的杀灭效果不同,表现为 $50^\circ\text{C} > 20^\circ\text{C} > 4^\circ\text{C}$,即随着温度的提高,微生物数降低,50℃时微生物数降低2.8个对数值左右。Rahman等^[17]研究发现用高氧化还原电位水等作用鲜切胡萝卜片,浸泡温度从1℃升高到50℃,微生物总数从可降低0.2个对数变为可降低2.7个对数值,说明温度跟EOW对杀灭微生物有良好的协同作用,跟本实验结论一致。进一步实验发现,作用完的EOW中没有残余微生物存在,因此不会造成环境的二次污染。

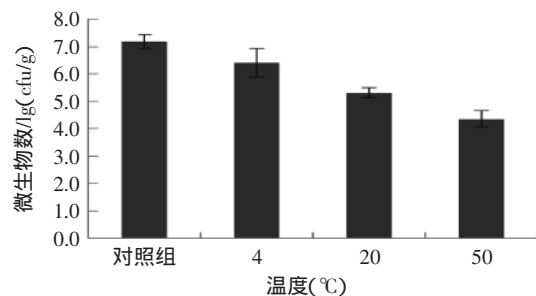


图2 不同温度对微生物数的影响

Fig.2 Effect of different temperatures on the total bacteria count

由图3可以看出,改变EOW的作用温度,整体上

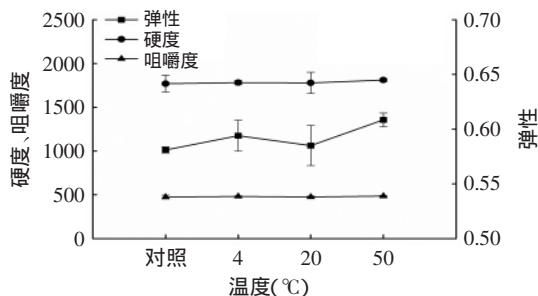


图3 不同温度对虾质构的影响

Fig.3 Effect of different temperatures on shrimp texture

对虾仁的质构影响不大。虽然EOW的pH较低,但作用温度比较温和,且作用时间较短,因此不会对虾仁的整体质构产生不良影响。

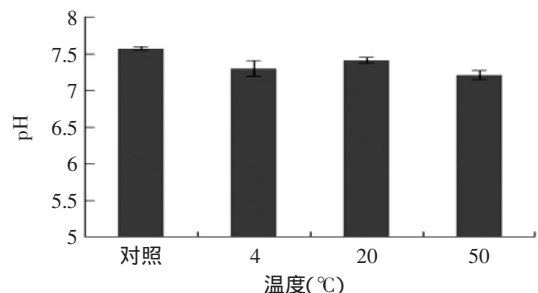


图4 不同温度对虾pH的影响

Fig.4 Effect of different temperatures on pH of shrimp

图4说明不同温度的EOW浸泡虾后,会使虾的pH有所降低,但变化不大。pH降低很可能是因为少量EOW残存在虾表面造成的。因此综上可见,不同温度下,较短的时间内,EOW对虾质构和pH没有不良影响,且50°C时杀菌杀菌效果较好。因此选择EOW作用温度为50°C。

2.2.2 作用时间对虾的影响 莫根永^[9]利用EOW常温下浸泡南美白对虾15min,使得初始菌落数降低2个对数值以上。Huang等^[11]研究发现用EOW处理接种大肠杆菌的罗非鱼,作用10min可使大肠杆菌总数降低1.7个对数值。由图5得出,EOW结合50°C仅作用5min致死率即接近3.0个对数值,证明温度跟EOW有较好的协同作用。继续增加时间,微生物数变化不明显。分析EOW浸泡虾只能杀灭虾表面的微生物,不能充分渗透到虾体内,对虾体内的微生物不能有效杀灭,因此继续增加时间,对降低微生物总数没有太大意义。

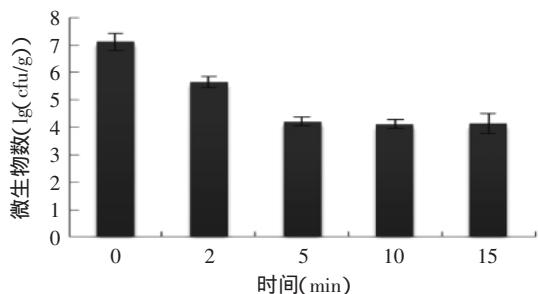


图5 不同作用时间对微生物数的影响

Fig.5 Effect of different electrolyzed oxidizing time on the killing rate of microbes

由图6可以看出,作用时间在15min内,随着时间

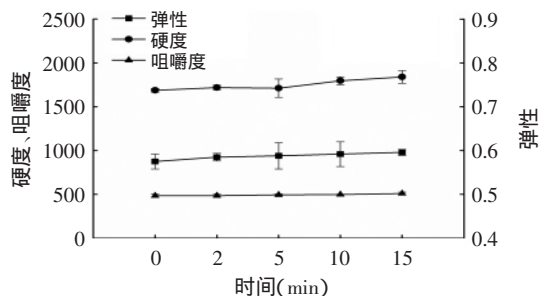


图6 不同作用时间对虾质构的影响

Fig.6 Effect of different electrolyzed oxidizing time on shrimp texture

的延长,虾仁的硬度、咀嚼度和弹性呈现一定的增加趋势,可能跟部分蛋白质的变性有一定关系,但总体变化不大,说明时间越短,对虾的影响也越小。

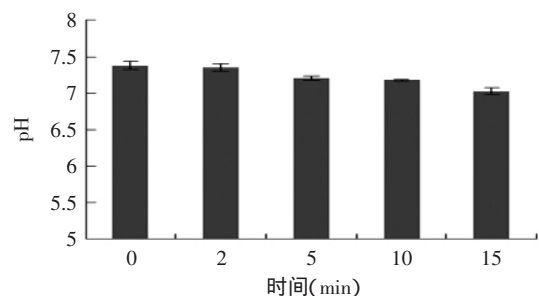


图7 不同作用时间对虾pH的影响

Fig.7 Effect of different electrolyzed oxidizing time on pH of shrimp

由图7可知,随着作用时间的延长,虾的pH有所降低,但总体影响不大,可能跟虾表面残存的EOW有关。同时发现,随着作用时间的延长,虾的部分组织成分会溶解析出。徐丽敏^[10]研究发现延长EOW的作用时间,强酸性条件会导致虾的部分组织成分溶出,同时蒸煮失水率也会增加。因此尽可能降低作用时间,对虾的保鲜有重要意义。综上考虑,选择5min作为最佳的处理时间。

2.3 EOW作用对虾保鲜效果的影响

选择大小均一的鲜虾,用50°C的EOW作用5min,沥干后分装到无菌袋中,4°C保藏。

2.3.1 虾中细菌总数的变化 由图8看出,经过EOW作用的虾细菌总数明显降低,1d内,微生物总数增加较慢,主要由于冷藏初期一些菌不耐低温而死亡。在随后的时间里,两组细菌总数均呈上升趋势,主要原

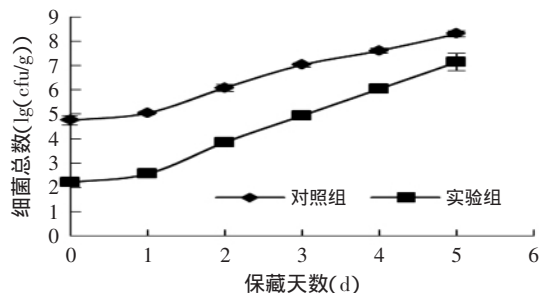


图8 EOW处理后贮藏过程中虾的细菌总数变化

Fig.8 Changes of total bacteria counts of shrimp during storage after treated with EOW

因是随着肌体组织的分解,耐冷菌利用蛋白质等开始迅速增殖。相比对照组,实验组微生物增加的较慢。对照组在第2d菌总数为6.21g(cfu/g),达到二级鲜度,第3d已经超过二级鲜度。实验组第3d为4.61g(cfu/g),在一级鲜度之内,第4d为6.11g(cfu/g),在二级鲜度内,第5d菌总数达到7.01g(cfu/g),超过二级鲜度,因此从微生物指标可以看出实验组的二级鲜度延长了2d。

2.3.2 虾TVB-N的变化 挥发性盐基氮(TVB-N)是动物性食品在腐败过程中,由于酶和细菌作用使蛋白质分解产生的氨以及低级胺类,具有挥发性而得名^[18],目前已被我国和世界上大多数国家作为鉴定肉、水产品腐败程度的标准。图9的结果表明,两组样品的TVB-N含量从第2d开始有显著差异。对照组样品第2d已经达到二级鲜度,并迅速上升,而实验组第3d仍为一级鲜度,而第4d达到二级鲜度。因此TVB-N变化与细菌总数变化一致。

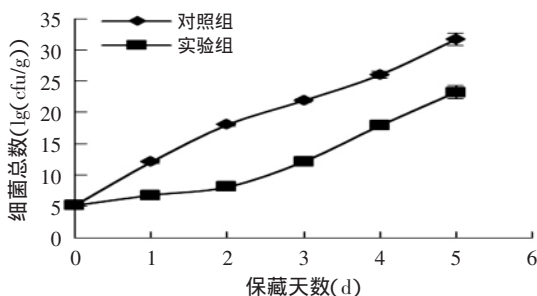


图9 EOW处理后贮藏过程中虾的细菌总数变化

Fig.9 Changes of total bacteria counts of shrimp during storage after treated with EOW

2.3.3 虾pH的变化 虾死后随着降解反应的进行,通过测定pH可以判定虾的新鲜度^[19]。由图10的pH变化曲线可以看出,EOW作用后因为表面残留一些EOW使得pH小幅降低。第1d内pH降低,主要由于贮藏初期体内糖原降解,酸类物质的生成导致。随着微生物的作用,虾体内的蛋白质及其他含氮物质被分解为氨、三甲胺、吲哚等,使得pH迅速上升。整体表现为实验组pH较对照组低,两组pH均呈上升趋势,但实验组上升较缓慢些。

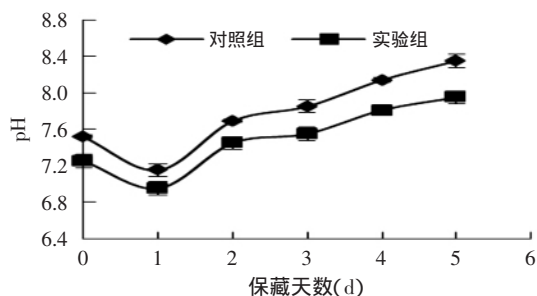


图10 EOW处理后贮藏过程中虾的pH变化

Fig.10 Changes of pH of shrimp during storage after treated with EOW

3 结论

随着电解时间的延长,EOW的pH、ORP以及有效氯浓度的变化趋势是同步的,质量浓度为0.1%的NaCl溶液电解15min,可以得到pH≤2.5,ORP≥1180mV,

有效氯≥220mg/L的且指标稳定的高氧化还原电位水。EOW结合温度后致死率表现为50℃>20℃>4℃,50℃浸泡5min就使得细菌总数下降2~3个对数值,且不影响虾感官品质。4℃下保藏,可使虾的保鲜期延长2d。本实验说明EOW结合50℃作用对杀灭微生物有良好的协调效果,且作用时间短,因此可以为水产品保鲜提供一定的方法及理论基础。

参考文献

- [1] 江津津,陈椒. 虾的气调保鲜[J]. 上海水产大学学报,2001,10(3):248-251.
- [2] Sivertsvik M, Birkeland S. Effects of soluble gas stabilization, modified atmosphere, gas to product volume ratio and storage on the microbiological and sensory characteristics of ready-to-eat shrimp (*Pandalus borealis*) [J]. Food Science and Technology International, 2006, 12:445-454.
- [3] 刘言宁,杨瑞金,伍玉洁. 熟制对虾虾仁的辐照保鲜[J]. 食品与发酵工业,2005,31(9):113-117
- [4] 丁增成,徐宏青,唐菲,等. 冷冻龙虾仁辐照灭菌保鲜工艺技术研究[J]. 安徽农业科学,2005,33(11):2089-2090.
- [5] Shamshad S I, Kher U N, Riza M, Zuberi R, et al. Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures [J]. Journal of Food Science, 1990, 55:1201-1205.
- [6] Srinivasan S, Xiong Y L, Blanchard S P, et al. Effects of freezing and thawing methods and storage time on physicochemical properties of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 1998, 7(2):47-68.
- [7] 谢军,孙晓红,潘迎捷,等. 酸性EOW在水产品安全的应用[J]. 渔业现代化,2010,37(2):55-58.
- [8] Lalitha K V, Surendran P K. Microbiological changes in farm reared fresh water prawn in ice [J]. Food Control, 2006, 17:802-807.
- [9] 莫根永,曹荣,徐丽敏. 强酸性EOW用于对虾减菌化前处理的实验研究[J]. 渔业现代化,2010,37(3):37-41.
- [10] 徐丽敏. 南美白对虾与鹰爪虾的保鲜及防黑变初步研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2008.
- [11] Huang Y R, Hsieh H S, Lin S Y, et al. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood [J]. Food Control, 2006, 17:987-993.
- [12] 谢军. EOW清洗杀菌虾体效果的研究[D]. 上海:海洋大学,2011.
- [13] 高新昊,刘兆辉,李晓林,等. 强酸性EOW的杀菌机理与应用[J]. 中国农学通报,2008,24(7):393-399.
- [14] Mahmoud B S M, Yamazaki K, Miyashita K, et al. Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convective air-drying [J]. International Journal of Food Microbiology, 2006, 106(3):331-337.
- [15] 张铁垣. 化验员手册[M]. 第2版. 北京:中国电力出版社,1996:133-350.
- [16] 曹荣,刘淇,殷邦忠,等. 虾仁TPA质构分析及不同熟制加工方式对其品质的影响[J]. 食品研究与开发,2010,31(6):1-4.
- [17] Rahman S M E, Jin Y G, Oh D H. Combination treatment

(下转第348页)

质:多巴胺、肾上腺素和去甲肾上腺素的氨基酸前体物。食物蛋白的味道是否鲜美在一定程度上取决于其鲜味氨基酸(Flavour amino acids, FAA)(天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸和丙氨酸)的配比与含量。鲜味氨基酸中的天门冬氨酸和谷氨酸为呈鲜味的特征氨基酸,其中谷氨酸的鲜味最强,而甘氨酸和丙氨酸是呈甘味的特征氨基酸^[23]。实生树槐米、槐叶的鲜味氨基酸含量较嫁接树的槐米、槐叶高,前者味道味道较好。实生树和嫁接树的槐米、槐叶的支/芳值(F)均大于2,人体的正常支/芳值为3~3.5,肝受损伤时,则降为1.0~1.5,高支、低芳氨基酸及混合物具有保肝作用^[24]。可见,实生和嫁接树的槐米、槐叶都具有一定的保肝作用。从EAAI值来看,实生槐叶蛋白质品质最优,实生槐米和嫁接槐米的蛋白质品质相近,嫁接槐叶的最差。

矿物质元素在人体内不能合成,主要从食物中摄取,有营养学家称矿物质元素是比蛋白质、脂肪、糖和维生素更重要的营养素^[25]。与稻米、白菜、苹果和鸡蛋等常规食物的矿物质元素含量^[26]相比,实生树和嫁接树的槐米、槐叶中的矿物质元素含量显得极为丰富,特别是K和Ca元素,两者含量最高分别达到1672.45、2591.36mg/100g。

目前,槐树的产业化种植大多基于提取芦丁黄酮的需求,芦丁含量丰富、槐米和槐叶产量高的槐树品种成为栽培的首选目标。嫁接树槐米的芦丁含量高于实生树槐米的芦丁含量,而实生树槐叶的芦丁含量高于嫁接树槐叶的芦丁含量。嫁接槐树较实生槐树早产、丰产,且其树冠低矮利于采收槐米和槐叶,在栽培品种的选择上,可以综合的考虑这些因素来选定树种。槐米、槐叶的营养价值都比较高。实生树槐叶蛋白质品质最优,实生树槐米和嫁接树槐米蛋白质品质相近,嫁接树槐叶的相对差些,实生树槐米的大部分矿质元素含量高于嫁接树的含量。食品加工企业和消费者可根据具体的需求参考芦丁含量、营养成分含量和矿质元素含量来选择槐米、槐叶产品。

参考文献

- [1] 柴胜丰,蒋运生,韦霄,等.干旱胁迫对槐树幼苗生长和生理生态特征的影响[J].浙江林业科技,2008,28(2):43-47.
- [2] 刘继林.止血凉血用槐花[J].家庭医药,2008(5):20-21.
- [3] 何林兴.槐植物成分的研究及应用[J].中国野生植物资源,1985(1):1-9.
- [4] 潘英明,梁英,王恒山,等.槐花米中清除自由基活性成分的提取及其性能研究[J].现代化工,2006,26(S1):188-190.
- [5] 顾生玖,杨娜,朱开梅,等.桂北金槐槐米中芦丁微波提取的工艺研究[J].中国现代应用药学,2011,28(2):121-124.
- [6] 刁义平,束晓云,唐于平.槐叶化学成分研究[J].中国实验方剂学杂志,2011,17(6):89-92.
- [7] 龙全江,杨韬.芦丁的研究概况及展望[J].中国中医药信息杂志,2002,9(4):39-42.
- [8] 李桂锋,魏强华,林文奇.槐米研究进展[J].科技资讯,2007(15):100-101.
- [9] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[S].北京:化学工业出版社,2005:246.
- [10] 中国林业科学研究院林业研究所.LY/T 1269-1999森林植物与森林枯枝落叶层全氮的测定[S].北京:中国标准出版社,1999.
- [11] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所,北京市卫生防疫站.GB/T 5009.87-2003食品中磷的测定[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [12] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所.GB/T 5009.91-2003食品中钾、钠的测定[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [13] 国家教育委员会.JY/T 015-1996感耦等离子体原子发射光谱方法通则[S].北京:科学技术文献出版社,1997.
- [14] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所.GB/T 5009.93-2003食品中硒的测定[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [15] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所.GB/T 5009.92-2003食品中钙的测定[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [16] 卫生部食品卫生监督检验所,天津卫生防疫站.GB/T 5009.13-2003食品中铜的测定[S].北京:中国标准出版,2004.
- [17] 贵州省卫生防疫站,广西壮族自治区卫生防疫站.GB/T 5009.14-2003食品中锌的测定[S].北京:中国标准出版,2004.
- [18] 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所.GB/T 5009.90-2003食品中铁、镁、锰的测定[S].北京:中国标准出版,2004.
- [19] 广东省食品卫生监督检验所,湛江市卫生防疫站,佛山市卫生防疫站.GB/T 5009.151-2003食品中锗的测定[S].北京:中国标准出版,2004.
- [20] FAO/WHO. Energy and protein requirements (Technical Report Series NO. 52)[R]. Geneva:WHO,1973.
- [21] 桥本芳郎.养鱼饲料学[M].蔡完其译.北京:中国农业出版社,1980:114.
- [22] BRETT J R, GROVES T D D. Physiological energetic[M]. In HOAR W S, RANDALL D J, BRETT J R. (eds.) Fish Physiology: Vol. 8. New York: Academic Press, 1979: 279-352.
- [23] 郡司笃孝.食品添加剂手册[M].北京:中国展望出版社,1988:157.
- [24] 刘世禄,王波,张锡烈,等.美国红鱼的营养成分分析与评价[J].海洋水产研究,2002,23(2):25-32.
- [25] 姜仁军,雷曼红.叶尔羌高原鳅营养成分分析[J].农技服务,2010,27(10):1325-1326.
- [26] 张丙青,陈健.黑虎掌菌营养成分的测定与评价[J].食品科学,2011,32(9):299-302.
- [19] Clavero M R S, Monk J D, Beuchat L R, Doyle M P, Brackett R E. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonellae* and *Campylobacter jejuni* in ground raw beef by gamma irradiation[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1994, 60: 2069-2075.

(上接第340页)

of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf-life and sensory quality of shredded carrots[J]. Food Microbiology, 2011, 28: 484-491.

- [18] 鲁长豪.食品理化检验学[M].北京:中国农业出版社,1992:147.