



张洪礼,杨芬,刘敏,等.剥壳与不剥壳处理对方竹笋贮藏品质的影响[J].黑龙江农业科学,2023(11):108-112,133.

剥壳与不剥壳处理对方竹笋贮藏品质的影响

张洪礼¹,杨 芬²,刘 敏³,曾玫桂²,杨玉洁¹,毛建兰¹

(1.遵义职业技术学院 现代农业系,贵州 遵义 563000; 2.遵义师范学院 生物与农业科技学院,贵州 遵义 563006; 3.华中农业大学 食品科技学院,湖北 武汉 430072)

摘要:为探讨方竹笋鲜笋贮藏品质的变化规律,以方竹笋鲜笋为研究对象,将方竹笋进行剥壳及不剥壳处理在室温条件下贮藏,研究其理化指标及营养成分的变化。结果表明,贮藏 5 d 后不剥壳方竹笋的苯丙氨酸解氨酶及过氧化氢酶活性,较剥壳组高 2.74 和 96.61 $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$,而剥壳组多酚氧化酶活性较不剥壳组高 2.06 $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$;剥壳与不剥壳处理方竹笋黄酮含量较鲜笋分别增加 0.117 和 0.164 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,但多酚含量分别增加 0.6 和 0.1 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,总糖分别较鲜笋降低 48.32% 和 78.07%。不剥壳处理在贮藏 5 d 时可溶性蛋白含量最低,为 23.96 mg,而剥壳处理贮藏 3 d 时达到最低值,为 19.14 mg,木质素及还原糖变化差异较小。相关性分析表明木质素与苯丙氨酸解氨酶、过氧化氢酶、多酚及可溶性蛋白影响较大,剥壳后方竹笋组织破坏多酚氧化酶与空气中的氧接触极易发生褐变,且在室温条件下两种方式贮藏后方竹笋的木质素含量差异较小,故在短期贮藏时间内不剥壳处理较剥壳处理方竹笋品质优良。

关键词:不剥壳处理;方竹笋;贮藏;品质特征

方竹笋是禾本科竹亚科寒竹属(*Chimonobambusa*)植物金佛山方竹[*Chimonobambusa utilis* (Keng) Kengf.]根茎上长出的幼嫩发育芽^[1-2]。它具有高膳食纤维、高蛋白质、低脂肪,并富含多种生物活性物质,如维生素、多糖、酚类等,是一种健康营养的蔬菜^[3-4]。以独特的鲜、香、嫩、脆品质享誉全球,有“笋中之王”的美誉^[5]。集中分布于重庆市南川区、万盛经济开发区、贵州省桐梓县、正安县等的高山或深谷中,因其为秋季出笋,与大多数春季出笋形成季节上的差异,市场优势明显^[6]。然而新鲜方竹笋鲜笋的采收季节非常短,采收后鲜笋脱离根茎,在常温下 2~3 d,由于酶的作用和竹笋的老化(木质化),极大降低了方竹笋的食用价值及商品价值^[7-8]。

目前方竹笋的研究主要集中于对竹笋加工及保鲜方法的研究,其中竹笋的贮藏主要以低温及化学保鲜剂处理为主,低温主要通过降低竹笋采收后的呼吸作用,延缓竹笋在贮藏期内酶及木质结构的变化^[9];而化学保鲜剂通过平衡或去除活性氧的形成,抑制木质素和纤维素生物合成相关酶的活性,改变物质代谢等途径有效延长竹笋的贮藏期^[10-11]。但关于剥壳与不剥壳处理对方竹笋品质的影响还处于空白阶段。对方竹笋采后相关酶活性及木质化的研究较少,同时在竹笋采收管理过程中,经常采用不剥壳处理以提高方竹笋贮藏期的品质。为探究不剥壳处理对方竹笋品质的影响,在室温条件下通过方竹笋生物活性酶、木质素含量及主要营养成分的变化,探讨方竹笋采后在室温条件下鲜笋品质的变化规律,以期对方竹笋采后生理生化变化研究提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 材料及试剂 本研究中使用的方竹笋为金佛山方竹笋,采自正安县新州镇(28°46'N,107°17'E)。从根茎上切下完好的竹笋,并在 3 h 内送到实验室。筛选出大小均匀,直径在 15~40 mm、无伤痕的鲜笋。

1.1.2 仪器及设备 分光光度计,上海美谱达仪器有限公司;Varioskan LUX 多功能酶标仪,Thermo Scientific;恒温水浴锅,上海博远医疗生物仪器股份有限公司;电子天平,上海舜宇恒平科学仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 本试验以新鲜方竹笋为原料,分成两组,一组为不剥壳处理,一组将方竹笋进行剥壳处理后用聚乙烯袋进行分装,均将剥壳后的 10 个笋包装在一起,3 次重复。于室温下进行贮藏,每间隔 1 d 随机选取 3 袋及等量的不剥壳方竹笋进行品质分析,以刚采摘新鲜方竹笋为对照。

收稿日期:2023-06-16

基金项目:贵州省科技计划项目(课题)(黔科合支撑[2021]一般 141);遵义职业技术学院院级科研项目(2023-ZZZKZD-02)。

第一作者:张洪礼(1991—),男,硕士,讲师,从事食品加工研究。E-mail:930360784@qq.com。

通信作者:毛建兰(1972—),女,学士,副教授,从事食品加工研究。E-mail:418066190@qq.com。

1.2.2 测定项目及方法 采用 Solaibio 检测试剂盒对苯丙氨酸解氨酶(Phenylalanine Ammonia Lyase, PAL)、多酚氧化酶(Polyphenol Oxidase, PPO)、过氧化氢酶(Catalase, CAT)、木质素含量、黄酮、可溶性蛋白含量进行测定^[12];多酚参照李杰加等^[13]的方法测定;总糖参照高文军方法等^[14]的方法测定;还原糖参照 GB 5009.7—2016^[15]测定。

1.2.3 数据分析 利用 SPSS 19.0、Excel 2016 和 GraphPad Prism 8 分别处理数据和绘图。

2 结果与分析

2.1 剥壳与不剥壳处理对方竹笋生物活性酶活性的影响

2.1.1 苯丙氨酸解氨酶(PAL) 由图 1 可知,随着贮藏时间的延长苯丙氨酸解氨酶活性整体呈先增加后减小的趋势,其中不剥壳处理的方竹笋苯丙氨酸解氨酶活性在贮藏 3 d 达到最大值,为 $22.95\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$,高于贮藏 1 和 5 d 的处理,显著高于鲜笋(CK);两种处理方式对方竹笋苯丙氨酸解氨酶存在一定的影响,其中贮藏 3 d 不剥壳处理显著高于剥壳处理,其他处理时间两处理差异不显著。剥壳处理后苯丙氨酸解氨酶活性较不剥壳处理低,剥壳处理在贮藏 1 d 时达到最大值,为 $19.68\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$;不剥壳处理苯丙氨酸解氨酶活力在贮藏 3 d 达到最大值。贮藏 5 d 后,不剥壳方竹笋苯丙氨酸解氨酶活性为 $21.58\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$,剥壳处理为 $18.84\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

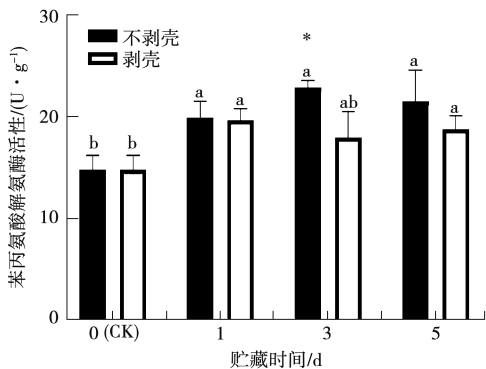


图 1 处理方式对方竹笋苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性的影响

注:不同字母表示同一处理不同时间在 $P<0.05$ 水平差异显著。
*表示不剥壳与剥壳处理同一贮藏时间在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.1.2 过氧化氢酶(CAT) 由图 2 可知,不同贮藏时间对方竹笋过氧化氢酶活性存在显著的影响,不剥壳处理方竹笋过氧化氢酶活性随贮藏时间的延长显著增加,剥壳处理随贮藏时间的延长呈先增加后减少的趋势。不剥壳处理贮藏 5 d 时过氧化氢酶活性最高,为 $424.88\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$,剥壳处

理在贮藏 3 d 时达到最大值,为 $353.69\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$;两种方式对方竹笋过氧化氢酶活性存在一定的影响,其中在贮藏 1 d 剥壳显著高于不剥壳处理,且前 3 天剥壳较不剥壳高,贮藏 5 d 时不剥壳比剥壳高。

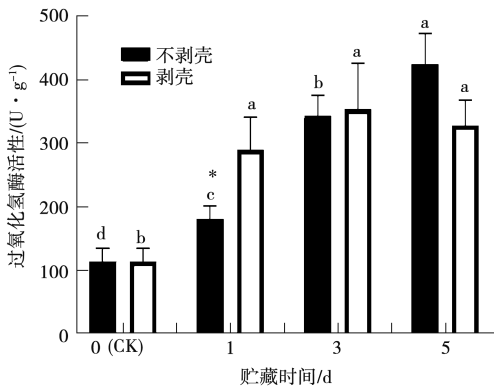


图 2 剥壳与不剥壳处理对方竹笋过氧化氢酶(CAT)活性的影响

2.1.3 多酚氧化酶(PPO) 由图 3 可知,不同贮藏时间对多酚氧化酶活性存在显著影响,随着贮藏时间的延长呈逐渐增加的趋势,两处理均在贮藏 5 d 时达到最大值,不剥壳和剥壳处理分别为 20.24 和 $22.30\text{ U}\cdot\text{g}^{-1}$ 。两种处理方式对方竹笋多酚氧化酶活性存在一定的影响,其中在贮藏 3 d 时不剥壳处理显著高于剥壳处理,而贮藏 1 和 5 d 时剥壳处理较不剥壳处理高。贮藏 5 d 时不剥壳和剥壳处理方竹笋多酚氧化酶活性分别比鲜笋(CK)显著提高 61.56% 和 65.11% ,不剥壳较剥壳低 9.26% 。

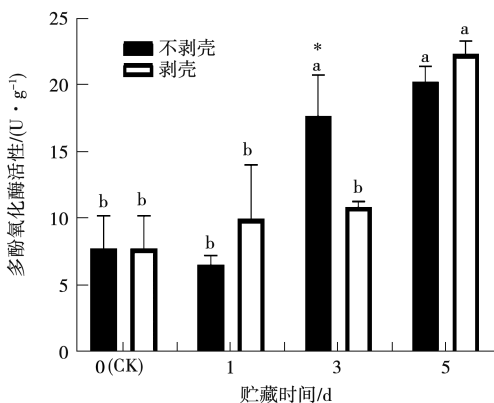


图 3 剥壳与不剥壳处理对方竹笋多酚氧化酶(PPO)活性的影响

2.2 剥壳与不剥壳处理对方竹笋木质素含量的影响

由图 4 可知,不同处理方式及贮藏时间对方竹笋木质素含量影响均不显著,随贮藏时间的延长剥壳处理方竹笋木质素含量呈逐渐增加的趋势,不剥

壳处理则表现为先增加后降低的趋势。其中不剥壳处理组木质素含量在贮藏 3 d 时达到最大值,为 $13.23\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,而剥壳处理在贮藏 5 d 时最高,为 $12.59\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,不剥壳处理的方竹笋木质素含量均较剥壳处理高,贮藏 1,3 和 5 d 时分别较剥壳处理高 9.70%、11.55%和 1.67%,贮藏 5 d 时两者差距较小。

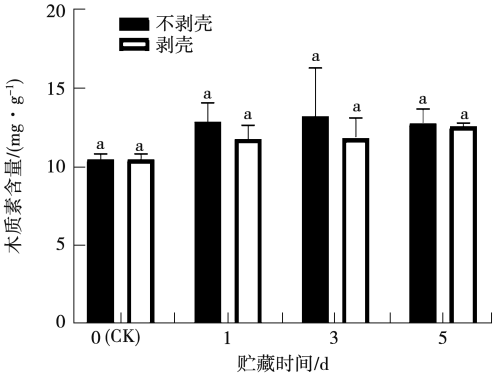


图 4 剥壳与不剥壳处理对方竹笋木质素含量的影响

2.3 剥壳与不剥壳处理对方竹笋主要营养成分的影响

由图 5 可知,不剥壳处理不同贮藏时间对方竹笋黄酮、多酚、总糖、还原糖及可溶性蛋白含量存在显著影响。其中贮藏 5 d 时黄酮含量显著高于鲜笋(CK)及贮藏 1 d 时。贮藏 5 d 时两处理黄酮含量较鲜笋分别增加 0.117 和 $0.164\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,且不剥壳处理黄酮较剥壳低 5%。贮藏 5 d 后不剥壳黄酮含量比对照鲜笋显著提高 16.62%,剥壳比对照提高 21.77%。多酚含量呈先增加后减少的趋势,不同贮藏时间对多酚含量存在显著的影响。且不剥壳处理的多酚含量较剥壳处理高,在贮藏 3 d 时达到最大值,较剥壳处理高 10.57%,较鲜笋提高 21.00%,在贮藏 5 d 时有所下降,但仍较鲜笋分别增加 0.6 和 $0.1\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。总糖随贮藏时间的延长呈逐渐降低的趋势,且不剥壳处理方竹笋优于剥壳处理,贮藏 5 d 时不剥壳处理总糖含量较鲜笋降低 48.32%,剥壳处理较鲜笋降低 78.07%。而还原糖含量变化较小,但不剥壳处理贮藏 5 d 较鲜笋显著降低 4%,而剥壳处理与鲜笋不存在显著差异,但贮藏 1 和 3 d 的还原糖,分别比鲜笋降低 2.60%和 6.09%。可溶性蛋白含量整体上呈减小的趋势,且差异显著,不剥壳处理可溶性蛋白在 5 d 时达到最低值,为 $23.96\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,比鲜笋降低 37.65%,而剥壳处理在 3 d 时达到最低值,为 $19.14\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,显著低于其他时间,贮藏 5 d 时较 3 d 时增加 31.96%,较鲜笋降低 26.82%。

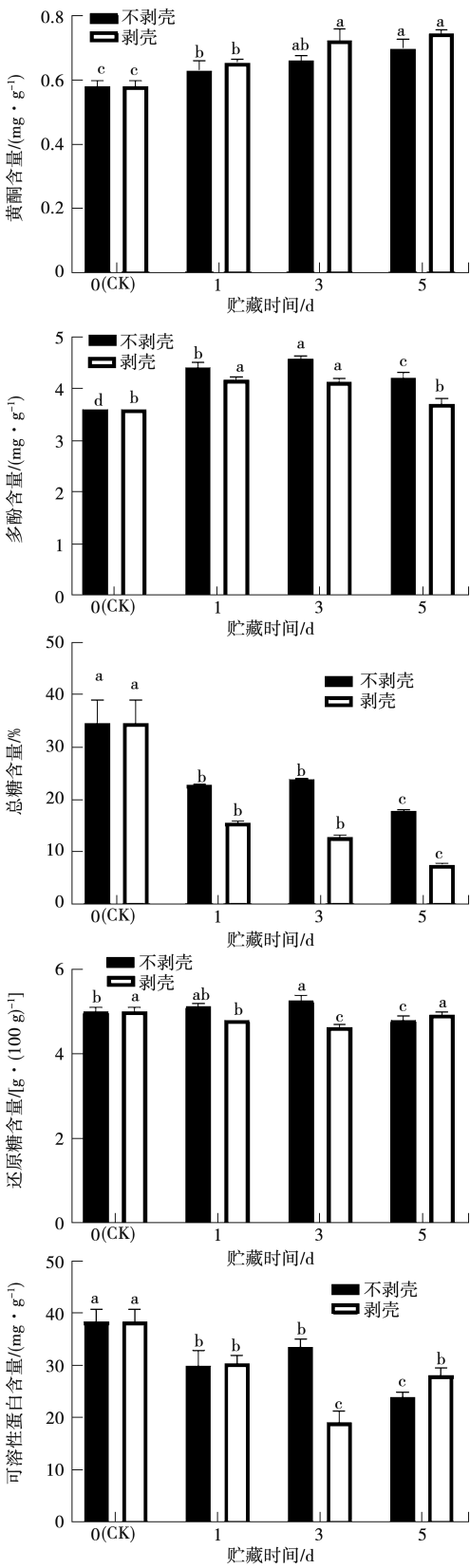


图 5 剥壳与不剥壳处理对方竹笋主要营养成分含量的影响

2.4 剥壳与不剥壳处理对方竹笋贮藏品质的相关性分析

由表 1 左下方数据可知,室温不剥壳处理方竹笋木质素含量与多酚含量呈显著正相关;过氧化氢酶与总糖、可溶性蛋白呈极显著和显著负相关,与黄酮、多酚氧化酶及苯丙氨酸解氨酶呈极显著正相关;多酚氧化酶与黄酮、过氧化氢酶及苯丙氨酸解氨酶呈极显著或显著正相关;苯丙氨酸解氨酶与总糖呈显著负相关,与黄酮、过氧化氢酶、多酚氧化酶及多酚呈极显著或显著正相关。

由表 1 右上方数据可知,剥壳处理后木质素含量与多酚氧化酶存在较高的负相关,与多酚含量正相关,但均不显著,而过氧化氢酶与总糖、还

原糖及可溶蛋白呈极显著或显著负相关,与黄酮、多酚及苯丙氨酸解氨酶呈极显著或显著正相关,多酚氧化酶与黄酮呈显著正相关,苯丙氨酸解氨酶与总糖呈显著负相关,与过氧化氢酶呈显著正相关。

以上结果表明,贮藏过程中,木质素的变化与苯丙氨酸解氨酶、过氧化氢酶、多酚等呈正相关,与可溶性蛋白呈负相关,且不剥壳方竹笋相关系数绝值高于剥壳处理,表明不剥壳处理的方竹笋完整性较好,苯丙氨酸解氨酶、过氧化氢酶等活性没有被抑制,故相对较高。酶促褐变离不开多酚氧化酶的参与,贮藏过程中多酚氧化酶与黄酮呈显著正相关,与总糖和可溶性蛋白呈负相关。

表 1 处理方式对方竹笋贮藏品质的相关性分析

项目	总糖	木质素	可溶蛋白	黄酮	过氧化氢酶	多酚氧化酶	多酚	苯丙氨酸解氨酶	还原糖
总糖	1	0.089	0.715**	-0.895**	-0.840**	-0.567	-0.459	-0.664*	0.466
木质素	-0.509	1	-0.103	-0.156	0.116	-0.356	0.370	0.232	-0.180
可溶蛋白	0.828**	-0.521	1	-0.810**	-0.810**	-0.179	-0.642*	-0.460	0.799**
黄酮	-0.797**	0.382	-0.716**	1	0.839**	0.666*	0.304	0.570	-0.393
过氧化氢酶	-0.787**	0.532	-0.707*	0.838**	1	0.316	0.602*	0.608*	-0.642*
多酚氧化酶	-0.564	0.460	-0.525	0.765**	0.931**	1	-0.297	0.262	0.288
多酚	-0.719**	0.600*	-0.451	0.618*	0.571	0.443	1	0.478	-0.791**
苯丙氨酸解氨酶	-0.706*	0.493	-0.503	0.808**	0.710**	0.632*	0.830**	1	-0.256
还原糖	0.192	0.385	0.418	-0.227	-0.195	-0.136	0.446	0.124	1

注:**表示极显著相关($P<0.01$),*表示显著相关($P<0.05$)。左下角和右上角数据分别表示不剥壳和剥壳处理下方竹笋贮藏品质的相关系数。

3 讨论

竹笋采后生理变化主要受呼吸作用、蒸腾作用、木质化及内源激素的变化影响,在贮藏期间主要受微生物、病原侵害及植物的呼吸等影响较大,因此通过减少竹笋生理活动水平和微生物污染,可以有效抑制竹笋褐变、失水、老化及腐败变质水平,以达到保持竹笋可食性和商品性的保持^[16]。本研究发现不剥壳处理对方竹笋苯丙氨酸解氨酶、过氧化氢酶、木质素的影响较大,其中木质素是由对-香豆醇、松柏醇和芥子醇经苯丙氨酸解氨酶、肉桂醇脱氢酶(Cinnamylalcohol Dehydrogenase, CAD)及过氧化物酶(Peroxidase, POD)等多种酶的作用,再经莽草酸-苯丙烷途径形成的复杂的酚类化合物^[17-18]。随着贮藏时间的延长,苯丙氨酸解氨酶及过氧化氢酶活性逐渐增加,过氧化氢酶贮藏后显著高于新鲜方竹笋,这与陈惠云^[19]的研

究结果相似,但不剥壳处理由于没有破坏方竹笋组织的完整性,其生物活性得到较好地保存,其贮藏 5 d 后苯丙氨酸解氨酶及过氧化氢酶活性均较鲜笋及剥壳组高,木质素含量也高于剥壳处理组。

木质化变化主要决定方竹笋的脆嫩特性,而多酚氧化酶、过氧化氢酶决定方竹笋的褐变程度,剥壳处理在多酚氧化酶、黄酮、可溶性蛋白、过氧化氢酶变化较突出,其多酚氧化酶的底物是绿原酸、香豆素等酚酸类物质,最终生成棕色物质醌,会降低方竹笋的外观品质,同时多酚氧化酶还会催化香豆酸向咖啡酸转化,促进木质素的合成^[19]。方竹笋采后在无光照及养分供给的条件下,竹笋中的总糖、还原糖、可溶性蛋白等营养物质发生降解代谢,含量降低,且采收和剥壳处理时的机械损伤,诱导伤口呼吸和愈合,加速营养物质的消耗^[20]。剥壳后方竹笋多酚氧化酶的变化较大,极易发生褐变,而木质素含量相较于不剥壳处理变化较小,

随着贮藏时间的延长差距逐渐减小,故相较不剥壳处理的方竹笋,剥壳后的方竹笋极易因多酚氧化酶的作用而发生褐变,并促进木质素的合成,随着贮藏时间的延长差距逐渐减弱。综上所述,在方竹笋贮藏过程中采用不剥壳处理可以适当增加方竹笋的贮藏及贮藏后的产品品质。

4 结论

本研究发现,两种处理方式对方竹笋苯丙氨酸解氨酶、过氧化氢酶及多酚氧化酶等酶活性存在显著影响,贮藏 5 d 后 3 种酶活性显著高于鲜笋,木质素变化差异不显著;营养成分中黄酮及多酚含量显著增加,两处理黄酮含量较鲜笋分别增加 0.117 和 0.164 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,但多酚含量在贮藏 5 d 后变小,而总糖及可溶性蛋白含量显著低于鲜笋对照。贮藏 5 d 后,不剥壳处理总糖较鲜笋降低 48.32%,剥壳处理较鲜笋降低 78.07%。不剥壳处理可溶性蛋白在 5 d 时达到最低值,为 23.96 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,而剥壳处理在 3 d 时达到最低值,为 19.14 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,显著低于其他时间,还原糖整体变化差异较小。相关性分析表明木质素与苯丙氨酸解氨酶、过氧化氢酶、多酚及可溶性蛋白影响较大,剥壳后方竹笋组织破坏多酚氧化酶与空气中的氧接触极易发生褐变,且在室温条件下两种方式贮藏后方竹笋的木质素含量差异较小,故在短期贮藏时间内不剥壳处理方竹笋较剥壳处理品质较为优良。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第九卷第一分册)[M]. 北京:科学出版社,1996:338-340.
- [2] 徐锦洋,王瑞,张妮,等. 基于主成分分析法研究自发气调包装对方竹鲜笋保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技,2023,44(5):322-330.
- [3] LI C T, SUO J W, XUAN L L, et al. Bamboo shoot-lignification delay by melatonin during low temperature storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2019, 156: 110933.
- [4] DEBANGANA C, JATINDRA K S, SHARMA G D. Value addition to bamboo shoots: a review[J]. Journal of Food Science and Technology Mysore, 2012, 49(4): 407-414.
- [5] 陈光静. 方竹笋的加工废笋渣中多糖的分离纯化和结构解析及其生物活性研究[D]. 重庆:西南大学,2019:1.
- [6] 代昌雨,吕朝燕,马秀倩,等. 不同干燥方式对方竹笋品质的影响[J]. 江苏农业科学,2021,49(22):175-179.
- [7] HOU D, LU H W, ZHAO Z Y, et al. Integrative transcriptomic and metabolomic data provide insights into gene networks

associated with lignification in postharvest Lei bamboo shoots under low temperature[J]. Food Chemistry, 2021, 368:130822.

- [8] LIU L L, LIU L Y, LU B Y, et al. Evaluation of bamboo shoot peptide preparation with angiotensin converting enzyme inhibitory and antioxidant abilities from byproducts of canned bamboo shoots[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(23): 5526-5533.
- [9] WANG Y, CHEN J, WANG D, et al. A systematic review on the composition, storage, processing of bamboo shoots: focusing the nutritional and functional benefits[J]. Journal of Functional Foods, 2020, 71: 1-16.
- [10] LI D, LIMWACHIRANON J, LI L, et al. Hydrogen peroxide accelerated the lignification process of bamboo shoots by activating the phenylpropanoid pathway and programmed cell death in postharvest storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2019, 153: 79-86.
- [11] LIU H, ZHANG C L, LIU Y, et al. Total flavonoid contents in bamboo diets and reproductive hormones in captive pandas: exploring the potential effects on the female giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) [J]. Conservation Physiology, 2019, 7(1): coy068.
- [12] 董春风,赵一鹤. 甜龙竹笋采后不同时间及温度储藏下酶活性的变化[J]. 西部林业科学, 2021, 50(1): 79-84.
- [13] 李杰加,义西求吉,利毛才让,等. 藏药甘扎嘎日果总酚含量测定方法研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2018, 34(3): 29-34.
- [14] 高文军,李卫红,王喜明,等. 3,5-二硝基水杨酸法测定蔓菁中还原糖和总糖含量[J]. 中国药业, 2020, 29(9): 113-116.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定:GB 5009. 7-2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 史蔓蔓,张文,刘飞翔,等. 竹笋采后生理生化变化及贮藏保鲜研究进展[J]. 食品科学, 2023, 44(7): 331-343.
- [17] 刘月,杨健,王龙,等. 木质素合成途径及其调控梨褐皮性状研究进展[J]. 果树学报, 2018, 35(S1): 17-25.
- [18] 宋林艳. 梨花青苷和木质素合成调控相关 SG4-R2R3-MYB 基因的筛选及其功能解析[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2021.
- [19] 陈惠云. 竹笋绿色保鲜贮藏技术研究与应用[D]. 杭州:浙江农林大学,2015.
- [20] LUO Z S, XU X L, YAN B F. Use of 1-methylcyclopropene for alleviating chilling injury and lignification of bamboo shoot (*Phyllostachys praecox* f. *prevernalis*) during cold storage[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2008, 88(1): 151-157.

(下转第 133 页)

- [17] 刘慧玲. 绿色农产品互联网营销的现状与对策研究[J]. 农业经济, 2021(9):143-144.
- [18] 任书娟. 长尾理论视角下农产品数字营销的发展策略探讨:以地理标志农产品为例[J]. 商业经济研究, 2022(12): 73-76.
- [19] 邓雪霏, 卢博宇, 徐子荐. 地理标志农产品品牌化、标志特征、内在机理及实现路径研究[J]. 农业经济, 2022(6): 123-126.
- [20] 陈筱潇, 邹再进. 乡村振兴背景下农产品网络营销策略分析[J]. 现代农业研究, 2022, 28(10):19-21.

Network Marketing Strategy of Geographical Indication Agricultural Products in Hegang City

ZHANG Changqing, YOU Song

(School of Economics and Management, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to enhance the influence of geographical indication agricultural products in Hegang City, this paper analyzed the problems of low informatization, poor network channels, and low brand awareness in the current online marketing of geographical indication agricultural products in Hegang City, and proposed a series of countermeasures, including improving the informatization level of geographical indication agricultural products; Expand network channels, establish cooperative relationships with large e-commerce platforms, and enhance product promotion efforts; Innovate marketing models, utilize internet technology for customized production and personalized services, and increase consumers' purchasing desire; Strengthen the brand construction of geographical indication agricultural products, increase brand awareness, and enhance product competitiveness.

Keywords: geographical indication; network marketing; agricultural products

(上接第 112 页)

Effects of Shelling and Unshelling Treatment on Storage Quality of *Chimonobambusa utilis* Shoots

ZHANG Hongli¹, YANG Fen², LIU Min³, ZENG Meigui², YANG Yujie¹, MAO Jianlan¹

(1. Department of Modern Agriculture, Zunyi Vocational and Technical College, Zunyi 563000, China; 2. College of Biology and Agriculture, Zunyi Normal University, Zunyi 563006, China; 3. College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In order to explore the change rule of storage quality of *Chimonobambusa utilis* shoots. *C. utilis* shoot were used as the research object. *C. utilis* shoot were shelled and unshelled for storage at room temperature, and the changes of physical and chemical indexes and nutritional components were studied. The results showed that the activities of phenylalanine ammonia lyase and catalase in the unshelled *C. utilis* shoot were $2.74 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ higher than those in the shelled group after 5 days of storage, while the polyphenol oxidase activity in the shelled group was $2.06 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ higher than that in the unshelled group. The content of flavonoids increased by 0.117 and 0.164 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively, but the content of polyphenols increased by 0.6 and 0.1 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively, and the total sugar decreased by 48.32 % and 78.07 %, respectively. The content of soluble protein was the lowest ($23.96 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) on the 5 th day of storage without shelling treatment, while the shelling treatment reached the lowest value ($19.14 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) on the 3 rd day of storage. There was little difference in lignin and reducing sugar. The correlation analysis showed that lignin had a great influence on phenylalanine ammonia lyase, catalase, polyphenols and soluble protein. The polyphenol oxidase in the *C. utilis* shoot tissue after shelling was prone to browning in contact with oxygen in the air, and the lignin content of the *C. utilis* shoot stored in the two ways at room temperature was less different, so the non-shelling treatment was better than the shelling treatment in the short-term storage time.

Keywords: unshelled treatment; *Chimonobambusa utilis* shoots; storage; quality characteristics