



## تأثیر کاربرد پس از برداشت نمک‌های کلسیمی بر خواص کیفی قارچ تکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) در طی نگهداری در یخچال

فرید مرادی نژاد<sup>۱\*</sup>، سیده فاطمه نظری<sup>۲</sup>، مریم درستکار<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

<sup>۲</sup> دانش آموخته کارشناسی گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

\*نویسنده مسئول: [fmoradinezhad@birjand.ac.ir](mailto:fmoradinezhad@birjand.ac.ir)

### چکیده

به منظور حفظ کیفیت پس از برداشت قارچ تکمه‌ای، تحقیقی بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. در این مطالعه، اثر غوطه‌وری در محلول‌های تهیه شده از نیترات کلسیم (۰/۲۵، ۰/۵ یا ۱ درصد)، سولفات کلسیم (۰/۲۵، ۰/۵ یا ۱ درصد) و آب مقطر به عنوان شاهد بر صفات کیفی قارچ تکمه‌ای در دوره انبارمانی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها پس از چهار دقیقه غوطه‌ور شدن در محلول‌ها و خشک شدن رطوبت سطحی، درون سینی‌های معمول پلی اتیلنی قرار داده شده و با سولفان بسته بندی شدند و سپس در دمای  $3 \pm 1$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰٪ نگهداری شدند. سپس صفاتی مانند، سفتی بافت، مواد جامد محلول و pH پس از گذشت ۱۸ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمارهای سولفات کلسیم در غلظت ۰/۱٪ و سپس نیترات کلسیم ۰/۵٪ سفتی بافت را نسبت به نمونه‌های شاهد بطور معنی‌داری افزایش دادند. تیمار سولفات کلسیم ۰/۱٪ همچنین توانست میزان مواد جامد محلول و pH را نسبت به شاهد کاهش دهد. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که در بین تیمارهای استفاده شده، تیمارهای سولفات کلسیم ۰/۱٪ و همچنین نیترات کلسیم ۰/۵٪ با بهبود خواص کیفی قارچ تکمه‌ای به حفظ کیفیت پس از برداشت این محصول کمک می‌کند.

**کلمات کلیدی:** انبار سرد، خواص کیفی، سفتی، سولفات کلسیم، قارچ خوراکی، نیترات کلسیم

### مقدمه

مصرف قارچ تکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) با توجه به دارا بودن ارزش غذایی و دارویی بالا در سال‌های اخیر به طور چشم‌گیری افزایش یافته‌است و در حال حاضر پر مصرف‌ترین قارچ خوراکی می‌باشد. عمر نگهداری این محصول در دمای محیط ۱ تا ۳ روز و در دمای یخچال ۸ تا ۱۰ روز می‌باشد. سرعت تنفس بالا و از دست دادن سریع آب از دلایل عمده کوتاه بودن عمر پس از برداشت قارچ خوراکی می‌باشد. حفظ کیفیت و طولانی‌تر کردن عمر نگهداری آن برای تولید کننده و مصرف کننده بسیار مفید خواهد بود (Jiang, 2013).

مطالعات نشان داده است کاهش کیفیت محصول در شرایط پس از برداشت رابطه مستقیم با کاهش غلظت یون کلسیم سلول دارد چرا که وظیفه اصلی یون کلسیم ثابت و پایداری دیواره سلولی می‌باشد (Hocking et al., 2015) در پژوهشی کاربرد کلسیم قبل و پس از برداشت سبب جلوگیری از اختلالات فیزیولوژیکی، تأخیر در رسیدن و بهبود کیفیت محصولات میوه‌ای مختلف گردید (Cheour et al., 1990). همچنین افزایش استحکام، کاهش ترک خوردگی و پوسیدگی میوه هلو با محلول پاشی نیترات کلسیم نیز گزارش شده است. (Taylor and Brannen, 2008).

با توجه به اهمیت اقتصادی و غذایی قارچ تکمه‌ای، توجه به کاهش ضایعات و حفظ کیفیت پس از برداشت آن امری ضروری می‌باشد و از طرفی نیز گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر مفید نمک‌های کلسیمی بر خصوصیات کمی و کیفی



میوه‌ها و سبزیجات ارایه شده است. بنابراین هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی اثرات نیترات کلسیم و سولفات کلسیم بر حفظ کیفیت و کاهش ضایعات قارچ تکمهای طی دوره انبارمانی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

قارچ‌ها بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی بیرجند منتقل شده و قارچ‌های یکنواخت و با قطر مشابه و بدون آسیب انتخاب شدند. این تحقیق بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل، ۱- شاهد (غوطه‌ور شده در آب مقطر)، ۲- نیترات کلسیم ۰/۲۵ درصد، ۳- نیترات کلسیم ۰/۵ درصد، ۴- نیترات کلسیم ۱ درصد، ۵- سولفات کلسیم ۰/۲۵ درصد، ۶- سولفات کلسیم ۰/۵ درصد، ۷- سولفات کلسیم ۱ درصد بود. ابتدا قارچ‌ها در محلول‌های تهیه شده به مدت ۴ دقیقه غوطه‌ور شده و در دمای آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند تا خشک شوند، سپس درون ظروف پلاستیکی با پوشش سلوفان بسته‌بندی و در یخچال با دمای  $1 \pm 3$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل شدند و پس از گذشت ۱۸ روز صفات کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

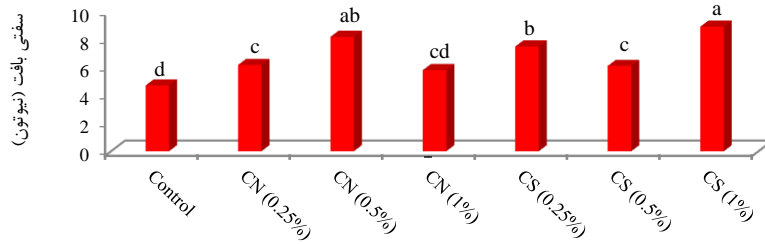
آزمون سفتی بافت با استفاده از دستگاه پنترومتر دستی (FHT200, Extech Co., USA) انجام گرفت و بر حسب نیوتن بر سانتی‌متر مربع بیان گردید. همچنین برای تعیین مقدار مواد جامد محلول نیز از دستگاه رفاکتومتر دستی (RF10, 0-32°Brix, Extech Co., USA) استفاده شد و با واحد درجه بریکس مشخص گردید. اندازه گیری غلظت یون هیدروژن (pH) نیز با استفاده از عصاره قارچ و pH متر دیجیتالی (مدل ۲۴۰L Neomet, ساخت کشور کره) قرائت گردید. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و در ۴ تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از برنامه آماری (Genstat (version 9.2, VSN, International, UK, 2009) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون  $P \leq 0.05$  LSD انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel رسم گردید.

## نتایج و بحث

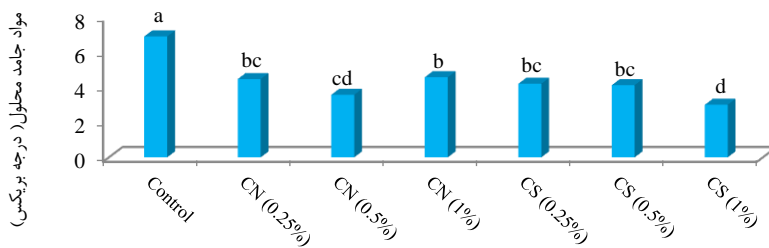
نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر صفت سفتی بافت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود به طوری که تمام تیمارها باعث حفظ سفتی و استحکام بافت نسبت به شاهد شدند؛ و در بین تیمارها سولفات کلسیم ۱٪ و نیترات کلسیم ۰/۵٪ دارای بیشترین میزان سفتی بافت بودند به طوری که نسبت به شاهد حدود دو برابر باعث حفظ سفتی بافت قارچ شدند (شکل ۱). کاهش سفتی یکی از فاکتورهای مهمی است که نشان دهنده کاهش کیفیت در طی دوره انبارداری می‌باشد و از دلایل آن کاهش محتویات سلول، کاهش آماس، کمبود انسجام و پیوستگی بین سلولی بوده و با افزایش کلسیم پیوند بین گروه‌های کربوکسیل زنجیره‌های پکتین افزایش یافته و باعث پایداری و در نتیجه حفظ سفتی بافت محصول می‌شود (Manganaris et al., 2007).

در مورد صفت مواد جامد محلول نیز، نتایج داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و بیشترین میزان آن مربوط به نمونه‌های شاهد (۶/۹ درجه بریکس) بود و کمترین میزان مواد جامد محلول مربوط به سولفات کلسیم ۱٪ (۳ درجه بریکس) می‌باشد (شکل ۲). کاهش مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با سولفات کلسیم ۱٪ احتمالا به دلیل کاهش فرآیند تنفس و رسیدگی میوه می‌باشد (Wang et al., 2010).

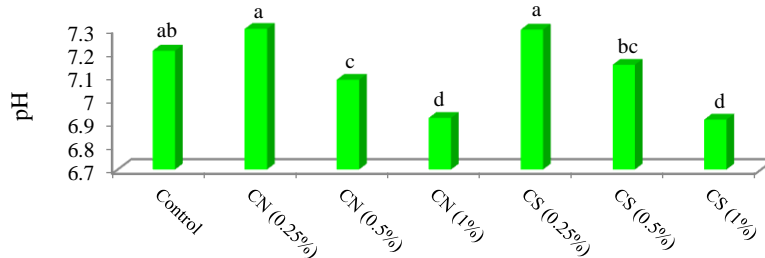
بررسی‌های انجام شده در مورد pH قارچ‌ها نشان داد تیمارهای نیترات کلسیم ۱٪ و سولفات کلسیم ۱٪ دارای کمترین میزان pH بودند (شکل ۳). در طول فرآیند رسیدن محصول، اسیدهای طبیعی به ترکیباتی مانند قندها تبدیل می‌گردند که pH را افزایش داده و در نتیجه شرایط را برای فعالیت میکروارگانیسمهای عامل فساد فراهم می‌نماید و پایداری میکروبی و ماندگاری فرآورده‌های تازه را کاهش می‌دهد (Garcia et al., 2004). نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (Biggs et al., 1997; Tudela et al., 2013).



شکل ۱- تأثیر کاربرد پس از برداشت نیترات کلسیم و سولفات کلسیم بر سفتی بافت قارچ تکمه‌ای  
CN = Calcium nitrate, CS = Calcium sulfate



شکل ۲- تأثیر کاربرد پس از برداشت نیترات کلسیم و سولفات کلسیم بر میزان مواد جامد محلول قارچ تکمه‌ای  
CN = Calcium nitrate, CS = Calcium sulfate



شکل ۳- تأثیر کاربرد پس از برداشت نیترات کلسیم و سولفات کلسیم بر pH قارچ تکمه‌ای  
CN = Calcium nitrate, CS = Calcium sulfate

### نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان بیان کرد که نمک‌های کلسیمی با کنترل فرآیند تنفس رسیدگی را به تأخیر انداخته و باعث حفظ بافت قارچ‌ها شد؛ و همچنین موجب بهبود صفات کیفی که در نهایت منجر به افزایش ماندگاری می‌شود شدند. البته غلظت محلول‌های استفاده شده نیز تأثیر مهمی در نتایج حاصل داشت. با استفاده از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان استفاده از ترکیبات سولفات کلسیم ۰.۱٪ و نیترات کلسیم ۰.۵٪ را جهت حفظ خصوصیات کیفی و کمی قارچ تکمه‌ای توصیه کرد.

### منابع

Biggs, A. R., El-Kholi, M. M., El-Neshawy, S., and Nickerson, R. 1997. Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*, 81(4): 399-403.



- Cheour, F. Willemot, C. Arul, J. Desjardins, Y. Makhlof, J. Charest, P. M. and Gosselin, A. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115: 789-792.
- Garcia JC, Valdivia CBP, Martinez YR, and Hennandaz MS. 2004. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos. *Postharvest Biology and Technology*, 32:169-174.
- Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A., and Gilliam, M. 2015. Fruit calcium: transport and physiology. *Frontiers in Plant Science*, 7: 569.
- Jiang, T. 2013. Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 76: 91-97.
- Manganaris, G.A. Vasilakakis, M. Diamantidis, G. and Mignani, I. 2007. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. *Food Chemistry*. 100( 4): 1385-1392.
- Taylor, K. and Brannen, P., 2008. Effects of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life and fruit rot. In *Albion Conference on Plant Nutrition*: 1-11.
- Tudela, J., Marn, A., Garrido, Y., Cantwell, M., Marna, S., Medina-Martenz., M., Gil, I. 2013. Offodour development in modified atmosphere packaged baby spinach is an unresolved problem. *Postharvest Biology and Technology*, 75: 75-85.
- Wang, C. Y., Chen, H., Jin, P., and Gao, H. 2010. Maintaining quality of litchi fruit with acidified calcium sulfate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(15): 8658-8666.

### Effect of postharvest application of calcium salts on the qualitative properties of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during refrigerated storage

Farid Moradinezhad<sup>1\*</sup>, Seyedeh Fatemeh Nazari<sup>2</sup>, Maryam Dorostkar<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Associate Professor, Department of Horticultural Science, University of Birjand

<sup>2</sup> BSc. Graduated in Horticultural Science, Department of Horticultural Science, University of Birjand

<sup>3</sup> MSc. Student in Horticultural Science, Department of Horticultural Science, University of Birjand

\*Corresponding Author: [fmoradinezhad@birjand.ac.ir](mailto:fmoradinezhad@birjand.ac.ir)

#### Abstract

In order to maintain the postharvest quality of button mushroom we examined the effect of immersion in the solutions of calcium nitrate (0.25, 0.5 or 1%), calcium sulfate (0.25, 0.5 or 1%) and distilled water as control on the qualitative characteristics of the button mushroom in a completely randomized design. Mushroom were dipped in solutions (treatments) for 4 minutes and after surface drying, the samples were placed in common polyethylene trays and packed with cellophane film and then stored at  $3 \pm 1$  C and 90% relative humidity content. Thereafter, traits such as tissue firmness, soluble solids content and pH were evaluated after 18 days. The results showed that 1% calcium sulfate treatment followed by 0.5% calcium nitrate significantly increased firmness compared to control samples. Treatment with 1% calcium sulfate also reduced the amount of soluble solids and pH compared to the control. In general, it can be concluded that among used treatments, 1% calcium sulfate and 0.5% calcium nitrate treatments improved the qualitative properties of button mushrooms and effectively preserved the postharvest quality.

**Keywords:** Calcium nitrate, Calcium sulfate, Cold storage, Edible mushroom, Firmness, Qualitative properties