تاثیر عنصر سیلیسیوم بر بهبود مؤلفه‌های پس از برداشت قارچ سفید دکمه‌ای *Agaricus bisporus*

رضا صالحی ملک‌آبادی[1*]، امیررضا اسماعیلی تیله‌نویی[1]، کامران قاسمی[2]

[1]دانشجویان گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

[2]استادیار گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*نویسنده مسئول: rezasalehi.m94@gmail.com

چکیده

قارچ دکمه‌ای به دلیل نداشتن کوتیکول در مقابل آسیب‌های فیزیکی، حمله میکروب‌ها و از دست دادن آب حساس بوده و ارزش بازاررسانی خود را به سرعت از دست می‌دهد. لذا در این آزمایش با استفاده از محلول سیلیکات پتاسیم در پنج غلظت صفر (شاهد)، ۰/۰۵ درصد، ۰/۱ درصد، ۰/۱۵ درصد ۰/۲ درصد در دو بازه زمانی سه روز قبل از شوک سرمایی و شش روز پس از شوک سرمایی روی سطح کمپوست جهت تاثیرگزاری بر شاخص‌های پس از برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین میانگین وزن یک قارچ مربوط به تیمار سیلیسیوم ۰/۲ درصد بوده و بیشترین میزان سفتی به هنگام برداشت در تیمار سیلیسیوم ۰/۱ درصد مشاهده گردید. تمامی تیمارهای سیلیسیومی در سفتی بافت کلاهک پس از پایان دوره انباری بجز تیمار سیلیسیوم ۰/۱۵، نسبت به شاهد برتری داشتند. کمترین درصد کاهش وزن در طول دوره انباری نیز در سه تیمار سیلیسیومی با غلظت بالا (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد) دیده شد. مناسب‌ترین وضعیت رنگ کلاهک پس از پایان دوره انباری نیز در تیمارهای ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد سیلیسیوم مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، سیلیسکات پتاسیم، قارچ خوراکی، کاهش وزن، کلاهک

مقدمه

قارچ سفید دکمه‌ای (*Agaricus bisporus*) با اختصاص دادن بیش از ۳۸ درصد از تولید جهانی قارچ‌های خوراکی به خود، مهمترین گونه قارچ تلقی می‌گردد (فارسی و پوریان‌فر، ۲۰۱۱). قارچ دکمه‌ای به دلیل نداشتن کوتیکول که از آنها در مقابل آسیب‌های فیزیکی، حمله میکروب‌ها و از دست دادن آب حافظت کند، در مقایسه با بسیاری از محصولات دیگر بخش کشاورزی، عمر پس از برداشت کوتاهی (۳ تا۴ روز) داشته و ارزش بازاررسانی خود را به سرعت از دست می‌دهد (نریا و همکاران ۲۰۰۶). همچنین نرخ بالای تنفس و محتوی بالای آب آنها را برای فساد میکروبی و قهوه‌ای شدن آنزیمی بسیار مستعد می‌کند (کلیف بیرنس و اوبیرن، ۲۰۰۷ ؛ مهاجان و همکاران، ۲۰۰۷).

قهوه‌ای شدن قارچ دکمه‌ای، در کوتاهی عمر پس از برداشت این محصول تاثیر به سزایی دارد. علاوه بر آسیب-های فیزیکی و مکانیکی مربوط به برداشت و حمل و نقل، اکسیداسیون خود بخودی و فعالیت‌های آنزیمی نیز در آن

IrHC2019

نقش دارد که در این میان، پلی‌فنول اکسیدازها (کاتالاز و تیروسیناز) و پراکسیدازها از مهمترین آنزیم‌های دخیل در واکنش‌های مربوط به قهوه‌ای شدن تلقی می‌گردند. کاتالاز به‌دلیل مقدار محدود، کمتر و تیروزیناز بیشترین تاثیر را در قهوه‌ای شدن قارچ دارند (هواجولیگ و همکاران، ۲۰۰۳).

سیلیسیوم یکی از عناصر مفید است که در رشد و سلامت گیاه حائز اهمیت می‌باشد (خوش‌گفتارمنش، ۱۳۸۶). این عنصر در بسیاری از مطالعات، به‌عنوان عنصری که می‌تواند در بهبود کیفیت عمر پس از برداشت محصولات تاثیر به‌سزایی داشته باشد، معرفی شده است. منابع سیلیکاتی مانند سیلیکات پتاسیم و سدیم، سیلیسیوم اکسید (SiO_2) و منابع دیگری مانند اسید سیلیسیک از جمله منابع سیلیسیومی قابل استفاده در تغذیه گیاهان تلقی می‌شوند (یوسفی و اثنی‌عشری، ۱۳۹۵). سیلیسیوم در دیواره سلول‌های اپیدرم، مستقر گشته و به‌وسیله لایه‌های محکم سیلیسیومی، در مقابل هدر رفتن آب در جریان تعرق ممانعت می‌کند. علاوه بر دیواره‌های سلول‌های اپیدرم، این عنصر در دیواره آوند چوبی نیز رسوب کرده و مانع فروپاشی آن در شرایط تبخیر شدید می‌گردد (خوش‌گفتارمنش، ۱۳۸۶). در پژوهشی مشخص شد، که تیمار سیلیسیومی سبب کاهش تعرق، بالارفتن کارایی آب و افزایش وزن میوه در توت فرنگی می‌گردد (یائوجینگ و همکاران، ۲۰۰۹). سیلیسیوم می‌تواند در شرایط تنش سبب کاهش آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز گردد (امیری و همکاران، ۱۳۹۲).

اگرچه مطالعات نشان داده است که سیلیسیوم با مقدار ۸۱۱/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بعد از فسفر دومین عنصر معدنی فراوان در قارچ دکمه‌ای تلقی می‌گردد (پونگکودی و همکاران، ۲۰۱۵) و با وجود گزارش‌های فراوان در زمینه کاربرد سیلیسیوم در گیاهان زراعی و باغی، اطلاعات چندانی در خصوص اثر این عنصر در قارچ‌های خوراکی موجود نیست. لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر سیلیسیوم بر مولفه‌های کیفی، در زمان پس از برداشت قارچ سفید دکمه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سالن پرورش قارچ سفید دکمه‌ای در شهرستان بهشهر استان مازندران صورت پذیرفت و از آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت نگهداری محصول و ارزیابی‌های پس از برداشت استفاده شد. محلول سیلیکات پتاسیم در پنج غلظت صفر (شاهد)، ۰/۰۵ درصد، ۰/۱ درصد، ۰/۱۵ درصد ۰/۲ درصد تهیه گردید. محلول‌های مورد نظر در دو بازه زمانی سه روز قبل از شوک سرمایی و شش روز پس از شوک سرمایی روی سطح بستر مورد نظر، بصورت اسپری مورد استفاده قرار گرفت. پس از برداشت قارچها میانگین وزن یک قارچ و درصد ماده خشک سنجیده گشته و قارچها برای ارزیابی‌های پس از برداشت در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۹ روز نگهداری شدند. سپس تغییرات سفتی بافت کلاهک، درصد کاهش وزن و تغییرات رنگ قارچها در بازه‌های زمانی سه روزه مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور ارزیابی صفات مورد نظر از دستگاه سفتی سنج دیجیتال (STEP SYSTEM ساخت آلمان)، ترازوی دیجیتال (AND مدل FA2014 ساخت چین) و آون (مدل U632 TC) استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کرت‌های کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گرفت و آنالیز داده‌ها از طریق نرم‌افزار SAS مدل 9/1 استفاده گردید.

IrHC2019

نتایج و بحث

براساس نتایج به دست آمده تاثیر تیمار سیلیسیوم، بر درصد وزن خشک قارچ غیرمعنی‌دار ولی بر میانگین وزن یک قارچ و سفتی بافت کلاهک پس از پایان دوره انباری در سطح احتمال ۵ درصد و بر سفتی بافت کلاهک به هنگام برداشت، درصد کاهش وزن در طول دوره انبارداری و رنگ کلاهک قارچ پس از پایان دوره انبارداری در در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۱).

بیشترین میزان میانگین وزن یک قارچ مربوط به تیمار سیلیسیوم ۰/۲ درصد بوده و بیشترین میزان سفتی به هنگام برداشت در تیمار سیلیسیوم ۰/۱ درصد مشاهده گشت. تمامی تیمارهای سیلیسیومی در سفتی بافت کلاهک پس از پایان دوره انباری با یکدیگر اختلاف معناداری نداشته و بجز تیمار سیلیسیوم ۰/۱۵ درصد که تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشته، بقیه تیمارها نسبت به شاهد برتری داشتند. کمترین درصد مربوط به کاهش وزن در طول دوره انباری نیز در سه تیمار سیلیسیومی با غلظت بالا (۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد) دیده شد. مناسب‌ترین وضعیت رنگ کلاهک پس از پایان دوره انباری نیز در تیمارهای ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد سیلیسیوم مشاهده گردید.

در این آزمایش مشاهده گردید که سیلیسیم به ویژه با غلظت ۰/۲ درصد در افزایش میانگین وزن یک قارچ که از صفات مورفولوژیکی و عملکردی می‌باشد، تاثیرگذار است. به نظر می‌رسد سیلیسیوم به دو طریق غیرمستقیم و مستقیم در تولید محصولات کشاورزی تاثیرگذار باشد. در اثر غیرمستقیم، سیلیسیوم در جذب سایر عناصر نقش ایفا می‌کند و افزایش و یا کاهش جذب سایر عناصر، در تغییرات فیزیولوژیکی محصول، دخیل است. در پژوهشی گزارش شد که احتمالا، کاربرد سیلیسیوم با افزایش فعالیت پمپ H^+-ATPase می‌تواند بر افزایش جذب پتاسیم اثر داشته باشد (لیانگ، ۱۹۹۹). در خصوص محصولات گیاهی، لیانگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که سیلیسیوم می‌تواند باعث افزایش عملکرد چندین گونه گیاهی گردد و یکی از دلایل این اتفاق، افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌ها می‌باشد.

نتایج آزمایش حاضر حاوی این مطلب است که سیلیسیوم بر سفتی بافت کلاهک قارچ، چه در هنگام برداشت و چه پس از انبارمانی تاثیرگذار است. سیلیسیوم با رسوب در دیواره سلولی، سبب استحکام و همچنین مقاومت غشا سلولی در مقابل تخریب سلول می‌گردد (ساموئل و همکاران، ۱۹۹۳). همچنین این عنصر می تواند با شرکت در فرایندهای فیزیولوژیک و ساختاری گیاه از آسیب وارده به سلول در شرایط تنش بکاهد (چریف و همکاران، ۱۹۹۴).
همانطور که نتایج این آزمایش نشان داد، سیلیسیم بر درصد کاهش وزن قارچ در طول دوره انباری که تاحدود زیادی به از دست دادن آب موجود در بافت مربوط است موثر است. سیلیسیوم با استقرار در بافت و با تشکیل لایه‌های محکم سیلیسیومی از هدر رفتن آب در طی جریان تعرق محافظت می‌کند (خوش‌گفتارمنش، ۱۳۸۶).

سیلیسیوم توانست در حفظ سفیدی و کاهش قهوه‌ای شدن قارچ سفید دکمه‌ای در طول دوره انباری مفید واقع شود. در قهوه‌ای شدن قارچ دکمه‌ای، آسیب-های فیزیکی و مکانیکی، اکسیداسیون خود به خودی و فعالیت‌های آنزیمی مربوط به پلی‌فنول‌اکسیدازها (کاتالاز و تیروسیناز) و پراکسیداز تاثیر گذارند. گمان می‌شود، سیلیسیوم با سفتی و استحکام بافت‌ها از قهوه‌ای شدن ناشی از صدمات فیزیکی به هنگام برداشت و حمل و نقل بکاهد و همچنین با افزایش مواد آنتی‌اکسیدانی (خوش‌گفتارمنش، ۱۳۸۶) در کاهش واکنش‌های اکسیداسیونی مربوط به قهوه‌ای شدن موثر باشد. سیلیسیوم می‌تواند با کاهش میزان پراکسیداز و کاتالاز، (اگرچه کاتالاز نسبت به تیروسیناز به علت مقدار محدود، در قهوه‌ای شدن کمتر دخیل است) در حفظ سفیدی بافت خوراکی قارچ دکمه‌ای تاثیرگذار باشد.

IrHC2019

جدول«۱» مقایسه میانگین تاثیر غلظت‌های مختلف سیلیسیوم بر بهبود مولفه‌های پس از برداشت قارچ سفید دکمه‌ای

تیمار	وزن قارچ*	یک سفتی کلاهک هنگام برداشت**	سفتی کلاهک پس از دوره پایان انبار**	درصد کاهش وزن**	رنگ کلاهک قارچ**
شاهد	۱۱/۶۶^{c}	۰/۷۶^{b}	۰/۵۵^{b}	۵۵/۹۸^{c}	۱/۳۳^{c}
سیلیسیوم ۰/۰۵ درصد	۱۱/۹۳^{cb}	۰/۷۸^{b}	۰/۷۷^{a}	۴۷/۵۰^{b}	۱/۶۶^{bc}
سیلیسیوم ۰/۱ درصد	۱۲/۹۲^{cb}	۱/۰۳^{a}	۰/۸۰^{a}	۴۲/۴^{a}	۲/۳۳^{b}
سیلیسیوم ۰/۱۵ درصد	۱۳/۵۹^{ab}	۰/۷۸^{b}	۰/۶۸^{ab}	۴۰/۸۵^{a}	۳/۳۳^{a}
سیلیسیوم ۰/۲ درصد	۱۳/۸۲^{a}	۰/۸۴^{b}	۰/۷۵^{a}	۴۰/۶۳^{a}	۴^{a}

ns,*,**: به‌ترتیب، غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

منابع

- امیری، ا.، باقری، ع.ا.، خواجه، م.، نجف‌آبادی‌پور، ف.ا. و یداللهی، پ.۱۳۹۲. تأثیر محلول‌پاشی سیلیکون بر عملکرد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گلرنگ در شرایط کم آبیاری. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، ۵(۴): ۳۶۱-۳۷۳.
- خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۶. مبانی تغذیه گیاهی. انتشارات صنعتی اصفهان، صفحات ۲۹۶-۲۹۹.
- یوسفی، ر. و اثنی‌عشری، م. ۱۳۹۵. تأثیر میکرو و نانوذرات دی‌اکسید سیلیسیم روی برخی ویژگی‌های کیفی و عناصر غذایی میوه توت فرنگی. نشریه پژوهش های تولید گیاهی، ۲۳(۳): ۱۱۳-۹۷.

Cherif, M., Asselin, A. .and Belanger, R.R. 1994. Defense response induced by soluble silicon in cucumber roots infected by Pythium spp. Phytopathol, 84(3): 236-242.

Cliffe-Byrnes, V. and O'Beirne, D. 2007. Effects of gas atmosphere and temperature on the respiration rates of whole and sliced mushrooms (*Agaricus bisporus*)-implications for film permeability in modified atmosphere packages , Journal of Food Science, 72(4): 197–204.

Hewajulige, I.G.N., Wijeratnam, R.S., Wijesundera R.L.C. and Abeysekere, M. 2003. Fruit calcium concentration and chilling injury during low temperature storage of pineapple. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83:1451-1454.

Farsi, M. and Pourianfar, H. 2011. Cultivation and breeding of the white button mushroom. 275 p. (in Persian).

IrHC2019

Liang, Y.C. 1999. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. Plant. Soil, 209(2): 217-224.

Liang, Y.C., Jin S. and Romheld, V. 2005. Silicon uptake and transport is an active process in *Cucumis sativus*. Phytopathol, 167(3): 797-804.

Mahajan, P.V., Oliveira, F.A.R. and Macedo, I., 2007. Effect of temperature and humidity n the transpiration rate of o the whole mushrooms. Journal of Food Engineering, 88(2):281-288.

Nerya, O., Ben-Arie, R., Luzzatto, T., Musa, R., Khativ, S. and Vaya, J. 2006. Prevention of *Agaricus bisporus* postharvest browning with tyrosinase inhibitors. Postharvest Biology and Technology, 39(3): 272–277.

Poongkodi, G.K., Harithra Priya, G.P. and Harshitha Priya, G.P. 2015. Nutrient contents of edible mushrooms, *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*. International Journal of Modern Chemistry and Applied Science, 2(2): 78-86.

Samuels, A.L., Glass, A.D.M., Ehret, D.L. and Menzies, J.G. 1993. The effects of silicon supplementation on cucumber fruit: Changes in surface characteristics. Annals of Botany, 72(5): 433-440.

Yao-jing, W., Ming-da, L., and Dong, L. 2009. Effects of silicon enrichment on photosynthetic characteristics and yield of strawberry. Northern Horticulture, 12: 92-93.

Effect of Silicon on the Post-Harvest Parameters of white button mushroom (*Agaricus **bisporus***)

Reza Salehi Malekabadi[1], Amirreza Esmaeili Tilenoei[1], Kamran Ghasemi[2]

[1] Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Recourses University, Sari

[2]Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

[*]*Corresponding Author: rezasalehi.m94@gmail.com*

Abstract

Lack of cuticle in button mushroom makes it susceptible to physical damages, pathogens attack and water loss, resulting lose its marketability quickly. So in this investigation, potassium silicate (SP) in five concentration comprising 0, 0.05, 0.10, 0.15 and 0.20 % was applied at two times (3 days before and 6 days after shocking) on the compost surface for evaluating post-harvest parameters. The highest mean weight of single mushroom was recorded in SP 0.20% and the highest hardness in SP 0.10% at the time of harvest. All of SP treatments apart from 0.15% were significantly more hardness at the end of shelf life period. The lowest weight loss was seen in three SP treatments including 0.10, 0.15 and 0.20%. The best color of mushroom cap at the end of the experiment was observed in 0.15 and 0.20% of SP treatment.

Key words: Storage, potassium silicas, edible mushrooms, weight loss,, Cap

IrHC2019