نقش زمان و دمای تخمیر بر میزان ترکیبات فنلی مؤثر بر خصوصیات چشایی و رنگ دمنوش چای سیاه رقم هیبرید طبیعی چینی

عبداله حاتم زاده [۱]، سیده سمیه شفیعی ماسوله [۲*]
۱- استاد گروه علوم باغبانی. ۲- دانشجوی دکتری فیزیولوژی و اصلاح گیاهان زینتی، دانشگاه گیلان، رشت.
*نویسنده مسئول: shafyii@guilan.ac.ir; shafyii@gmail.com

چکیده

یک مرحله مهم در فرآیند ساخت چای سیاه تخمیر می‌باشد. برگ سبز چای پس از طی مراحلی، در مرحله تخمیر باید در مدت زمان کافی در دمای مناسب قرار گیرد و کیفیت و طعم و مزه چای تحت تأثیر میزان دما و زمان قرارگیری در این دما می‌باشد. ارقام مختلف چای نتایج متفاوتی از دما و زمان تخمیر یکسان نشان می‌دهند. در این مطالعه اثر دمای تخمیر (۲۰، ۲۵ یا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) در چهار زمان تخمیر (۳۰، ۶۰، ۹۰ یا ۱۲۰ دقیقه) بر میزان ترکیبات فنلی و پارامترهای حسی دمنوش چای سیاه در رقم هیبرید طبیعی چینی بررسی گردید. نتایج نشان داد زمان بهینه تخمیر برای بهترین شفافیت دمنوش ۶۰ دقیقه می‌باشد و بهترین دمای تخمیر برای دستیابی به طعم تند و رنگ مناسب و کنترل میزان ترکیب فنلی تئاروبیژن، دمای ۲۵ درجه است. همچنین اثر متقابل و معنی‌داری بین زمان و دمای تخمیر بر میزان تئافلاوین و مزه گس دمنوش دیده شد و بهترین طعم و بالاترین میزان تئافلاوین در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه حاصل شد.

کلمات کلیدی: چای سیاه، تخمیر، تئافلاوین، تئاروبیژن، کاتچین

مقدمه

در سراسر دنیا دمنوش چای سیاه به دلیل عطر، طعم گس و مزه منحصر به فرد آن مصرف می‌شود که ارزان‌ترین نوشیدنی غیرالکلی بعد از آب است. چای سیاه در کارخانه از برگ‌های ترد و جوان گیاه *Camellia sinensis* (L) O. Kuntze فرآوری می‌شود (موتامانی و کومار، ۲۰۰۷). از ترکیبات بیوشیمیایی عمده در برگ‌های چای که معادل ۲۰ درصد وزن خشک برگ‌های چای است کاتچین‌ها می‌باشند (اوباندا و همکاران، ۲۰۰۱؛ اوباندا و همکاران، ۲۰۰۴؛ یائو و همکاران، ۲۰۰۶؛ موتامانی و کومار، ۲۰۰۷؛ سائو و همکاران، ۲۰۱۰). کاتچین‌ها و ترکیبات حاصل از اکسیداسیون آن مسئول طعم گس چای سیاه هستند (لیانگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ ساراوانان و همکاران، ۲۰۰۵؛ موتامانی و کومار، ۲۰۰۷). علاوه بر این کاتچین‌ها برای سلامتی انسان مفید می‌باشند. تئافلاوین سبب طعم تند و گس و رنگ طلایی روشن دمنوش چای سیاه می‌شود، در حالیکه تئاروبیژن باعث ایجاد رنگ مایل به قرمز و مزه دمنوش می‌شود. تئاروبیژن رنگیزه قهوه‌ای رنگ اسیدی است که از تخریب اکسیداتیو تئافلاوین حاصل می‌شود. زمان، دما، pH، رطوبت نسبی و دسترسی به اکسیژن در طی فرآیند تخمیر عوامل بحرانی مسئول تشکیل سطوح بالای تولیدات مطلوب هستند. هم افزایش و هم کاهش زمان تخمیر سبب افت کیفیت چای سیاه می‌شود (اوور و اوباندا، ۲۰۰۱؛ موتامانی و کومار، ۲۰۰۷). نیاز است در ارقام مختلف چای زمان و دمای مناسب تخمیر تعیین شود، تا چای سیاه با کیفیت مناسب در اختیار مصرف‌کننده قرار گیرد، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر متقابل این دو عامل بر کیفیت دمنوش چای سیاه در رقم مورد مطالعه هیبرید طبیعی چینی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه برگ‌های رقم هیبرید طبیعی چینی از مزرعه آزمایشی موسسه پژوهشی چای فشالم شهرستان فومن در استان گیلان (ارتفاع ۱۰ متر بالای سطح دریا، عرض جغرافیایی ۱۵′ ۳۷° شمالی و طول جغرافیایی ۲۷′ ۴۹° شرقی) تهیه شد. برگ‌ها براساس استاندارد دو برگ

و یک جوانه که اندکی شامل سه برگ و یک جوانه بود برداشت شد (اوور و اوباندا، ۲۰۰۱). برداشت در پاییز و برای هر تکرار ۱۰ کیلوگرم برگ سبز بود. برگ‌ها پس از اینکه به مدت ۱۶ ساعت در شرایط مناسب پژمردگی فیزیکی و شیمیایی پلاس شدند، برای اینکه برگ چای به اندازه کافی خرد شود چهار بار از دستگاه CTC (Crush, Tear and Curl) عبور داده شدند (موتامانی و کومار، ۲۰۰۷). برگ‌های خرد شده به مدت ۳۰، ۶۰، ۹۰ یا ۱۲۰ دقیقه در دمای ۲۰، ۲۵ یا ۳۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط کنترل شده محیطی (مدل دستگاه: Tea Croft، ساخت انگلیس) تخمیر شدند. در پایان توسط دستگاه خشک کن (مدل Venticell-111، ساخت آلمان) تا رطوبت ۳ درصد خشک شدند. چای سیاه حاصل از نظر محتوی تئافلاوین، تئاروبیژن، رنگ کل و درصد شفافیت توسط روش اسپکتروفتومتر و ویژگی‌های تندی، شفافیت و گسی توسط تستر بررسی شدند. پارامترهای بیوشیمیایی با استفاده از روش ماهانتا و بارا (۱۹۹۲) با استفاده از اسپکتروفتومتر و ویژگی‌های حسی و چشایی توسط تستر بر اساس روش اوباندا و همکاران (۲۰۰۱، ۲۰۰۴) با درجه‌بندی هر یک از ویژگی‌های تندی، شفافیت و گسی به صورت ۱۱، ۹، ۷، ۵، ۳ و ۱ به ترتیب به صورت خیلی تند-خیلی شفاف-خیلی گس، تند-شفاف-گس، نسبتاً تند-نسبتاً شفاف-نسبتاً گس، اندکی تند-اندکی شفاف-اندکی گس، ملایم-کدر-گسی اندک، خیلی ملایم-خیلی کدر-بدون گسی برای هریک از این ویژگی‌های حسی به صورت مجزا امتیازدهی گردید.

تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با آزمون توکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در هر تیمار انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ویژگی‌های بیوشیمیایی و حسی دمنوش چای سیاه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد برای درصد تئافلاوین و میزان طعم گس دمنوش و در سطح احتمال ۵ درصد برای درصد تئاروبیژن، درصد رنگ کل و طعم تند دمنوش در اثر دمای تخمیر نشان داد. در حالیکه تفاوت معنی‌داری از تجزیه واریانس اثر زمان تخمیر و نیز تأثیر متقابل دما و زمان تخمیر دیده نشد (جدول ۱). اما مقایسه میانگین پارامترهای بیوشیمیایی و حسی با آزمون توکی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد به دلیل خطای تیپ ۱ برای اثر متقابل دما و زمان تخمیر بر طعم گس (در سطح احتمال ۵ درصد) و درصد تئافلاوین (در سطح احتمال ۱ درصد) و اثر زمان تخمیر بر شفافیت (در سطح احتمال ۵ درصد) اثر معنی‌داری نشان داد.

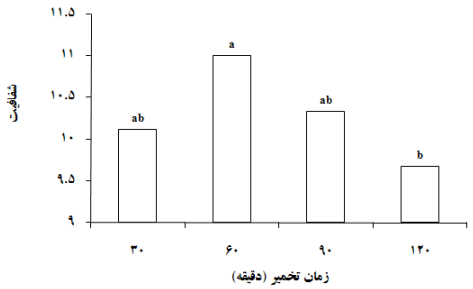
جدول ۱. تجزیه واریانس اثر زمان و دمای تخمیر بر پارامترهای بیوشیمیایی و حسی دمنوش چای سیاه کلتیوار هیبرید طبیعی چینی.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		پارامترهای بیوشیمیایی				پارامترهای حسی		
		تئافلاوین٪	تئاروبیژن٪	رنگ کل٪	شفافیت٪	تندی	شفافیت	گسی
بلوک	۲	۰/۰۵ ns	۹/۲۷ ns	۰/۷۲ ns	۳۲/۹۷ ns	۰/۴۴ ns	۳/۱۱ ns	۳/۱۱ ns
دما	۲	۰/۸۶ **	۲۳/۱۷ *	۲/۰۶ *	۱۰۱/۹۰ ns	۱۲/۴۴ *	۱/۷۸ ns	۱۲/۴۴ **
زمان	۳	۰/۱۷ ns	۲/۸۲ ns	۰/۲۳ ns	۸۲/۰۴ ns	۶/۲۲ ns	۲/۷۸ ns	۵/۳۳ *
دما×زمان	۶	۰/۰۵ ns	۱۵/۱۶ ns	۰/۱۹ ns	۶۴/۷۶ ns	۱/۷۷ ns	۰/۴۴ ns	۱/۷۸ ns
خطا	۲۲ y	۰/۰۶	۶/۱۴	۰/۳۷	۴۹/۹۴	۲/۵۱	۰/۹۳	۱/۶۶
ضریب تغییرات ٪		۲۱/۶۰	۲۰/۰۵	۱۵/۷۸	۲۲/۵۷	۱۷/۱۶	۹/۳۸	۱۳/۹۶

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns تفاوت معنی‌دار ندارد.

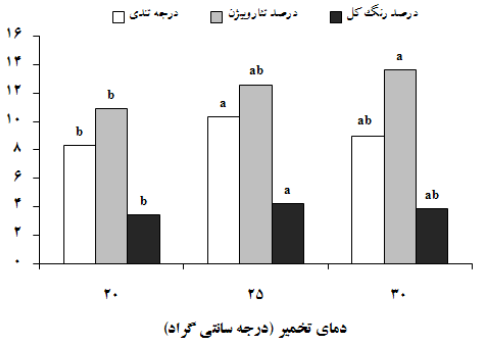
y درجه آزادی به دلیل یک کرت گمشده در تئافلاوین، تئاروبیژن و درصد شفافیت ۲۱ می‌باشد.

زمان تخمیر بر میزان شفافیت بصری دمنوش تأثیر بسزایی نشان داد، به طوریکه بالاترین شفافیت با ۶۰ دقیقه تخمیر حاصل شد و با افزایش زمان تخمیر تا ۱۲۰ دقیقه شفافیت کاهش یافت (شکل ۱).



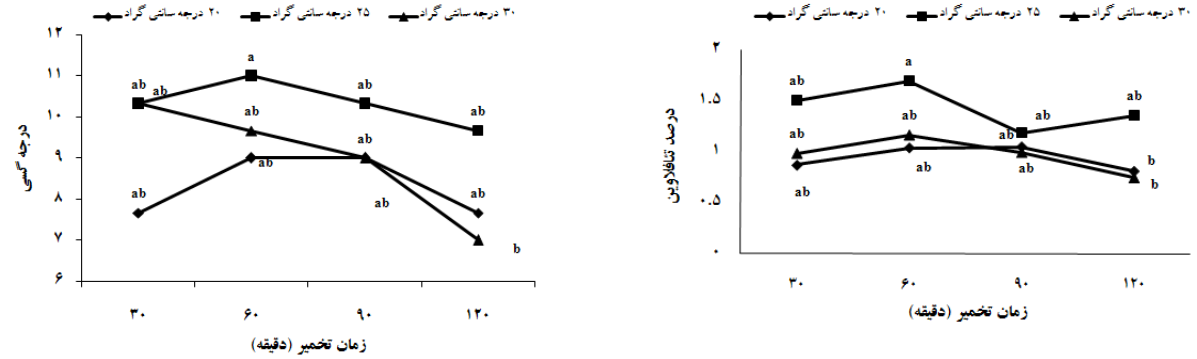
شکل ۱. اثر زمان تخمیر بر درجه شفافیت دمنوش چای سیاه. امتیازدهی توسط تستر (سطح احتمال ۵ درصد).

تفاوت در زمان تخمیر بر تندی طعم دمنوش تأثیر قابل ملاحظه‌ای نداشت در حالیکه تندی طعم تحت تأثیر دمای تخمیر قرار گرفت و طعم تند در دمای حدواسط یعنی ۲۵ درجه نسبت به ۲۰ درجه حاصل شد، علاوه بر اینکه رنگ بالاتری نیز در دمای ۲۵ درجه نسبت به ۲۰ درجه در دمنوش مشاهده شد. هرچه میزان دمای تخمیر افزایش یافت درصد تشکیل تئاروبیژن بیشتر شد (شکل ۲).



شکل ۲. اثر دمای تخمیر بر درصد رنگ کل (سطح احتمال ۱ درصد)، درصد تئاروبیژن و طعم تند دمنوش چای سیاه. حروف مشترک در ستون‌های با رنگ مشابه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

با توجه به شکل ۳ بالاترین درصد تئافلاوین در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ دقیقه حاصل شد که تفاوت چشمگیری با دمای ۲۵ درجه به مدت ۳۰ دقیقه و دمای ۳۰ درجه به مدت ۱۲۰ دقیقه داشت. بیشترین طعم گس دمنوش با تخمیر در دمای ۲۵ درجه به مدت ۶۰ دقیقه حاصل شد.



شکل ۳. تأثیر متقابل دما و زمان تخمیر بر درصد تئافلاوین (در سطح احتمال ۱ درصد) و طعم گس دمنوش چای (سطح احتمال ۵ درصد).

با توجه به ضرایب همبستگی دو طرفه (جدول ۲) بین پارامترهای بیوشیمیایی با یکدیگر و نیز با پارامترهای حسی دمنوش چای سیاه، همبستگی مثبت و معنی‌دار دو طرفه بین درصد رنگ کل، درصد شفافیت و طعم تند و گس چای دیده شد. هر چه میزان تئافلاوین در شرایط تخمیر بالا رفت بر طعم و رنگ چای تأثیر مثبت داشت. اما افزایش میزان تئاروبیژن همبستگی مثبت بر شدت رنگ و همبستگی منفی بر شفافیت داشت. همبستگی مثبت بین رنگ چای و طعم تند و گس چای دیده شد در حالیکه افزایش رنگ چای سبب کاهش شفافیت نیز گردید (همبستگی منفی)، که به نظر می‌رسد در افزایش شدت رنگ چای تئاروبیژن بیش از تئافلاوین مؤثر و غالب است.

جدول ۲. ضرایب همبستگی بین درصد تئافلاوین، درصد تئاروبیژن، درصد رنگ کل، درصد شفافیت، تندی، شفافیت و گسی دمنوش چای سیاه کلتیوار هیبرید طبیعی چینی (برداشت پاییزه).

پارامتر	تئافلاوین٪	تئاروبیژن٪	رنگ کل٪	شفافیت٪	تندی[y]	شفافیت[y]	گسی[y]
تئافلاوین٪	۱/۰۰	-۰/۰۳	۰/۴۳*	۰/۵۹**	۰/۸۳**	۰/۳۳	۰/۷۱**
تئاروبیژن٪	-۰/۰۳	۱/۰۰	۰/۶۲**	-۰/۵۹**	-۰/۰۳	-۰/۳۶*	۰/۰۶
رنگ کل٪	۰/۴۳*	۰/۶۲**	۱/۰۰	-۰/۴۱*	۰/۳۳*	-۰/۴۱*	۰/۳۴*
شفافیت٪	۰/۵۹**	-۰/۵۹**	-۰/۴۱*	۱/۰۰	۰/۵۷**	۰/۶۳**	۰/۳۶*
تندی[y]	۰/۸۳**	-۰/۰۳	۰/۳۳*	۰/۵۷**	۱/۰۰	۰/۲۰	۰/۷۳**
شفافیت[y]	۰/۳۳	-۰/۳۶*	-۰/۴۱*	۰/۶۳**	۰/۲۰	۱/۰۰	۰/۱۶
گسی[y]	۰/۷۱**	۰/۰۶	۰/۳۴*	۰/۳۶*	۰/۷۳**	۰/۱۶	۱/۰۰

** همبستگی در سطح احتمال ۱ درصد، * همبستگی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است (همبستگی دو طرفه).

[y] پارامترهای حسی اندازه‌گیری شده توسط تستر (چشنده).

گیور و همکاران (۲۰۰۹) کاهش سریعی در میزان تئافلاوین در دمای ۳۰ درجه گزارش کردند، همچنین عنوان نمودند که با افزایش زمان تخمیر تا ۱۲۰ دقیقه میزان تشکیل تئافلاوین کاهش و میزان تئاروبیژن افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج این آزمایش و اینکه رنگ چای تحت تأثیر هر دو ترکیب فنلی یعنی تئافلاوین و تئاروبیژن است افزایش زمان تخمیر رنگ کل را نیز افزایش می‌دهد اما نوع رنگ و شفافیت بستگی به غالبیت میزان تئافلاوین یا تئاروبیژن دارد. همچنین افزایش دمای تخمیر سبب تغییر فرآیند اکسیداسیون از تئافلاوین

به تئاروبیژن می‌شود (اوور و اوباندا، ۲۰۰۱؛ گیور و همکاران، ۲۰۰۹)، در نتیجه میزان شفافیت چای پایین می‌آید. به طور خلاصه می‌توان بر اساس نتایج این آزمون و محقیقین دیگر (توفکی و گیونر، ۱۹۹۷؛ اوور و اوباندا، ۲۰۰۱) نتیجه‌گیری کرد برای دستیابی به کیفیت بالای دمنوش چای سیاه، دمای تخمیری کمتر یا برابر ۲۵ درجه (دمای سرد) در زمانی بین ۶۰ تا ۹۰ دقیقه مناسب می‌باشد. البته پاسخ به زمان و دمای تخمیر تحت تأثیر ژنوتیپ نیز است به طوریکه کلون امید بخش ۱۰۰ تحت تأثیر دما و زمان‌های مختلف تخمیر تفاوتی در میزان ترکیبات فنلی و طعم و ظاهر و رنگ نشان نداد (اطلاعات ارائه نشده است).

منابع

Hsiao, H. Y., R. L. C. Chen, and T. J. Cheng. 2010. Determination of tea fermentation degree by a rapid micellar electrokinetic chromatography. Food Chemistry. 120: 632–636.

Liang, Y., J. Lu, L. Zhang, S. Wu, and Y. Wu. 2003. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. Food Chemistry. 80*:* 283–290.

Mahanta, P., and S. Baruah. 1992. Changes in pigments and phenolics and their relationship with black tea quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 59: 21-26.

Muthumani, T., and R. S. S. Kumar. 2007. Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. Food Chemistry. 101: 98–102.

Ngure, F. M., J. K. Wanyoko, S. M. Mahungu, and A. A. Shitandi. 2009. Catechins depletion patterns in relation to theaflavin and thearubigins formation. Food Chemistry. 115: 8–14.

Obanda, M., P. O. Owuor, and R. Mang'oka. 2001. Changes in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature. Food Chemistry. 75: 395–404.

Obanda, M., P. O. Owuor, R. Mang'oka, and M. M. Kavoi. 2004. Changes in thearubigin fractions and theaflavin levels due to variations in processing conditions and their influence on black tea liquor brightness and total colour. Food Chemistry 85: 163-173.

Owuor, P. O., and M. Obanda. 2001. Comparative responses in plain black tea quality parameters of different tea clones to fermentation temperature and duration. Food Chemistry. 72: 319-327.

Saravanan, M., K. M. M. John, R. R. Kumar, P. K. Pius, and R. Sasikumar. 2005. Genetic diversity of UPASI tea clones (Camellia sinensis (L.) O. Kuntze) on the basis of total catechins and their fractions. Phytochemistry. 66: 561–565.

Tufekci, M., and S. Guner. 1997. The determination of optimum fermentation time in tukish black tea manufacture. Food Chemistry. 60(1): 53-56.

Yao, L. H., Y. M. Jiang, N. Caffin, B. D'Arcy, N. Datta, X. Liu, R. Singanusong, and Y. Xu. 2006. Phenolic compounds in tea from Australian supermarkets. Food Chemistry. 96: 614–620.

The Role of Time and Temperature of Fermentation on Phenolic compounds that Effect on Taste and Color of Black Tea Drink in China Hybrid

A. Hatamzadeh and S. S. Shafyii-Masouleh*

Dept. of Horticultural Sciences, University of Guilan, Rasht- Iran.

*Corresponding author: shafyii@ guilan.ac.ir; shafyii@gmail.com

Abstract

The fermentation is important process to make the black tea. The green leaf of tea should be in fit temperature at appropriate time to achieve best taste and quality of drink. The different genotype need to special temperature at fit time. In this study, the effect of temperature of fermentation (20, 25 or 30 °C) at four times (30, 60, 90 or 120 min) was evaluated on the phenolic compounds and sensory parameters of drink in china hybrid tea. The results showed the best time for higher brightness of drink is 60 min, and best temperature to achieve brisk taste and suitable color, and control of thearubigin production, is 25 °C. Also, the interactions between time and temperature of fermentation were significant on the theaflavin production and astringent taste of drink. The best taste and higher brightness and theaflavin were achieved in 25 °C at 60 min.

Keywords: Black tea, Catechin, Fermentation, Theaflavin, Thearubigin.