عوامل مؤثر بر کیفیت چای در عملیات چایسازی

سید احمد تقی شکرگزار[۱*]، محسن سنجری[۲]

۱- پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

۲- سازمان چای کشور

*shokrgozar2008@gmail.com

بیان مساله

چای به عنوان نوشابه‌ای محرک به مقدار زیاد در سراسر دنیا مصرف می‌شود. این فرآورده از برگ‌های به دقت فرآوری و خشک شده گیاه چای (*Camellia sinensis*) حاصل می‌شود. تفاوت‌های موجود در انواع چای از نظر عطر، طعم و کیفیت تا حد زیادی وابسته به واکنش‌های پیچیده، هنگام چایسازی در برگها است. هر چند اعتقاد بر این است که تفاوت در عطر، طعم و کیفیت انواع چای سیاه، مرهون تفاوت در ارقام چای می‌باشد. اما بررسی‌ها نشان می‌دهند که فن و روش چایسازی تا حد زیادی در این امر مؤثر است. همچنین خصوصیات طبیعی و ژنتیکی ارقام چای نقش زیادی در کیفیت محصول نهایی دارند. اما بهره‌برداری از این خصوصیات نهفته در گیاه نیز در نهایت به کنترل و هدایت دقیق عملیات فرآوری برای هر رقم زراعی معین بستگی خواهد داشت.

چایسازی صحیح و اصولی سبب می‌شود تا از حداکثر خصوصیات مذکور استفاده نماییم؛ اما چایسازی غیر اصولی منجر به تولید محصولی با کیفیت پایین خواهد شد.

پس از برگ‌چینی چربیهای برگ دستخوش تغییرات مهمی شده و ترکیبات معطره فرار VFC[1] ایجاد می‌شوند واکنش‌های زنجیری از زمانی که برگها و غنچه از گیاه چیده شده شروع می‌شوند و در حین فرآیندهای چایسازی ادامه می‌یابند.

در سال ۱۹۵۴ بوکوچاوا و پوپوف گزارش کردند که افزودن اسیدهای آمینه به محلولی از فلاونول‌های تحت عمل اکسیداسیون موجب تشکیل ترکیبات معطر می‌شود. همچنین ویکرماسینگه و سواین (۱۹۶۴) نشان دادند که افزایش مقدار آلدهیدهای فرار با کاهش مقدار اسیدهای آمینه مربوط به آنها همراه است. با توجه به این نتایج، آنها پیشنهاد کردند که در مرحله تخمیر، اسیدهای آمینه در تشکیل ترکیبات شیمیایی مرتبط با کیفیت دخالت دارند. ضمناً مشخص شده که در مرحله تخمیر از میزان اسیدهای آمینه موجود در برگ و جوانه‌های پلاس شده تا حد زیادی کاسته می‌شود.

در مرحله تخمیر، پلی‌فنل‌های موجود در شیره سلولی برگ چای متحمل تغییرات شیمیایی می‌شوند که این تغییرات با پلاس شدن برگها و آمیختگی آنها با شیره گیاهی در عمل مالش آغاز می‌شود.

اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها در برابر هوا به کندی صورت می‌گیرد. مگر اینکه به وسیله فعالیت آنزیم‌های مناسب، نظیر پلی‌فنل‌اکسیداز با کاتکول اکسیداز تسریع گردد. در بافت‌های سالم و صدمه نخورده برگ این آنزیم‌ها در سلولهای روپوستی و یا دستجات آوندی وجود دارد. در مرحله تخمیر، اکسیژن، آنزیم و پلی‌فنل‌های چای با پاره شدن غشاء سلولی در مرحله مالش در کنار هم قرار می‌گیرند. در واقع عمل آنزیم‌های اکسیداز، اکسیداسیون مواد پلی‌فنلی به ارتوکینون می‌باشد. ارتوکینون نیز طی فرآیند دیمریزاسیون به فلاونول‌های اولیه تبدیل شده و سپس به سرعت به تئافلاوین زرد طلایی تبدیل می‌شود. واکنش اکسیداسیون دیگری که بدون دخالت آنزیم انجام می‌شود؛ باعث تبدیل ترکیب تئافلاوین به تئاروبیجین می‌شود. در تخمیر صحیح و اصولی، تعادل مناسبی بین مقدار تئافلاوین و تئاروبیجین برقرار می‌شود (ساندرسون، ۱۹۶۴).

ترکیبات معطره فرار در طی مرحله مالش در اثر فعالیت هیدرولیتیکی آنزیم‌های داخل سلول تشکیل می‌شود. مقدار ترکیبات مذکور (VFC) که عامل ایجاد عطر در برگهای پلاس شده هستند، اندک است. تشکیل این ترکیبات با

[1] Volatile flavour compound

تجزیه چربیها در مرحله پلاس آغاز و در مراحل مالش و تخمیر بر مقدارشان بطور موقت افزوده می‌شود.

هرگونه صدمه‌ای طی مرحله مالش به دیواره سلولی برگها موجب افزایش سرعت اکسیداسیون مواد پلی‌فنلی شده و این امر مانع تشکیل مواد معطره فرار و از بین رفتن محصول تشکیل شده اولیه می‌شود. با توجه به این مطلب معمولاً تخمیر را در دمای کم انجام می‌دهند. تا سرعت اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها کاهش یابد؛ در این صورت تشکیل مواد معطره فرار (VFC) به خوبی اتفاق می‌افتد.

مواد معطر موجود در چای سیاه

ترکیبات زیر معمولاً در ترکیبات معطره فرار چای وجود دارند :

ترانس – ۲ — هگزنال، سیس – ۳ — هگزنال، ترانس – ۲ – هگزنیل فورمئات، اکسید لینالول، لینالول، فنیل استالدهید، سیس – ۳ – هگزنیل کاپروات، متیل سالیسیلات، ژرانیول بنزیل الکل، ۲ فنیل اتانول، سیس جاسمون — بتایونون، نرولیدول، هگزانال نرمال.

ترکیبات لینالول و اکسیدهای آن ژرانیول، ۲ – فنیل اتانول، بنزیل الکل و متیل سالیسیلات از ترکیبات مهم آروماتیک هستند که عطر چای سیاه را ایجاد می‌کنند. طبق بررسی تاکئو (۱۹۸۱) براثر تجزیه هیدرولیتیکی ترکیبات غیر فرار موجود در جوانه‌های صدمه دیده الکل‌های مونوترپن نظیر لینالول و ژرانیول آزاد می‌شود. آزاد شدن الکل‌های مونوترپن در شرایط غیر هوازی بیشتر بوده و با هوادهی مناسب که باعث اکسیداسیون کاتچین‌های چای می‌شود؛ کمتر می‌شود.

اثر پلاسیده شدن برگ بر عطر و کیفیت چای

مقدار ترانس — ۲ – هگزنال، ژرانیول، بنزیل الکل و ۲ – فنیل اتانول در چای پلاس نشده بیشتر است. در حالی که مقدار لینالول، لینالول اکسید و متیل سالیسیلات در چای پلاس شده بیشتر است. الگوی آرومایی که مورد بررسی قرار گرفته، نشان می‌دهد؛ که مقدار لینالول و اکسید آن در مجموعه آرومای چای پلاس شده بیشتر است. مخصوصاً در چایی که خیلی شدید پلاس شده است و این امر دلیلی بر عطر بیشتر چایهای پلاس شده نسبت به چایهای پلاس نشده می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ترکیبات لینالول و اکسید آن همراه با متیل سالیسیلات نقش مهمی در ایجاد عطر و رایحه چای دارند. در حالی که ترانس – ۲ – هگزنال بوی علفی را در چایهای پلاس نشده ایجاد می‌کند.

غلظت زیاد ترکیبات تئافلاوین و تئاروبیجین در چای ساخته شده به روش بدون پلاس، دلیل رنگ روشن و درخشان و غلظت نوشابه حاصل می‌باشد. ایجاد نسبت بهینه این دو ترکیب در چای تا حد زیادی در مرحله پلاس امکان‌پذیر است. مقدار تئافلاوین در روش بدون پلاس سی‌تی‌سی، بیشتر است اما با افزایش شدت پلاس از میزان آن کاسته خواهد شد. در حالی که مقدار تئاروبیجین در روش مذکور کمتر است؛ اما با افزایش شدت پلاس، زیاد می‌شود. به هر حال تشکیل دو ترکیب تئافلاوین و تئاروبیجین در چایی که به شدت پلاس شده، محدود می‌شود. این امر با کاهش میزان رطوبت غنچه و برگها در مرحله پلاس مرتبط است. احتمالاً کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در شاخساره‌های پلاس شده، بر اکسیداسیون تئافلاوین اثر می‌گذارد.

اثر تخمیر بر کیفیت و عطر چای

ترکیبات معطره چای نیمه تخمیر از چای بدون تخمیر بیشتر است. اکسیدهای لینالول در روغنهای اساسی استخراج شده از برگهای تخمیر شده وجود دارند. در صورتی که در برگهای همگون پیش از برداشت اثری از آنها دیده نمی‌شود. مقایسه مواد معطره چای سیاه و نیمه تخمیری که از یک رقم معین ساخته شده، نشان می‌دهد که میزان ترانس – ۲– هگزنال، سیس – ۳ — هگزنال، ترانس – ۲ – هگزنیل فورمئات، الکلهای مونوترپن و متیل سالیسیلات در چای سیاه و میزان سیس فورانوئید، بتا–یونون، اورولدال، جاسمین لاکتون و متیل جاسمونات در چای نیمه تخمیر بیشتر است. معمولاً در روش ارتدکس پس از عمل مالش، مقدار زیادی ترکیبات معطر به وجود می‌آید. اما با شروع عمل تخمیر از میزان آنها کاسته می‌شود. وقتی سرعت واکنش اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها با رسیدن مرحله تخمیر به حد مناسب کاهش یابد، واکنش مواد معطره باقیمانده (در صورتی که تخمیر بیش از این زمان ادامه یابد) باعث افزایش مختصری در میزان ترکیبات معطره فرار خواهد شد. اکسیداسیون سریع پلی‌فنل‌ها، تشکیل ترکیبات معطر در برگهای چای را مختل می‌سازد. کاهش دما در مرحله تخمیر، باعث افزایش ایجاد ترکیبات معطره فرار خواهد شد. بنابراین، مدت و دمای مرحله تخمیر باید طوری تنظیم شود که چای معطری بدست آید.

اغلب، تصور می‌شود ترکیبات مؤثر در کیفیت چای از اکسیداسیون فلاونولها در مرحله تخمیر بدست می‌آیند. اما فلاونولها خودشان مستقیماً نقش زیادی در کیفیت چای ندارند.

با این توصیف، فعالیت حلقوی فلاونول‌ها با اضافه شدن دو مولکول فلاونول اکسید شده به هم متوقف شده دیمریزاسیون و ماده طلایی رنگ تئافلاوین تولید می‌شود. برخی بر این باورند که تئافلاوین از طریق اکسیداسیون و متراکم شدن با اسیدهای آمینه به ترکیب تئاروبیجین به رنگ قهوه‌ای تیره تبدیل می‌شود.

اثر دما

اکسیداسیون آنزیمی مرحله تخمیر در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به حداکثر سرعت خود می‌رسد. دمای کمتر یا بیشتر از این حد باعث کاهش فعالیت آنزیم‌ها می‌شود. ساختمان آنزیم‌ها در ۵۴ درجه سانتی گراد تخریب می‌شود. مقدار نسبی ترکیبات نهایی بستگی به دمای مرحله تخمیر دارد. تغییرات پیچیده این مرحله در دمای ۲۴ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد به بهترین صورت انجام خواهد شد. درجه حرارت ابتدایی برای خشک کردن چای باید به حدی باشد که ادامه روند تخمیر را متوقف سازد و گرنه این فرآیند به مدت طولانی با سرعت ادامه خواهد یافت. این اتفاق باعث ملایم شدن نوشابه، کاهش ماده جامد محلول و کاهش عطر چای خواهد شد. همچنین حدود ۱۰ درصد کاتچین‌های موجود در انتهای مرحله تخمیر، قابلیت انحلال پیدا کرده در نتیجه عطر چای از بین خواهد رفت.

اثر تفاوت فصل در عطر و کیفیت چای

افزایش یا کاهش عطر و رایحه چای در فصل‌های مختلف نتیجه یک رشته واکنش‌های آنزیمی است که سیستم‌های متابولیکی را قبل و بعد از برداشت برگ سبز کنترل می‌کنند. ترکیبات معطره فرار چای در فروردین زیادتر هستند.

به همین دلیل چای ساخته شده در این زمان معطر می‌باشد. زیاد بودن الکل مونوترپن در برگها طی این ماه، سبب تولید چای با کیفیت ممتاز می‌شود. این موضوع شاید به این علت باشد که دمای هوا در فروردین کم است. در نتیجه تخمیر با سرعتی متوسط صورت می‌گیرد و در نهایت یک سری واکنش که منجر به تشکیل ترکیبات معطر شده اتفاق می‌افتد. علاوه بر ژرانیول و بنزیل الکل، میزان اکسید لینالول (۲ – فورانوئید) نیز در دومین مرحله رویشی (چین دوم) بیشتر از مواقع دیگر است. در پاییز (اواخر شهریور و اوایل مهر) کاهش محسوسی در میزان ای – ۲– هگزنیل فورمئات، لینالول و متیل سالیسیلات و ژرانیول مشاهده می‌شود. نکته جالب توجه آن است که اکثر این ترکیبات در فصل پاییز که دما و رطوبت هوا به میزان قابل توجهی کاهش یافته افزایش پیدا می‌کنند. روند صعودی میزان غلظت ترکیبات معطره فرار احتمالاً در معطر شدن چای‌های فصل پاییز نقش دارد.

میزان ترکیبات ازته (نیتروژن کل) کافئین و پروتئین تحت تأثیر فصل خشک قرار نمی‌گیرند. در فصل خشک، مقدار مواد جامد محلول افزایش می‌یابد حال آنکه از میزان فیبر خام (سلولز) کاسته می‌شود. فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز نیز طی فصل خشک کاهش می‌یابد.

چای‌های ارتدکس و سی‌تی‌سی

غلظت مواد معطره در چای ارتدکس و سی‌تی‌سی متفاوت است. معمولاً عطر چای سی‌تی‌سی کمتر از چای ارتدکس است. آزاد شدن الکل مونوترپن در شرایط بی‌هوازی ایجاد عطر می‌نماید. میزان ترکیبات فرار مانند سیس–۳–هگزانال، لینالول و اکسیدهای آن، متیل سالیسیلات، در چای سی‌تی‌سی در مقایسه با چای ارتدکس کمتر می‌باشد شاید کم عطر بودن چای حاصل از روش سی‌تی‌سی به دلیل مقدار کمتر ترکیبات معطر خصوصاً لینالول و اکسیدهای آن همراه با متیل سالیسیلات باشد. میزان بیشتر تئافلاوین در چای سی‌تی‌سی نسبت به چای ارتدکس به فعالیت بیشتر آنزیم‌های اکسایشی کاهشی بر روی کاتچین‌ها بستگی دارد.

اثر کود

نتایج تحقیقات در شرق افریقا مشخص کرد که استفاده کود پتاسیمی جهت تقویت بوته چای پس از انجام هرس بسیار مفید است. اما ازت مهمترین ماده غذایی جهت افزایش عملکرد بوته‌ها می‌باشد. با افزایش کود ازت تا میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تئافلاوین کاهش و از آن پس افزایش می‌یابد در حالی که تحت همین شرایط از میزان تئاروبیجین و ترکیبات معطره قرار کاسته می‌شود.

اثر برگ‌چینی استاندارد

برگ‌چینی صحیح و استاندارد باعث می‌شود تا چای سیاه تولید شده از کافئین، فیبر خام (سلولز)، تئافلاوین و مواد جامد محلول در آب بیشتری برخوردار باشد.

همچنین، میزان خاکستر چایی که از دو برگ و یک غنچه ساخته می‌شود؛ در کمترین حد ممکن قرار دارد. میزان زیاد تئافلاوین در چای خشک حاصل از دو برگ و یک غنچه (حالت استاندارد برگ‌چینی) احتمالاً به این دلیل است که از مرحله غنچه تا رسیدن و کامل شدن برگ،

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز افزایش می‌یابد؛ در حالی که عکس این مطلب سبب تراکم کاتچین‌ها می‌گردد.

کافئین در چای

بیشترین مقدار کافئین موجود در شاخساره چای در جوانه انتهایی و برگ اول آن موجود است (حدود چهار تا پنج درصد) پس از آن در برگ دوم (سه درصد) و در ساقه یک و نیم درصد کافئین وجود دارد. بذر چای، فاقد کافئین است. این ماده در تغییرات چایسازی نقش چندانی ندارد؛ ولی در تشکیل کرم در سطح نوشابه چای بعد از خنک شدن نقش به سزایی دارد. این کرم مخلوطی از کافئین و تئافلاوین و تئارو بیجین است.

آنزیم‌ها و مواد حاصل از آن

دو آنزیم در فرآیند چایسازی نقش اساسی دارند: ۱) آنزیم پکتیناز ۲) آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

آنزیم پکتیناز، روی پکتین دیواره سلولی برگ چای اثر می‌گذارد و آن را به صورت محلول در می‌آورد. عمل این آنزیم در دمای ۴۸/۹ درجه سانتی گراد به بهترین نحو صورت می‌گیرد. احتمالاً این آنزیم عامل ایجاد نوعی پوشش ظاهری مناسب روی برگ در مراحل اولیه خشک کردن چای می‌باشد؛ که این پوشش به حفظ کیفیت چای کمک می‌کند.

آنزیم پلی‌فنل اکسیداز مهم‌ترین آنزیم در برگ چای محسوب می‌شود. این آنزیم نوعی آنزیم پروتئینی دارای عنصر مس است که به سریع‌ترین حالت ممکن روی کاتچین‌های برگ چای اثر می‌کند و آنها را به ارتوکینون مبدل می‌سازد. ارتوکینون نیز طی فرآیند دیمریزاسیون متراکم شده، باعث تشکیل بیس فلاونول می‌شود و این ماده نیز در اثر تراکم موجب تشکیل تئافلاوین زرد رنگ می‌شود. پس از آن فرآیند تحت تأثیر آنزیم نبوده و طی یک اکسیداسیون غیر آنزیمی تئافلاوین به تئاروبیجین تبدیل می‌شود که رنگ این ترکیب قرمز می‌باشد.

تشکر و قدردانی

در اینجا جا دارد نویسندگان از تمامی همکاران که در اجرای پروژه تحقیقاتی همکاری داشتند؛ تشکر و قدردانی نمایند.

پیام ترویجی

تفاوت در عطر، طعم و کیفیت انواع چای سیاه، تا حد زیادی مرهون فرآیند پیچیده چایسازی است. چایسازی صحیح و اصولی در کنار برگ‌چینی استاندارد در تولید چای با کیفیت مؤثر است.

فهرست منابع منتخب

Agarwal, B.(1989). Factors affecting quality of tea during processing. Srilanka journal of tea science.58(1)64-71

Willson.K.C. and M.N. Clifford (1992) TEA Cultivation to consumption .

Chapman & Hall