

وزارت جهاد كشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج كشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشكده چای

نشریه فنی

فرایند تولید چای سیاه

نگارندگان:

سیداحمد تقی شکرگزار و شیوا روفی گری حقیقت

شماره ثبت: ۵۲۱۹۱



وزارت جهاد كشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج كشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشكده چای

نشریه فنی

فرایند تولید چای سیاه

نگارندگان:

سیداحمد تقی شکرگزار و شیوا روفی‌گری حقیقت
کارشناس مسئول آزمایشگاه، عضو هیات علمی پژوهشكده چای

مخاطبان نشریه فنی: واحدهای تولید و بسته بندی چای، مروجین و کارشناسان
مراکز آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده چای، نشریه فنی

فرایند تولید چای سیاه

نگارندگان: سیداحمد تقی شکرگزار و شیوا روفی گری حقیقت

ناشر: موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده چای

سال نشر: ۱۳۹۶

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۵۲۱۹۱ مورخ: ۱۳۹۶/۰۵/۲۵

نشانی مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران،

خیابان یمن، پلاک ۱، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست مندرجات

۴	پیش گفتار
۴	مقدمه
۵	ترکیبات شیمیایی موجود در برگ سبز چای
۶	چای سیاه
۶	فرایند تولید چای سیاه
۶	برگ چینی
۸	پلاس (پژمرده سازی)
۹	مالش
۱۱	غربال
۱۲	اکسیداسیون
۱۵	خشک کردن
۱۶	درجه بندی و جداسازی
۱۷	بسته بندی
۱۸	فهرست منابع

پیش‌گفتار

چای به عنوان نوشیدنی مطلوب در برخی از کشورهای جهان تولید و در تعداد زیادی از کشورها مصرف می‌شود. یکی از عوامل موفقیت کشورهای تولیدکننده چای در بازار جهانی، حفظ کیفیت چای ساخته شده است. کیفیت چای به عوامل متعددی که مهم‌ترین آنها ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط آب و هوایی، عملیات کشاورزی، روش برگ‌چینی و چگونگی فرایند چای‌سازی می‌باشند، بستگی دارد. این عوامل با برهم‌کنشی که بر مقدار و نوع ترکیب‌های شیمیایی درون برگ دارند، کیفیت چای خشک تولید شده را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برخی از ترکیب‌های شیمیایی برگ برای ایجاد رنگ و بعضی در ایجاد عطر و طعم در دم کرده چای سیاه نقش دارند. شرایط آب و هوایی و عملیات خوب کشاورزی نیز در زیست‌ساخت پیش‌سازهای ترکیب‌های موثر در عطر، طعم و رنگ نوشابه چای نقش دارند.

مقدمه

از نظر اقتصادی و بهره‌وری، برگ و شاخساره تازه روییده و لطیف قسمت اصلی گیاه چای را تشکیل می‌دهد. روش‌های گوناگونی برای عمل‌آوری و فرآوری چای وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- ۱- روشی که در آن عمل اکسیداسیون روی ترکیبات برگ سبز چای به طور کامل انجام می‌گیرد. (تولید چای سیاه)
- ۲- روشی که در آن عمل اکسیداسیون روی ترکیبات برگ سبز چای انجام نمی‌گیرد. (تولید چای سبز و چای سفید)
- ۳- روشی که در آن عمل اکسیداسیون روی ترکیبات برگ سبز چای به‌طور ناقص انجام می‌گیرد. (تولید چای اولانگ)

بیش از دو سوم چای تولیدی جهان را چای سیاه تشکیل داده که این نوع چای در تمام دنیا مصرف می‌شود. چای سیاه به دو روش رسمی (ارتدکس) و غیر رسمی (غیر ارتدکس) تهیه می‌گردد (شکل ۱). در این نشریه به فرایند تولید چای سیاه در هر دو روش پرداخته می‌شود.



شکل ۱- چای سیاه ارتدکس و غیر ارتدکس

ترکیبات شیمیایی موجود در برگ سبز چای

برگ‌ها و شاخساره جوان چای از نظر بهره‌برداری و اقتصادی قسمت اصلی این گیاه را تشکیل می‌دهند، یک شاخساره‌ی نورسته‌ی گیاه چای (شکل ۲) به‌طور تقریبی دارای ۲۳ درصد ماده خشک و ۷۷ درصد آب می‌باشد که تقریباً نیمی از این مواد به‌صورت محلول در آب و نیمی دیگر به‌صورت غیرمحلول در آب هستند. پلی‌فنل‌ها، کافئین، اسیدهای آمینه و کربوهیدرات‌ها جزء ترکیبات محلول در آب و سلولز، پروتئین، چربی و برخی مواد معدنی از ترکیبات نامحلول در آب محسوب می‌گردند. در کنار این ترکیبات، برگ چای حاوی آنزیم‌های گوناگونی می‌باشد، که از مهم‌ترین آنها آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز است که نقش برجسته‌ای در تولید چای سیاه دارد.



شکل ۲- شاخساره نورسته چای

چای سیاه

چای سیاه، فرآورده‌ای است که تنها از جوانه‌ها، برگ‌ها و ساقه‌های لطیف و جوان رقم‌هایی از درختچه چای با نام علمی *Camellia sinensis* (L)O.kuntze که مناسب برای تولید چای سیاه می‌باشد با بهره‌گیری از شیوه‌های پذیرفته‌شده چای‌سازی که پایه آن بر انجام فرایند پلاس، مالش، اکسیداسیون و خشک کردن است، بدست می‌آید.

فرایند تولید چای سیاه

فرایند تبدیل برگ سبز چای به چای سیاه، شامل مراحل برگ‌چینی، پلاس (پژمرده سازی)، مالش، غربال (الک کردن)، اکسیداسیون آنزیمی، خشک کردن، درجه‌بندی و جداسازی، بسته بندی می‌باشد.

برگ‌چینی

مناسب‌ترین قسمت یک شاخساره جوان چای برای چای‌سازی غنچه‌ی برگ‌ی و برگ اول و دوم است، چون مقدار ترکیبات شیمیایی که سبب به‌وجود آمدن ویژگی‌های کیفی در چای خشک می‌گردند در این قسمت‌ها بیشتر است، که

این امر سبب تولید چای با کیفیت ممتاز از این قسمت می‌شود. برگ چینی به صورت دستی (شکل ۳) یا ماشینی (شکل ۴) صورت می‌گیرد.



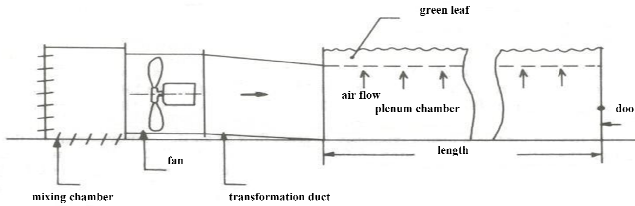
شکل ۳- برگ چینی دستی



شکل ۴- برگ چینی ماشینی

پلاس (پژمرده سازی)

منظور از پلاس کردن برگ سبز چای، تبخیر مقداری از آب موجود در بافت‌های برگ و آماده نمودن آن برای اجرای عملیات بعدی چای‌سازی است. برای آن که برگ‌های چای به‌خوبی لول و تابدار شوند، آنها را پلاسیده می‌کنند. اگر برگ تازه چیده شده بلافاصله دچار چای‌سازی شود به‌علت وجود آب درون سلولی، برگ حالت شکنندگی و تردی داشته و به محض وارد آمدن کوچکترین فشار شکسته شده و به جای لول شدن، خرد می‌شود، بنابراین لازم است بخشی از آب به نحوی از سلول‌های برگ خارج شود تا بتوان عمل مالش را روی برگ انجام داد. مهم‌ترین رخداد در مرحله پلاس، کاهش رطوبت برگ سبز و افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی است که به مخلوط شدن اجزاء درون سلولی کمک می‌کند و در نتیجه بازده واکنش‌هایی که در مرحله مالش و اکسیداسیون رخ می‌دهد را زیاد می‌کند. در این مرحله واکنش‌های بیوشیمیایی بسیار پیچیده‌ای نظیر افزایش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز، تجزیه پروتئین‌های برگ به اسیدهای آمینه، تجزیه کلروفیل، افزایش مقدار کافئین، تغییر غلظت اسیدهای آلی و غیره رخ می‌دهد که نقش مهمی در کیفیت نهایی چای سیاه دارد. در روش پلاس مصنوعی از دستگاه تراف استفاده می‌شود (شکل ۵). در این روش برگ‌های سبز چای به میزان ۲۳ تا ۲۷ کیلوگرم در هر متر مربع روی سطح دستگاهی به‌نام تراف و به ضخامت حدود ۲۰ سانتی‌متر گسترده می‌شود و جریان هوا به درون توده برگ دمیده می‌شود تا برگ پلاسیده شود. دمای هوای مورد استفاده در این روش نباید بیشتر از ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد.



شکل ۵- نمایشی از برش طولی دستگاه ترف

مالش

هدف از مالش دادن برگ سبز پلاس شده، متلاشی کردن سلول‌های برگ و آزاد نمودن مواد درون آنها است. بدین ترتیب شیره سلولی که حاوی پلی‌فنل‌ها می‌باشد با آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز مخلوط شده و این دو در مجاورت اکسیژن هوا، اکسید شده و تغییرات شیمیایی لازم را برای تولید رنگ، عطر و طعم و در نتیجه کیفیت چای به وجود می‌آورند. ضمناً در نتیجه این عمل برگ حالت پیچیدگی و لول شدن پیدا می‌کند. تغییرات شیمیایی که در مرحله پلاس آغاز شده بود در طی مرحله مالش با سرعت بیشتر ادامه پیدا می‌نماید. تغییرات حاصله در عمل مالش شامل افزایش گرما و نرم و خیس شدن برگ با شیره سلولی (Maceration) است. متلاشی کردن ساختمان سلول برگ هدف اصلی مالش است و به روش‌های مختلف امکان‌پذیر است. در روش ارتدکس این عمل به وسیله دستگاه مالش صورت می‌گیرد که از قسمت پایه، استوانه و سینی و کلاهک فشار تشکیل یافته است (شکل ۶). گردش دستگاه مالش ممکن است بین ۴۰ تا ۷۵ دور در دقیقه باشد و گردش ۵۵ دور در دقیقه گردش مناسبی است. هنگام مالش برگ، باید آن را به‌طور متناوب به وسیله کلاهک فشار، تحت فشار قرار داد که هم پیچیدگی برگ بهتر صورت گیرد و هم دما بالا نرود.

بهترین دما برای اتاق مالش ۲۸-۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ تا ۹۰ درصد است که به وسیله دستگاه مه‌پاش و دماسنج باید این شرایط را کنترل کرد. اما در روش غیر ارتدکس به‌جای دستگاه‌های مالش برگ سبز، از دستگاه‌هایی به‌نام روتروان، بی‌ال‌سی، ال‌تی‌پی، لگ‌کاتر و سی‌تی‌سی (شکل ۷) استفاده می‌نمایند. این دستگاه‌ها از نظر ساختمان با یکدیگر تفاوت داشته ولی از نظر عملی که روی بافت‌های برگ انجام می‌دهند، تقریباً یکسان عمل می‌کنند. این دستگاه‌ها فشار لازم را جهت پاره نمودن دیواره واکونلی برگ وارد آورده و سبب بیرون آمدن شیره سلولی و آمیختن آن با آنزیم‌های موجود در برگ شده و شروع اکسیداسیون را موجب می‌گردند.



شکل ۶- دستگاه مالش ارتدکس



شکل ۷- دستگاه سی تی سی

غربال

هدف اصلی از غربال برگ مالش خورده، تهویه برگ و خنک کردن آن، شکستن کلوخ‌های برگ مالش خورده و درجه‌بندی ذرات ریز و درشت پس از هر دور مالش است. برگ مالش خورده باید به اندازه مناسب در دستگاه غربال ریخته شود تا به سهولت و به‌طور یکنواخت از روی غربال عبور نماید (شکل ۸).

انواع چای حاصل از غربال شامل موارد زیر می‌باشد:

- ۱- چای مالش ۱: چای زیر غربالی حاصل از دور اول و دوم مالش را چای مالش یک می‌نامند که پس از خشک شدن با هم مخلوط می‌گردد.
- ۲- چای مالش ۲: چای مالش دو شامل کلیه چای‌های زیر غربالی حاصل از دور سوم و چهارم مالش است که پس از خشک شدن با هم مخلوط می‌گردد.
- ۳- چای مالش ۳: چای مالش سه حاصل از رو غربالی برگ‌های چهار بار مالش خورده است.

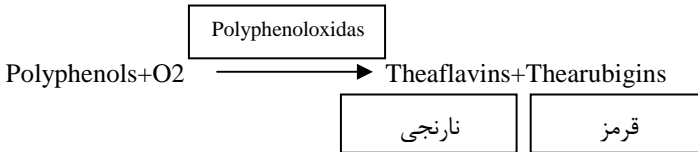


شکل ۸- دستگاه غربال

اکسیداسیون

پس از آن که سلول‌های برگ پاره و خرد شدند، مرحله اکسیداسیون برگ آغاز می‌شود. زمان لازم برای انجام این عمل بسیار متغیر و به کیفیت و روش خرد کردن، میزان درجه حرارت برگ بستگی دارد. نخستین تغییر شیمیایی که در مرحله اکسیداسیون صورت می‌گیرد اکسیداسیون دو یا چند ماده پلی‌فنلی از گروه کاتچین‌ها است. در نتیجه پاره شدن دیواره سلولی، کاتچین‌ها در مجاورت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز قرار گرفته و با گرفتن اکسیژن هوا اکسید می‌شوند و ترکیباتی به نام ارتوکینون تشکیل می‌گردد. پس از تشکیل این مواد عمل آنزیم متوقف شده و تغییراتی که پس از این رخ می‌دهد ماهیت غیر آنزیمی دارد و طبق قوانین واکنش‌های شیمیایی، سرعت آن با افزایش دما به‌طور مداوم بالا می‌رود. ارتوکینون‌ها، به سرعت متراکم شده و به صورت بیس‌فلاونول‌ها و سپس تیافلاونین‌ها که ترکیباتی نارنجی رنگ هستند درمی‌آیند. تیافلاونین‌ها در

روشنی و شفافیت رنگ و تندی نوشابه چای اهمیت زیادی دارند. این مواد سپس متراکم شده و به موادی موسوم به تیاروبیجین‌ها که به رنگ قرمز هستند تبدیل می‌شوند (شکل ۹). چنین تغییراتی با تندی، مایه‌داری و رنگ نوشابه چای، ارتباط دارد.



شکل ۹- واکنش اکسیداسیون آنزیمی

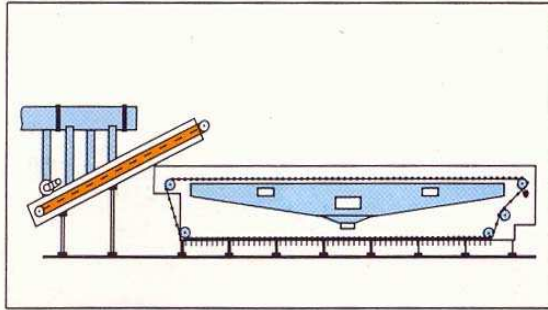
نکات مهم در اکسیداسیون چای:

- ۱- زمان لازم برای این مرحله متغیر بوده و بسته به نوع برگ و شدت خردشدن برگ (کیفیت و شدت پلاس و مالش) بین ۲ تا ۴ ساعت به طول می‌انجامد (این مدت زمان از شروع مرحله‌ی مالش آغاز می‌گردد زیرا هم‌زمان با مالش برگ و خرد شدن برگ، اکسیداسیون آغاز می‌شود).
 - ۲- تغییر رنگ برگ مالش خورده از سبز به مسی و استشمام عطر مخصوص، نشانه‌ی کامل شدن مرحله‌ی اکسیداسیون است.
 - ۳- در خواص نوشابه‌ای چای، چهار ویژگی تندی، کیفیت، مایه‌دار بودن و رنگ چای تحت تاثیر دما و مدت زمان اکسیداسیون قرار دارد.
- برای انجام عمل اکسیداسیون ممکن است برگ مالش خورده را روی سطح پوشش داده شده با رزین‌های مخصوص اتاق تخمیر پهن کنند (شکل ۱۰). در برخی نقاط از سینی‌های آلومینیومی که در قفسه‌هایی جاگذاری شده‌اند نیز برای این عمل استفاده می‌شود. در استفاده از سطوح سیمانی و آلومینیومی برای تخمیر چون برگ جهت اکسیداسیون نیاز به اکسیژن دارد، لذا نباید ضخامت

برگ‌های پهن‌شده زیاد باشد تا اکسیژن به آسانی به قسمت‌های پایین هم برسد. ضخامت برگ پهن‌شده از ۳ تا ۱۰ سانتی‌متر متفاوت است. در روش چای‌سازی غیرارتدکس، چون سلول‌های برگ شدیدتر تخریب می‌شوند، مواد بیشتری در معرض واکنش اکسیداسیون قرار گرفته، در نتیجه احتیاج به اکسیژن بیشتری نسبت به روش چای‌سازی ارتدکس است. در روش سی‌تی‌سی سیستم‌های مختلفی برای انجام عمل تخمیر (اکسیداسیون) وجود دارد. امروزه از سیستم‌های جدید مانند ماشین‌های تخمیر پیوسته استفاده می‌گردد (شکل ۱۱).



شکل ۱۰- سالن تخمیر (اکسیداسیون)



شکل ۱۱- ماشین تخمیر پیوسته

خشک کردن

خشک کردن، فرایندی حرارتی است که سبب پایان بخشیدن به کلیه واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی مراحل چای‌سازی و کاهش تدریجی رطوبت برای پایداری خصوصیات کیفی چای می‌شود. رطوبت موجود در برگ چای پس از مرحله اکسیداسیون، توسط عمل خشک کردن، کاهش یافته و به حدود ۳ تا ۴ درصد می‌رسد، بدین ترتیب چای تبدیل به فرآورده‌ای می‌شود که به مدت زیادی قابل نگهداری است. این عمل در روش ارتدکس در دستگاه خشک کن رفته‌ای اتفاق می‌افتد (شکل ۱۲). اما دستگاه مناسب برای خشک کردن چای CTC دستگاه‌های خشک با بستر شناور (Fluid Bed Drier) است. در این سیستم، برگ تخمیر شده در یک بستر سیال از هوای گرم، خشک می‌شود. این شیوه نه تنها یک نوع خشک کردن سریع و یکنواخت را موجب می‌شود بلکه فشار هوا نیز برگ در حال خشک شدن را در امتداد تونل به پیش می‌راند و نیاز به یک سینی متحرک را مرتفع می‌سازد.



شکل ۱۲- دستگاه خشک کن رفه‌ای

درجه بندی و جداسازی

درجه‌بندی و جداسازی فرآیند مهمی در چای‌سازی است و با توجه به روش و شیوه‌ای که به کار برده می‌شود می‌تواند اثر مهمی در قیمت یک چای در بازار داشته باشد. تفکیک ذرات چای به شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون که مورد تقاضای بازار نیز باشد مستلزم عملیات متعددی است. از آنجایی که این عملیات ثابت و منظم نیست لذا برای آن نمی‌توان هیچ‌گونه ضوابط استاندارد وضع نمود. به‌طور کلی اهداف مربوط به طبقه‌بندی چای عبارتست از:

الف- جداسازی ذرات چای تولیدی به اشکال و اندازه‌های مختلف مطابق با تقاضای بازار (تجاری)

ب- کاهش اندازه ذرات بیش از حد بزرگ به درجات قابل پسند

ج- تمیز کردن چای جهت عرضه مقبول‌تر

عملیات مذکور توسط ماشین‌های خاصی صورت می‌گیرد (شکل ۱۳). این ماشین‌ها، چای استحصالی را بر اساس ریزی و درشتی از همدیگر جدا کرده و با

توجه به نوع غربال‌های بکار رفته، ارقام مختلف چای بدست می‌آید. معمولاً در این عمل، چای به چهار دسته قلم، شکسته، باروتی و خاک تقسیم می‌شود که هر کدام نیز شامل چند درجه می‌باشد.



شکل ۱۳- دستگاه‌های درجه بندی

بسته‌بندی

در این مرحله، چای فراوری شده به صورت بسته‌های با وزن زیاد (فله) و کم، بسته‌بندی می‌شود. در این مرحله علاوه بر رعایت ضوابط فنی و بهداشتی در واحدهای تولید و بسته‌بندی مواد غذایی، برای بسته‌بندی چای در تمامی وزن‌ها، رعایت نکات زیر ضروری است:

۱- جنس مواد بسته‌بندی باید از نوع مخصوص مواد غذایی، نو و غیر بازیافتی، غیر قابل نفوذ به هوا و حداقل دولایه باشد. همچنین چاپ روی بسته‌بندی باید دارای ثبات کافی و مناسب مصرف و مطابق ضوابط چاپ روی بسته‌بندی‌های مواد غذایی باشد.

۲- برچسب‌گذاری محصول باید مطابق با مفاد ماده ۱۱ قانون مواد خوراکی، آشامیدنی، آرایشی و بهداشتی و آخرین مقررات و دستورالعمل‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و سازمان ملی استاندارد ایران بوده و از درج مطالب غیر واقعی و یا فریبنده خودداری گردد.

۳- کلیه مواد بسته‌بندی شامل مواد پلیمری، کاغذ، مقوا و قوطی فلزی باید دارای ویژگی‌هایی مطابق با آخرین استانداردهای ملی ایران برای نوع ماده مصرفی باشد.

فهرست منابع

- ۱- سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۹۳). چای سیاه- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. شماره ۶۲۳.
- ۲- معزی، غلامرضا. (۱۳۸۸). بیوشیمی و تکنولوژی فرآوری چای از آغاز تا کنون. جلد ۲. انتشارات علمی آبریان. ۳۵۰ ص.
- ۳- هیات مولفین. (۱۳۸۷). اصول فنی، بهداشتی و نظام مدیریت ایمنی فرآوری و بسته بندی چای. انتشارات معاونت غذا و دارو، ۱۷۵ص.

- 4- Keegel, E. L. (1983). Tea manufacture in Ceylon. The Tea Research Institute of Ceylon. 179 p.
- 5- Willson, K.C., M.N.Clifford (1992). Tea Cultivation to consumption. Chapman & Hall. 769 p.

**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Horticultural Sciences Research Institute
Tea Research Center**

Black Tea Processing

**Sayed Ahmad Taghi Shokrgozar
Shiva Roofigari Haghightat**

.....

**Horticultural Sciences Research Institute
Tea Research Center
2017**