

بررسی وضعیت و عوامل مؤثر بر کاهش ضایعات چای

مریم السادات متولی جلالی*، شیوا روفیگری حقیقت و سید احمد تقی شکرگزار
پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

* mmjalali87@gmail.com

بیان مسئله

چای یکی از قدیمی‌ترین نوشیدنی‌ها است و پس از آب، پرمصرف‌ترین و مهم‌ترین نوشیدنی‌های مطبوع برای رفع خستگی و تشنگی در بیشتر کشورهای جهان و از جمله ایران است. بیش از ۳۰ کشور چای خیز جهان، مبادرت به تولید چای سیاه می‌کنند که سهم ایران در این تولید جهانی، کمتر از یک درصد است. چای‌کاری از جمله مشاغل اقتصادی در بخش کشاورزی است. اهمیت کشت و صنعت چای در مناطق شمالی کشور که جزء مناطق چای‌کاری کشور محسوب می‌شود بسیار زیاد است. تا آنجا که باغ‌های چای و کارخانه‌های چای‌سازی، جزو اصلی‌ترین منابع درآمدی این مناطق محسوب می‌شوند (حسن‌پور اصیل، ۱۳۷۷). بر اساس گزارش سازمان چای کشور در ایران سالانه حدود ۲۵ تا ۳۰ هزار تن چای سیاه تولید می‌شود. در عمل‌آوری تولید چای سیاه حدود ۱۰ درصد ضایعات چای، حاصل می‌شود که با استفاده از دستگاه‌های سورتینگ چای خشک در آخرین مرحله تولید و قبل از بسته‌بندی از چای جدا می‌گردد که در بازارهای جهانی قیمت چندانی ندارد. در صنایع فرآوری چای ضایعات به موادی اطلاق می‌شود که وجود آن در چای خشک موجب نقصان روئیت، کاهش کیفیت و پایین آمدن ارزش اقتصادی چای در بازارهای جهانی می‌گردد. ضایعات چای از ساقه‌های قرمز رنگ چوبی بین برگ‌های غیراستاندارد و الیاف یا رگبرگ‌های سبک مویی شکل (پو و دمار) و برگ‌های خشکیده و پره‌های باز ایجاد شده در مراحل تولید تشکیل می‌گردد. در کشاورزی؛ تولید محصول تنها نیمی از وظایف این بخش را شامل می‌گردد و نیم دیگر عملیات بعد از برداشت (درجه‌بندی، بسته‌بندی، حمل‌ونقل و توزیع) خواهد بود و این به معنای اهمیت نقش فناوری‌های پس از برداشت در کاهش ضایعات کشاورزی است. ضایعات به‌جز تلفات محصولات کشاورزی، موجب وارد آوردن زیان‌های زیست‌محیطی و به دنبال آن اقتصادی نیز خواهد شد (فرهادی، ۱۳۸۸).

وضعیت چای و فرآوری آن در ایران

سطح زیر کشت چای در ایران، حدود ۲۸ هزار هکتار در دو استان گیلان و مازندران است. قریب به ۶۰ هزار خانوار کشاورز، در این منطقه به چای‌کاری مشغول هستند. چای یکی از محصولات اساسی و استراتژیک کشور است و کشت آن تنها در مناطق دارای آب‌وهوای خزری امکان‌پذیر است (مهدی زاده، ۱۳۹۸).

چای به‌عنوان یکی از محصولات مهم بخش کشاورزی، دارای حجمی از ضایعات در مراحل زراعی و فرآوری است که بررسی علل تولید ضایعات و تلاش جهت کاهش یا بازیافت آن‌ها، می‌تواند به‌عنوان مسأله مهم مورد توجه قرار گیرند. کاهش ضایعات این محصول می‌تواند نقش بسزایی در افزایش بهره‌وری صنعت چای ایفا نماید. مراحل فرآوری چای شامل پلاس، مالش، تخمیر، خشک، و درجه‌بندی است. ضایعات متداول چای ساقه، پو و دمار است.

اصطلاحات و تعاریف ضایعات چای

ساقه: بخشی از تولید که رنگ مشکلی ندارد و چوبی است و به علت برگ چینی غیراستاندارد در چای خشک، ایجاد می‌شود و با دستگاه ساقه گیر (فایبرومات)، از آن جدا می‌شود.

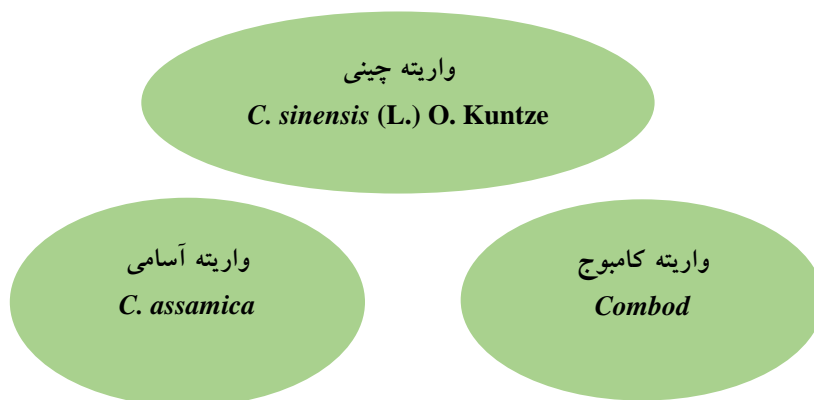
پو: رگبرگ‌ها و کرک‌های پشت برگ‌های لطیف چای است که در هنگام مالش آن از برگ جدا می‌شود و در پی دمیدن هوای گرم برای خشک کردن به بیرون از دستگاه خشک‌کن پرتاب می‌شود. پو جزء مواد زائد چای است، که باید از چای خشک جدا شود.

دمار: رگبرگ‌های چوبی شده (خشبی) برگ‌های چای است که هنگام مالش به علت خرد شدن برگ از آن، جدا می‌شود (شکل ۱) (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲).



شکل ۱- ساقه، یو و دمار (به ترتیب راست به چپ)

- عوامل مؤثر بر کیفیت چای و کاهش ضایعات آن
۱. عوامل بیولوژیکی
 - عوامل ژنتیکی:
- بوته‌های چای به سه نژاد عمده تقسیم می‌شوند (شکل ۲). بوته‌های موجود در شمال ایران از نوع هیبریدهای چینی هستند که با آب‌وهوای این منطقه سازگاری پیدا نموده‌اند.



شکل ۲- انواع وارسته‌های چای

۲. عوامل اقلیمی
 - عوامل جغرافیایی (نظیر پستی و بلندی) در ارتفاعات معمولاً چای کیفیت مطلوب‌تری دارد.
 - شرایط آب و هوایی (وزش باد، خشکی هوا، برودت در پایان دوره برداشت، ساعات تابش خورشید، میزان بارندگی و رطوبت نسبی هوا) (معزی، ۱۳۸۸).
 - ارقام چای در نقاط گرم و مرطوب دارای رشد و محصول بیشتر اما کیفیت پایین‌تری هستند و برعکس، در نقاط معتدل هرچند محصول کمتر می‌شود ولی مرغوبیت محصول افزایش می‌یابد.
۳. نقش مدیریتی و عملیات کشاورزی
 - حاصلخیزی خاک از طریق استفاده از کودهای آلی و شیمیایی
 - مبارزه مستمر با آفات و امراض گیاه چای
 - جوان و فعال نگاه‌داشتن گیاه با اجرای هرس‌های صحیح و اصولی
 - گسترش سطح برگ‌چینی و افزایش تراکم شاخساره‌های محصول دهنده
 - استفاده از وارسته اصلاح‌شده سازگار با شرایط اقلیمی منطقه و از همه مهم‌تر پیروی از اصول علمی برگ‌چینی

که متضمن سلامت و تداوم بهره‌وری گیاهی است (معزی، ۱۳۸۸).

۴. عملیات برداشت برگ سبز چای

• روش برداشت برگ

• برداشت استاندارد برگ

• شدت و دفعات برگ چینی

کاهش کیفیت چای خشک تا میزان ۵۰ درصد به کیفیت برگ سبز ارتباط دارد و علت افت کیفیت برگ سبز تا میزان ۳۰٪ به خاطر برداشت نادرست است (لیانگ، ۲۰۰۳). محصول قابل‌عرضه چای، حاصل عمل‌آوری شاخساره‌های لطیفی است که بسته به سرعت رشدشان در فواصل زمانی متفاوت برداشت می‌شوند. به روش برداشت شاخساره‌های چای، اصطلاحاً برگ چینی گفته می‌شود (گروه مؤلفین، ۱۳۸۷).

روش‌های برگ چینی شامل روش دستی و ماشینی است. در روش دستی برگ‌ها و شاخساره موردنظر به صورت انتخابی با دست برداشت می‌شود (شکل ۳) و در روش ماشینی برداشت برگ‌ها بیشتر به صورت غیرانتخابی یا انتخابی جزئی است. در این روش از انواع قیچی و یا ماشین‌های برگ چینی استفاده می‌شود (شکل ۴). هر چه تعداد برگ‌های مسن بیشتر چیده شوند، شاخساره لطافت و تردی خود را بیشتر از دست خواهد داد (چاندرا و همکاران، ۲۰۰۷). این امر نه تنها موجب افزایش میزان ضایعات در تولید چای خشک می‌گردد بلکه تعداد دفعات برگ چینی به دلیل طولانی شدن زمان ترمیم شاخساره و جوانه‌زنی مجدد، کاهش خواهد یافت و بهره‌وری باغ در دوره بهره‌برداری دچار نقصان می‌گردد.

مهم‌ترین عامل افزایش ضایعات تولید چای برداشت نادرست شاخساره است. برداشت غیر استاندارد علاوه بر کاهش کیفیت چای تولید شده، بر کاهش عملکرد بوته چای نیز تاثیر می‌گذارد. همچنین موجب اتلاف انرژی و کاهش بهره‌وری در واحد تولید چای خشک می‌گردد.



شکل ۳- برداشت شاخساره‌های چای به صورت دستی انتخابی



شکل ۴- برداشت شاخساره‌های چای با قیچی و ماشین (به ترتیب راست به چپ)

۵. مرحله پس از برداشت

• بارگیری برگ سبز برداشت‌شده

متراکم نمودن برگ‌ها به دو دلیل کیفیت چای تولیدی را کاهش می‌دهد:

۱. افزایش دمای برگ سبز

۲. آسیب فیزیکی برگ سبز

برگ‌های چای سریع پس از برداشت شروع به تخمیر و پژمرده شدن می‌کنند. اگر این واکنش‌ها در یک روش کنترل نشده ادامه یابد، کیفیت برگ کاهش خواهد یافت و میزان ضایعات تولید افزایش پیدا می‌کند. متراکم نمودن برگ در سبد یا کیسه باعث تنش‌های حرارتی و اصطکاک بین برگ‌ها می‌شود (شکل ۵). انرژی که در اثر تنفس برگ ایجاد می‌شود، موجب بالا رفتن دما در برگ سبز انباشته‌شده در کیسه یا سبد می‌شود بنابراین اگر برگ‌های چیده شده به‌صورت فشرده در کیسه‌ها نگهداری شوند به‌علت تراکم و فضای کم حرارت تا حدود ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد بالا

می‌رود. حرارت بالا به برگ آسیب می‌رساند، به‌طوری‌که در هر چهار ساعت دو درصد رطوبت برگ‌ها کاهش می‌یابد. از طرفی آسیب سلول در بافت برگ منجر به آغاز اکسیداسیون آنزیمی پلی‌فنل‌ها می‌شود. اگر اکسیداسیون چای از حد معمولی (سه ساعت) بیشتر شود، باعث از بین رفتن مرغوبیت و کیفیت چای به‌طور کامل می‌شود (گروه مؤلفین، ۱۳۸۷). دقت در بارگیری مانع آسیب فیزیکی برگ سبز می‌شود. خراشیدگی یا ضربه‌دیدگی برگ سبب می‌شود واکنش اکسیداسیون زودتر از موعد انجام شود. افزایش دمای برگ سبز موجب قرمز شدن رنگ آن می‌شود. افزایش درصد قرمزی برگ اثر نامطلوبی بر کیفیت چای می‌گذارد. اگر دما بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد باشد، قرمز شدن به‌سرعت انجام می‌شود، در زمان نگهداری طولانی‌مدت ممکن است تا ۶۰ درصد برگ‌ها قرمز شوند (روفی‌گری حقیقت و متولی جلالی، ۱۳۸۶).



شکل ۵- بارگیری برگ سبز

• **حمل‌ونقل برگ‌های برداشت‌شده**

حمل برگ برای تحویل آن به کارخانه باید به نحوی صورت گیرد که برگ‌ها حالت تازه و لطیف خود را حفظ کرده و جریان هوا همواره در بین برگ‌ها وجود داشته باشد. در حمل‌ونقل برگ سبز وارد آمدن هرگونه فشار، ضربه، گرما

موجب کاهش کیفیت برگ سبز می‌گردد (شکل ۶). فاصله زمانی میان برگ چینی و حمل آن به کارخانه، باید تا حد امکان کوتاه باشد. از قرار دادن برگ‌ها در معرض مستقیم آفتاب به دلیل کاهش کیفیت، خودداری گردد. جنس تجهیزات حمل‌ونقل باید از موادی باشد که به‌راحتی تمیز شوند (گروه مؤلفین، ۱۳۸۷).



شکل ۶- حمل و نقل نادرست برگ سبز

مواد درون شاخساره‌ی برگ سبز، کیفیت چای خشک را رقم می‌زند که پس از برداشت از بوته دستخوش تغییراتی از جمله تنفس و اکسیداسیون می‌گردد. هر چه میزان تنش و آسیب‌های فیزیکی به برگ بیشتر شود میزان ترکیبات کیفی به شدت کاهش یافته و به مقدار ترکیبات نامطلوب افزوده می‌گردد و منجر به افزایش درصد ضایعات برگ سبز قبل از وارد شدن به مرحله فرآوری می‌شود.

۶. فرآوری چای

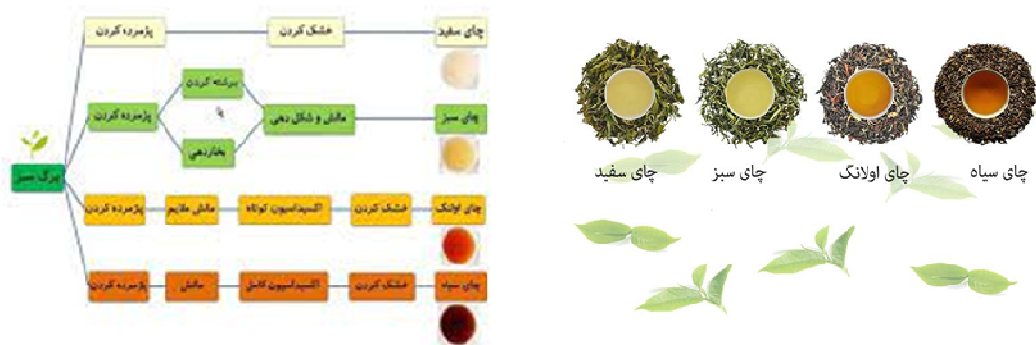
اهمیت مرحله فرآوری چای به خاطر نقش مهمی است که در ایجاد کیفیت نهایی چای سیاه بر عهده دارد. فرآوری برگ‌های چای پس از برداشت آن‌ها از باغ آغاز می‌شود. روش‌های گوناگونی برای عمل‌آوری و فرآوری چای وجود دارد که انواع چای، بر اساس نوع فرآوری خود، قابل‌تمایز هستند و بر همین اساس طبقه‌بندی می‌شوند (شکل ۷).

متداول‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

۱. روشی که در آن عمل اکسیداسیون روی ترکیبات برگ سبز چای به‌طور کامل انجام می‌گیرد (تولید چای سیاه).

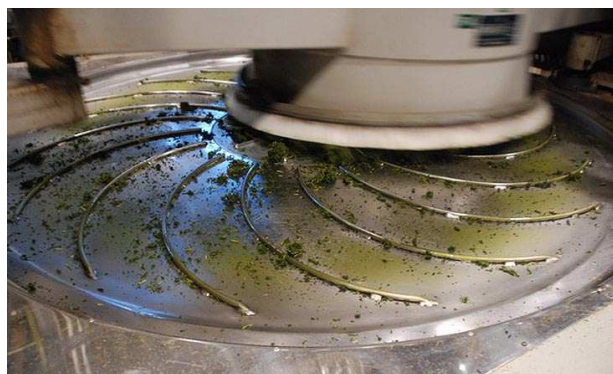
۲. روشی که در آن عمل اکسیداسیون روی ترکیبات برگ سبز چای انجام نمی‌گیرد (تولید چای سبز و چای سفید).

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 می‌دهد. این نوع چای در تمام ممالک جهان مصرف می‌شود. چای سیاه را به دو روش رسمی (ارتدکس) و غیررسمی (سی‌تی‌سی) تهیه می‌کنند. در ایران مصرف چای سی‌تی‌سی نسبت به چای ارتدکس کمتر است و بیشتر در تهیه چای کیسه‌ای به کار می‌رود. در تولید چای سیاه به روش رسمی (ارتدکس) مراحل پلاس، مالش، غربال، تخمیر، خشک و درجه‌بندی انجام می‌گیرد. در ادامه تأثیر هر یک از مراحل تولید چای در افزایش ضایعات چای‌سازی شرح داده شده است.



شکل ۷- انواع چای و روش های فرآوری آن

این عمل برگ حالت پیچیدگی و لول شدن نیز پیدا می کند (شکل ۹). بارگیری بیش از حد دستگاه مالش، فشار بیش از اندازه و طولانی شدن مدت زمان این فرایند موجب افزایش دما و وقوع واکنش هایی می شود که منجر به کاهش کیفیت و افزایش ضایعات تولید می گردد. همچنین وضعیت آج سینی مالش در تولید چای مرغوب نقش مهمی دارد. هدف اصلی از غربال کردن برگ مالش خورده، تهویه برگ و خنک کردن آن، شکستن کلوخ های برگ مالش خورده و درجه بندی ذرات ریزودرشت پس از هر دور مالش است. نامناسب بودن توری غربال و عملکرد نادرست آن موجب هدر رفت چای مرغوب می گردد (صلواتیان و مجد سلیمی، ۱۳۹۶).



شکل ۹- دستگاه مالش

مرحله پلاس

منظور از پلاسانیدن برگ سبز، کاهش رطوبت در بافت های برگ، افزایش نفوذپذیری سلولی و آماده نمودن آن برای بازده واکنش های عملیات مالش و اکسیداسیون است. در صنعت چای سازی به عمل پلاسانیدن برگ، دقت و توجه ویژه ای می شود. زیرا تمام عملیات چای سازی به صورتی که باشد بستگی به این مرحله دارد (شکل ۸). در بین عملیات فرآوری شدت و ضعف پلاس شدن برگ ها در افزایش ضایعات مؤثر است هرگاه جوانه ها غنچه و دو برگ و سه برگ در مرحله پلاس شدن بیشتر و یا کمتر از اندازه معین رطوبت خود را از دست بدهند در مرحله مالش دادن به جای تابیدن به تکه های کوچک و سبک وزن موسوم به پره تبدیل می شوند که به علت سبک بودن در مرحله طبقه بندی چای لشگری و یا وزش باد دستگاه خشک کن در اطراف دستگاه پراکنده می گردند.

مرحله مالش

در این مرحله تغییرات شیمیایی لازم برای تولید رنگ، عطر و طعم و در نتیجه کیفیت چای به وجود می آید. در این عملیات، برگ حالت پیچیدگی و لول شدن پیدا می کند. هدف از مالش دادن برگ سبز پلاس شده، متلاشی کردن سلول های برگ و آزاد نمودن مواد محتوای آن ها است. به این ترتیب تغییرات شیمیایی لازم برای تولید رنگ، عطر و طعم و در نتیجه کیفیت چای به وجود می آید. در نتیجه

بارگیری دستگاه مالش بیش از ظرفیت دستگاه، وارد آوردن فشار بیش از حد به توده برگ و طولانی شدن مدت زمان مالش موجب بالا رفتن دمای برگ در این مرحله و افزایش ضایعات تولید می گردد. همچنین عملکرد نادرست غربال موجب هدر رفت چای مرغوب می گردد.

(

مرحله غربال

هدف اصلی از غربال کردن 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. نامناسب بودن توری غربال و عملکرد نادرست آن موجب هدر رفت چای مرغوب می‌گردد (صلواتیان و مجد سلیمی، ۱۳۹۶).

مرحله خشک

خشک‌کردن، فرایند حرارتی است که سبب پایان بخشیدن به کلیه واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی و کاهش تدریجی رطوبت چای برای پایداری خصوصیات کیفی چای می‌گردد. رطوبت موجود در برگ اکسیدشده توسط عمل خشک‌کردن، کاهش یافته و به حدود ۳ تا ۴ درصد می‌رسد. بدین ترتیب چای تبدیل به کالایی می‌شود که قابل نگهداری است. دما و زمان عبور برگ از دستگاه خشک‌کن از عوامل مؤثر بر کیفیت چای و کاهش ضایعات چای‌سازی است. دمای بالا و زمان کوتاه موجب سوختگی سطحی برگ شده و عدم یکنواختی در خشک شدن ذرات برگ را به دنبال خواهد داشت و این امر موجب کاهش کیفیت چای و افزایش ضایعات در زمان نگهداری محصول در انبار می‌گردد. دمای کم و زمان طولانی موجب ایجاد طعم پختگی در چای شده و از مرغوبیت محصول نهایی می‌کاهد. از عوامل مؤثر بر کیفیت چای در مرحله خشک می‌توان به دما و حجم هوای ورودی، ضخامت توده برگ وارد شده و زمان عبور برگ از دستگاه خشک‌کن اشاره کرد (صلواتیان، ۱۳۹۳).

مرحله تخمیر (اکسیداسیون)

پس از آنکه سلول‌های برگ پاره و خرد شدند، مرحله اکسیداسیون برگ آغاز می‌شود. زمان لازم برای انجام این عمل بسیار متغیر بوده و به کیفیت و روش خرد کردن و میزان درجه حرارت برگ بستگی دارد. واکنش‌های شیمیایی در این مرحله موجب تندی، مایه‌داری و رنگ نوشیدنی چای، می‌گردد. بالا بودن دما، عدم تهویه کافی اتاق تخمیر، ضخامت برگ در حال اکسید شدن در کیفیت چای خشک بسیار تأثیرگذار است. استفاده از دستگاه مه‌پاش جهت تأمین رطوبت نسبی بیشتر از ۸۵ درصد برای سالن تخمیر ضروری است (شکل ۱۰). دمای اتاق تخمیر نباید از ۳۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز نماید (مؤلفین، ۱۳۸۷).



شکل ۱۰- اتاق تخمیر

افزایش دمای برگ در مرحله اکسیداسیون در اثر بالا بودن دمای اتاق و عدم تهویه کافی، حجم زیاد توده برگ در سطح اتاق تخمیر و افزایش مدت زمان اکسیداسیون موجب نقصان کیفیت چای و افزایش ضایعات تولید می‌گردد.

بالا بردن سرعت خشک کردن چای با افزایش دما یا افزایش سرعت نقاله باعث سوختگی سطحی برگ و افزایش ضایعات تولید می‌گردد. از طرفی کاهش سرعت خشک کردن با کم کردن دما و یا افزایش زمان با ایجاد طعم پختگی در چای از مرغوبیت محصول نهایی می‌کاهد.

مرحله درجه‌بندی و جداسازی

ضایعات ناشی از برگ چینی ماشینی است که از دهه ۶۰ قبل از تربیت بوته‌های چای و آماده شدن اسکلت آن‌ها به خاطر کاهش هزینه برداشت محصول در بسیاری از مزارع چای شمال رایج گردید این در حالی است که برگ چینی به خاطر ظرافت و حساسیت گیاه در بسیاری از کشورها همچنان با دست انجام می‌شود. به طوری که ملاحظه می‌شود با دقت در برگ چینی، حمل و نقل و عملیات تولید می‌توان مقدار ضایعات را به کمتر از یک سوم تقلیل داد (معزی، ۱۳۸۸).

مدیریت ضایعات چای

تفکیک، جمع‌آوری و بازیافتی چای از ضایعات واقعی مستلزم برنامه‌ریزی و اعمال نظارت از سوی کارشناسی مدیر تولید است در این زمینه رعایت نکات فنی، ایمنی و کاربردی زیر ضروری است:

۱- قابلیت اشتعال و آتش‌سوزی ضایعات چای بسیار زیاد است و در اثر کوچک‌ترین جرقه، اتصال سیم برق، ته سیگار نیمه افروخته مشتعل می‌شود بدین لحاظ ضایعات روزانه باید توزین و پس از ثبت وزن آن در دفتر عملیات تولید در انباری خارج از انبار تمرکز چای و محوطه کارخانه نگهداری گردد.

۲- هر روز در پایان کار ماشین چای خشک‌کنی و ماشین‌آلات طبقه‌بندی و درجه‌بندی باید کاملاً تمیز و ضایعات پراکنده شده در اطراف ماشین‌ها جمع‌آوری گردد.

۳- برای جلوگیری از استفاده‌های غیرمجاز باید در داخل هر یک از کیسه‌های حاوی ضایعات مقدار محلول آب آهک ریخته شود تا از خریدوفروش آن در بازار مصرف چای جلوگیری شود و از آن برای استفاده از کافئین استفاده گردد. از طرفی افزودن شیر آهک به ضایعات استخراج کافئین را آسان‌تر و خالص‌تر می‌نماید (معزی، ۱۳۸۸).

راهکارها و پیشنهادها

میزان ضایعات چای بسته به نوع برگ چینی و روش تولید فرق می‌کند. در کشورهای عمده چای خیز مقدار آن در پایان عملیات درجه‌بندی ارقام مختلف حداکثر ۱/۵ تا ۳

درجه‌بندی و جداسازی فرآیند مهمی در چای‌سازی است. تفکیک ذرات چای در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون که مورد تقاضای بازار نیز باشد مستلزم عملیات متعددی است. جداسازی ذرات و اجزایی از برگ که به‌عنوان ضایعات محسوب می‌شوند در این مرحله انجام می‌شود (شکل ۱۱). کارکرد نادرست هر یک از تجهیزات موجب باقی‌مانده ساقه و ذرات سبک و پره‌های ضخیم در چای شده و از ارزش چای کاسته می‌گردد. همچنین می‌تواند مقادیری از چای را همراه با ضایعات خارج نموده و عملکرد تولید را کاهش دهد (صلواتیان، ۱۳۹۳).

میزان مجاز ضایعات عملیات فرآوری

هرگاه در فرآوری چای سیاه یا چای سبز از مواد خام لطیف، و مرغوب و استاندارد استفاده شود و از طرفی مراحل تبدیل برگ سبز به چای خشک با رعایت کامل اصول صحیح و فناوری و با استفاده از تجهیزات لازم و سالم و کارشناسی ورزیده، مطلع و دارای تجارب علمی و عملی استفاده گردد، میزان ضایعات واقعی از ۱ تا ۳ درصد تجاوز نخواهد کرد. در این صورت ضایعات متشکل از ساقه‌ها، الیاف و فیبر حاصل از رگبرگ‌ها و الیاف سلولزی خواهد بود. ضایعات نهایی بیش از ۳ درصد مبین عدم مرغوبیت مواد خام و معایب کار تولید محسوب می‌شود. متأسفانه میزان ضایعات چای در کارخانه‌ها چای‌سازی ایران رقمی بین ۹ تا ۱۳ درصد را تشکیل می‌دهد نوع ضایعات چای ایران از لحاظ ظاهر و مواد متشکله با دیگر کشورها تفاوت بسیار دارد این نوع ضایعات از برگ‌های چای آسیب‌دیده، فشرده، خشکیده، برگ‌های خشبی، ساقه و شاخه‌های چوبی، فیبر، پو و دمار و ریخت‌وپاش مواد خام تشکیل گردیده است قسمت اعظم ضایعات در دوره هجوم برگ در فصل بهار در اثر عدم تناسب مواد خام عرضه‌شده و تجهیزات کارخانه و نقص عملیات فرآوری ایجاد می‌شود. به‌طورکلی می‌توان گفت حجم ضایعات تولیدی در کارخانه‌های چای‌سازی ایران بین سه تا چهار برابر حد مجاز است. بخش عمده‌ای از این

(کاسکان و آيسان، ۲۰۰۲). حذف رنگدانه‌های آنیونی در محلول‌های آبی توسط ضایعات چای امکان‌پذیر است (آيسان، ۲۰۱۶). حذف آلاینده‌های محلول در آب توسط حذف‌کننده‌های زیستی ضایعات چای امکان‌پذیر است (چاربانی، ۲۰۱۵). ضایعات چای در تولید سوخت سنتزی کاربرد دارد (اوزان، ۲۰۱۰). ضایعات کارخانجات چای‌سازی به‌عنوان یک ماده رنگزای طبیعی برای رنگرزی پارچه‌های پشمی به‌عنوان تثبیت‌کننده رنگ‌ها کاربرد دارد (شمس ناتری و جعفری، ۱۳۸۶).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به فعالیت کارخانه‌های چای‌سازی در دو استان گیلان و مازندران هر ساله شاهد انباشته شدن مقادیر زیادی ضایعات از پس‌مانده‌های کارخانه‌های فعال در تولید چای خشک می‌باشیم که به‌صورت غیرقابل‌مصرف باقی می‌مانند یا دور ریخته می‌شوند این در حالی است که ضایعات چای همچون چای سیاه دارای ترکیبات باارزشی است که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در صنایع مختلف استفاده می‌گردد و با بهره‌وری مناسب می‌توان علاوه بر تأمین نیاز داخلی و ایجاد اشتغال، در هزینه‌های ذخیره‌سازی نیز صرفه‌جویی و از آلودگی زیست‌محیطی جلوگیری به عمل آورد.

درصد بالغ می‌گردد. پس‌مانده‌های حاصل عملیات چای‌سازی حداقل حاوی ۱/۵ تا ۲ درصد کافئین و دارای مقادیری پلی‌فنل، رنگدانه‌ها، فلوراید، پروتئین و سلولز است. مواد موجود در ضایعات چای می‌تواند کاربردهایی در صنایع دارویی، غذایی و کشاورزی داشته باشد.

یکی از ترکیبات مهم ضایعات چای کافئین است که در صنایع دارویی کاربرد دارد (ویکراماسینگه، ۱۹۷۴). ضایعات چای و چای‌های پست حاوی مقادیر قابل‌توجهی از ترکیبات پلی‌فنلی می‌باشند که در استخراج رنگ خوراکی کاربرد دارد (فایدا و استیاسی، ۲۰۰۹). پلی‌فنل‌ها به‌عنوان منبع طبیعی آنتی‌اکسیدان برای افزایش عمر مصرف روغن‌های گیاهی کاربرد دارد (فرهوش، ۲۰۰۵). پروتئین موجود در ضایعات چای به‌صورت یک ماده افزودنی سودمند به غذای حیوانات و ماکیان قابل‌استفاده است (کوندو ۲۰۰۴). از آنتی‌اکسیدان در صنایع غذایی و در محیط کشت برای حفظ و نگهداری سلول از جهش ژنی در برابر نور استفاده می‌شود (لیاکوینگ، ۲۰۰۷). فلئوئور موجود در ضایعات چای در صنایع دارویی و بهداشتی کاربرد دارد (معزی، ۱۳۸۸). از ضایعات چای برای تهیه مصالح ساختمانی، مالچ و کمپوست استفاده می‌شود (ویکراماسینگه، ۱۹۷۴). ضایعات چای برای پرورش قارچ به‌جای پیت (یک ماده کمیاب و گران‌قیمت) مناسب است



شکل ۱۱- درجه‌بندی چای

خارج نمودن ضایعات از چای به کارکرد درست دستگاه‌های جداسازی وابسته است و عملکرد نادرست آن موجب کاهش ارزش چای تولید شده می‌شود.

فهرست منابع منتخب

- حسن‌پور اصیل، م. ۱۳۷۷. چای‌کاری و فن‌آوری چای. انتشارات دانشگاه گیلان.
- روفی‌گری حقیقت، ش.، متولی جلالی، م. ۱۳۸۶. اثر برداشت و حمل‌ونقل برگ سبز چای بر کیفیت چای. ماهنامه سنبله، سال بیستم، شماره ۱۷۱-۱۷۰.
- شمس ناتری، ع.، جعفری، ا. ۱۳۸۶. رنگرزی پشم با چای به‌عنوان رنگزای طبیعی. نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، ۲۶ (۲): ۲۹-۳۳.
- گروه مؤلفین. ۱۳۸۷. اصول فنی، بهداشتی و نظام مدیریت ایمنی فراوری و بسته‌بندی چای. انتشارات معاونت غذا و دارو. فرهادی، م. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد سیستم نوین مدیریت مواد زائد خطرناک. دومین کنفرانس بین‌المللی سلامت، ایمنی و محیط‌زیست. صفحه ۱۴-۱.
- معزی، غ. ۱۳۸۸. چای در گذر زمان، بیوشیمی و تکنولوژی فراوری چای از آغاز تاکنون، انتشارات علمی آذربان، تهران
- صلواتیان، س. ب. ۱۳۹۳. عارضه‌یابی کارخانه‌های چای‌سازی و ارائه راه‌کارهای اجرایی و فنی به‌منظور کاهش ضایعات و استانداردسازی در صنعت چای. گزارش پروژه پژوهشی سازمان صنایع کوچک.
- صلواتیان، س. ب.، مجدسلیمی، ک. ۱۳۹۶. دستورالعمل کاربرد دستگاه مالش و غربال در فرایند تولید چای سیاه. نشریه فنی. پژوهشکده چای. موسسه تحقیقات علوم باغبانی.
- مهدی‌زاده، م. ۱۳۹۸. اطلاعات تولید و تجارت چای. سازمان چای کشور.
- Ayas, N., & Esen, T. 2016. Hydrogen production from tea waste. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(19), 8067-8072.
- Chandra Mouli, M. R., Onsando, J. M. and Corley, R. H. V. 2007. Intensity of harvesting in tea. *Expl Agriculture*, 43: 41-50