



تولید سرکه از خرماي استعمران ضايعاتي

ليلا بهبهاني*

پژوهشگر بخش تحقيقات فني و مهندسي کشاورزي، مرکز تحقيقات و آموزش کشاورزي و منابع طبيعي استان خوزستان، سازمان تحقيقات، آموزش و ترويج کشاورزي، اهواز، ايران

چکیده

خرما یکی از محصولات مهم کشاورزی در کشور است. همه ساله مقدار قابل توجهی از این محصول به دلایل گوناگون از جمله، کمبود صنایع تبدیلی ضایع شده و از بین می‌رود. خرماي استعمران یکی از مهم‌ترین ارقام خرماي صادراتی در استان خوزستان است. در حدود ۳۰ درصد از این خرما در کشور مستقیماً جذب بازار مصرف نمی‌شود و در مراحل مختلف تولید و فرآوری محصول به ضایعات تبدیل می‌شود. تولید سرکه یکی از روش‌های مناسب برای استفاده از خرماهای ضایعاتی و درجه ۲ و ۳ است که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: تخمیر استیکی، تخمیر الکلی، خرماي استعمران، سرکه، ضایعات، فرآوری



بیان مسئله

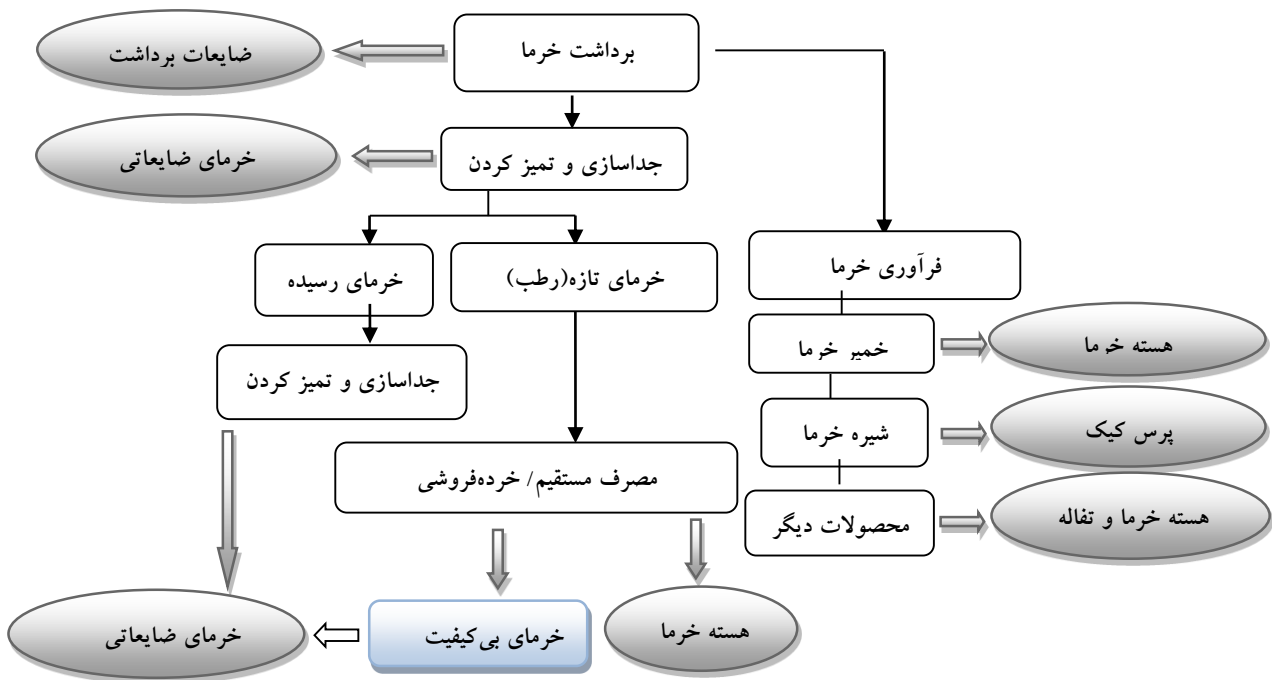
خرما یک محصول تجاری مهم در خاورمیانه است. بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی در سال ۲۰۲۰ میلادی، سطح زیرکشت خرما در دنیا، ۱،۲۳۵،۶۰۱ هکتار و تولید جهانی آن ۹،۴۵۴،۲۱۳ تن بوده است. در این میان سهم ایران با ۲۲۷،۰۰۰ هکتار سطح بارور، حدود ۱،۳۰۰،۰۰۰ تن برآورد شده است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰). در حدود ۴۰۰ رقم خرما در ایران گزارش شده که از لحاظ اندازه و شکل، رنگ، خشکی و میزان شهد با هم تفاوت دارند. از ارقام مهم خرما در ایران می‌توان به استعمران، مضافتی، کبکاب، شاهانی، زاهدی، ربی، خضراوی، برحی، حلاوی، خاصی، آل‌مهتری، خنیزی و مرداسنگ اشاره کرد. خرمای معروف استان خوزستان، استعمران (سعمران و یا سایر) است که ۸۰ درصد کل تولید استان را دارا است. خرمای استعمران یکی از مهم‌ترین ارقام صادراتی استان خوزستان است. در حدود ۳۰ درصد از این خرما در کشور مستقیماً جذب بازار مصرف نمی‌شود و جزء ضایعات یا خرماهای درجه ۲ و ۳ است (شکل ۱). در سال‌های اخیر، توجه زیادی به فرآوری محصول خرما شده است. دلیل این امر، امکان استفاده از خرماهای با کیفیت پایین برای تولید فرآورده‌های باارزش از خرما است. استفاده از خرماهای درجه ۲ و ۳ و نیز ضایعاتی در تولید فرآورده‌های باارزش نظیر سرکه، یکی از راه‌های کاهش ضایعات این محصول و ایجاد درآمد و اشتغال است.

به‌طور کلی، فرآورده‌های خرما به دو دسته تخمیری و غیر تخمیری تقسیم می‌شوند. سرکه از فرآورده‌های تخمیری خرما است. تهیه سرکه از خرما در دو مرحله تخمیر (الکلی و استیکی) صورت می‌گیرد. در مرحله تخمیر الکلی، مواد قندی موجود در میوه خرما به الکل تبدیل می‌شوند که یک واکنش تخمیری بی‌هوازی است. این مرحله از تخمیر توسط مخمرها (نوعی قارچ تخمیرکننده) مانند ساکارومایسس سرویسیا^۱ و ساکارومایسس الیپسویدوس^۲ انجام می‌گیرد. علاوه بر قند که منبع اصلی تغذیه مخمر است (منبع کربن)، مخمر برای رشد به ازت و فاکتورهای کمکی مانند مواد معدنی و ویتامین نیز نیاز دارد. این مواد غالباً در خرما به‌طور طبیعی یافت می‌شوند. در صورت کمبود این مواد، با افزودن مقادیر کمی املاح آمونیوم (مانند فسفات آمونیوم یا اوره) می‌توان آن را جبران کرد. در مرحله تخمیر الکلی، محصول اصلی الکل است. البته یک سری محصولات فرعی از جمله گلیسرول، الکل‌های سنگین آمیل و بوتیل الکل و سوکسینیک اسید نیز به مقدار ناچیز تولید می‌شوند. در مرحله تخمیر استیکی، الکل، تحت شرایط هوازی توسط باکتری‌های استوباکتر به استیک اسید (سرکه) تبدیل می‌شود. این باکتری‌ها، هوازی هستند و با گرفتن اکسیژن هوا سبب تبدیل الکل به سرکه می‌شوند.

¹*Saccharomyces cerevisiae*

²*Saccharomyces ellipsoideus*

تولید سرکه از خرماى استعمران ضایعاتی / لیلا بهبهانی



شکل ۱- ضایعات خرما در مراحل مختلف برداشت، فرآوری و بازاریابی

معرفی دستورالعمل

تولید سرکه از خرماى استعمران در مقیاس کوچک به روش بهینه سنتی
مرحله تخمیر الکلی (بی‌هوازی)

ابتدا هسته و کلاهِک خرما (رقم استعمران درجه ۲ و ۳) (شکل ۲) جداسازی شده و سپس شست‌وشو صورت می‌گیرد. در مرحله بعد، خرما به نسبت ۱ به ۴ با آب مخلوط و به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شده (شکل ۳) و سپس با مخلوط‌کن کاملاً له می‌گردد (شکل ۴).



شکل ۲- خرماى استعمران درجه ۲ و ۳



شکل ۳- مخلوط کردن خرماي استعمران با آب به نسبت ۱ به ۴ و خيساندن به مدت ۴۸ ساعت



شکل ۴- له کردن خرماي استعمران خيسانده شده

خرماي له شده با استفاده از تنظيم يا آبکش، صاف مي شود (شکل ۵). عصاره حاصله را در دماي ۸۵ درجه سلسيوس به مدت يك دقيقه حرارت داده تا مخمرهاي نامعلوم موجود در محلول از بين بروند (شکل ۶).



(ب)



(الف)

شکل ۵- عصاره گيري خرما با آبکش (الف) و تفاله حاصله (ب)

تولید سرکه از خرماى استعمارن ضایعاتی / لیلا بهبهانی



شکل ۶- حرارت دادن عصاره خرما در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت یک دقیقه

پس از سرد شدن عصاره، به ازاء هر لیتر عصاره حاصله، یک میلی لیتر محلول ۳ درصد مخمر نانوائی اضافه می شود (شکل ۷). عصاره خرما در ظرف پلاستیکی مناسب (شکل ۸) ریخته شده و به مدت ۷-۱۰ روز در دمای ۲۵-۲۸ درجه سلسیوس نگهداری می شود.



(ب)

(الف)

شکل ۷- تهیه محلول ۳ درصد مخمر نانوائی (الف) و اضافه کردن آن به عصاره خرما (ب)



شکل ۸- ظرف مناسب برای تخمیر الکلی عصاره خرما در مقیاس کوچک



این مرحله در واقع مرحله تخمیر بی‌هوازی است که قند خرما در اثر فعالیت مخمرها به الکل تبدیل می‌شود. الکل (اتانول)، ماده اصلی تولید استیک اسید یا سرکه است. بعد از گذشت زمان مذکور و عدم مشاهده کف (گاز کربن دی‌اکسید) در سطح عصاره تخمیری هنگام باز کردن درب ظرف، مرحله تخمیر الکلی پایان یافته است. البته با باز کردن درب ظرف، بوی الکل نیز استشمام می‌شود. میزان الکل را می‌توان پس از تقطیر محلول، با استفاده از دستگاه الکل‌سنج، اندازه‌گیری کرد (شکل ۹).



شکل ۹- الکل‌سنج و نحوه اندازه‌گیری الکل با آن

مرحله تخمیر استیکی (هوازی)

پس از طی تخمیر غیرهوازی، محلول الکلی در بشکه پلاستیکی ریخته می‌شود (شکل ۱۰). به ازاء هر لیتر محلول الکلی، ۱۰ میلی‌لیتر سرکه مادر خرما (سرکه‌ای که به روش سنتی تهیه شده و دارای اسیدیته ۸ و درجه الکلی ۲ است) به آن اضافه می‌شود. سپس دهانه بشکه پلاستیکی با نظیف یا پارچه توری بسته و با درب نیمه‌باز در دمای ۳۰-۳۲ درجه سلسیوس به مدت ۳ هفته نگهداری می‌شود. طی این مدت، هر ۵ روز یکبار محلول را با استفاده از قاشق چوبی یا پلاستیکی هم‌زده تا هوادهی صورت گیرد. این مرحله، برای تکمیل فرآیند تولید سرکه ضروری است. زیرا میکروارگانیسم‌های استوباکتر، هوازی هستند و حضور اکسیژن موجب تولید سرکه مطلوب از الکل می‌شود. معمولاً بعد از سه هفته، بوی ویژه‌ای که بیانگر تولید سرکه (اسیدیته ۰/۶-۰/۵ گرم در صد میلی‌لیتر) است به مشام می‌رسد. همچنین، ته‌نشین شدن باقیمانده گوشت میوه در محلول و ایجاد دو فاز مشخص، یکی دیگر از نشانه‌های پایان مرحله دوم تخمیر (تخمیر استیکی) و تولید سرکه است. بعد از این مرحله، سرکه باید مدتی بماند تا به اصطلاح برسد و تولید عطر و طعم خوشایندی کند. در این مرحله، استیک اسید با باقیمانده ناچیز الکل (اسیدیته ۸ و درجه الکلی ۲) موجود در سرکه واکنش داده و تولید اتیل استات می‌کند که موجب تولید عطر و طعم

تولید سرکه از خرماي استعمران ضايعاتى / ليلا بهبهانى

خوشايندى مى شود. در پايان، محلول را با استفاده از تنظيم ريز صاف کرده و سرکه جداسازى مى شود. سپس مرحله زلال و شفاف کردن سرکه است.



شکل ۱۰- بشکه پلاستيکى مناسب براى تخمير استيکى

هدف از شفاف کردن سرکه، حذف سريع موادى مانند باقىمانده مخمرها و باکترىها و عناصر نامحلول (صمغها، مواد پکتيکى و کلويدي که به کندی ته نشين مى شوند) و همچنين افزايش زمان نگهدارى سرکه است. در صنعت براى تهيه سرکه زلال و بدون مواد معلق، از روش هاى سريع تصفيه (سانتريفوژ، مواد کمک فیلتراسيون مانند پرليت) استفاده مى شود. در توليد سرکه در مقايس کوچک، اضافه کردن نمک طعام به ميزان ۲-۳ گرم در هر ليتر، نقش مؤثرى در زلال کردن، شفافيت و عمل آورى سرکه دارد. على رغم اسيدى بودن سرکه، در صورتى که عمليات پاستوريزاسيون روى آن انجام نگیرد، زمان نگهدارى آن کم خواهد شد. در اين شرايط، آنزيم هاى که به طور طبيعى در سرکه وجود دارند، موجب تغيير رنگ و بدطعم شدن سرکه مى شوند. براى پاستوريزه کردن سرکه از دماى ۶۵-۶۰ درجه سلسيوس به مدت ۳۰ دقيقه استفاده مى شود. سرکه توليدى در ظروف شيشه اى يا پلاستيکى بسته بندى و بلافاصله در بندى مى شود (شکل ۱۱).

توصيه ترويجى (جمع بندى)

يکى از راهکارها براى استفاده از خرماهاى ضايعاتى و درجه ۲ و ۳، تبديل آنها به سرکه است. با اتخاذ روش معرفى شده در اين مقاله، ضمن کوتاه شدن زمان فرآيند تبديل و بهبود روش سنتى، ضريب اطمينان تبديل خرما به سرکه افزايش مى يابد (توليد ۴-۳ كيلو سرکه به ازاء هر كيلو خرماى درجه ۲ و ۳). همچنين، زمان لازم براى تهيه سرکه سنتى از ۴۰ روز به ۲۷ روز کاهش داده مى شود. دامنه کاربرد اين دستورالعمل براى نخل داران و صاحبان کارگاه هاى بسته بندى خرما (تمامى ارقام خرما) است. براى



به‌کارگیری این دستورالعمل ضروری است تا آموزش لازم به تولیدکنندگان و صاحبان کارگاه‌های بسته‌بندی این محصول داده شود تا جهت جلوگیری از هدررفت ضایعات، محصولی سالم و با کیفیت مطلوب را به صاحبان صنایع تبدیلی عرضه نمایند.



شکل ۱۱- ظروف مناسب برای بسته‌بندی سرکه خرما

فهرست منابع

- ۱- احمدی، ک. ح. عبادزاده، ف.، حاتمی، ش.، محمدنیا افروزی، ر.، عباس طالقانی، ش.، یاری و م.، کلانتری،، ۱۴۰۰، *آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹*. جلد سوم: محصولات باغبانی. تهران: وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- ۲- بهبهانی، ل. ۱۳۷۹، تعیین بهترین شرایط تولید سرکه از خرماي درجه ۳ و ۴، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۷۹/۴۲۶