«پژوهشگر گرامی»

صفحاتی راکه مشاهده می فرمائید، گزیده ای محدود از یک سند پژوهشی طولانی است که شامل :

- صفحه روی جلد
- چکیده فارسی و انگلیسی
- صفحه اول مقدمه
- منابع
- فهرست مطالب
- پیشنهادات

برای مشاهده فرمت دیجیتالی پایان نامه ها / رساله ها می توانید به آدرس ذیل مراجعه کنید:

http://lib.uok.ac.ir:8080

در صورت به وجود آمدن هرگونه مشکل و پرسش در زمینه دسترسی، تهیه و استفاده از منابع الکترونیکی و دیجیتال به بخش پایان نامه ها و منابع دیجیتال کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد مراجعه نموده و تماس بگیرید!

شماره تماس ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۶

دانشگاه کردستان
دانشکده کشاورزی
گروه علوم و مهندسی باغبانی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی باغبانی گرایش درختان میوه

عنوان:

اثر تیمار ملاتونین بر ماندگاری میوه تازه و کاربرد خشک کن خورشیدی و گرمایش اهمی بر کیفیت میوه تیمار شده توت سفید (*Morus alba* L.)

پژوهشگر
ثریا کاکایی

استاد راهنما
محمود کوشش صبا

اساتید مشاور
دکتر حسین درویشی
دکتر سیروان منصوری

شهریور ۱۴۰۱

دانشگاه کردستان

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی باغبانی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی باغبانی گرایش درختان میوه

عنوان:

اثر تیمار ملاتونین بر ماندگاری میوه تازه و کاربرد خشک کن خورشیدی و گرمایش اهمی بر کیفیت میوه تیمار شده توت سفید (*Morus alba* L.)

پژوهشگر

ثریا کاکایی

استاد راهنما

محمود کوشش صبا

اساتید مشاور

دکتر حسین درویشی

دکتر سیروان منصوری

شهریور ۱۴۰۱

دانشگاه کردستان

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی باغبانی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم و مهندسی باغبانی

گرایش درختان میوه

عنوان:

اثر تیمار ملاتونین بر ماندگاری میوه تازه و کاربرد خشک کن خورشیدی و گرمایش اهمی بر کیفیت میوه تیمار شده توت سفید (*Morus alba* L.)

پژوهشگر

ثریا کاکایی

در تاریخ ۳۰/ ۰۶/ ۱۴۰۱ توسط کمیته تخصصی و هیأت داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با درجه **عالی** به تصویب رسید.

هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱ـ استاد راهنما	دکتر محمود کوشش صبا	دانشیار	
۲ـ استاد مشاور	دکتر حسین درویشی	دانشیار	
۳ـ استاد مشاور	دکتر سیروان منصوری	دکتری	
۴ـ داور خارجی	دکتر هیمن نوربخش	استادیار	
۵ـ داور داخلی	دکتر جلال خورشیدی	استادیار	

مهر و امضای مدیر گروه

دکتر فرزاد نظری

مهر و امضای معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

دانشگاه کردستان
دانشکده کشاورزی
دکتر غلامرضا حیدری
معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی

چکیده

با توجه به ارزش غذایی میوه‌ها و سبزی‌ها، نگهداری و حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری این محصولات از اهمیت فراوانی برخوردار است. میوه توت به دلیل سطح رطوبتی بالا، بافتی نرم و بسیار فساد پذیر دارد که موجب کاهش عمر پس از برداشت این میوه می‌گردد. بنابراین استفاده از روش‌هایی برای افزایش ماندگاری این محصول اهمیت بالایی دارد. از اهداف این پژوهش بررسی اثر ملاتونین بر عمر پس از برداشت محصول توت سفید نگهداری شده در سردخانه است. به‌همین منظور پس از انتخاب میوه‌های تازه مناسب و یکسان، محلول‌پاشی ملاتونین در پنج سطح با غلظت‌های صفر (آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد)، ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار انجام شد. سپس میوه‌ها بر حسب تیمار انجام شده به ۵ دسته تقسیم و در سردخانه در دمای ۱ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ روز نگهداری شدند. نمونه‌برداری هر ۴ روز یکبار بصورت تصادفی از بین میوه‌ها در روزهای ۰، ۴، ۸ و ۱۲ انبارمانی جهت ارزیابی و اندازه‌گیری صفات انجام گردید. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش در طول دوره انبارمانی وزن میوه، اسید آسکوربیک، اسیدیته، pH و L* کاهش و فاکتورهای مواد جامد محلول، فنول، فلاونوئید، فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز (PPO)، ظرفیت ضد اکسایشی (DPPH)، H_2O_2 و مالون‌دی‌آلدئید (MDA) افزایش یافت. تیمار ملاتونین میزان اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول، فنول و فلاونوئید را افزایش داد. همچنین میزان کاهش وزن، غلظت H_2O_2، MDA و فعالیت آنزیم PPO را کاهش داد. یکی دیگر از روش‌های نگهداری میوه استفاده از روش‌های فرآوری از جمله خشک کردن است. خشک کردن یک روش بسیار موثر و عملی جهت حفظ میوه و کاهش تلفات پس از برداشت محصول است. آزمایش دوم با هدف اثر خشک کن خورشیدی و گرمایش اهمی در افزایش عمر پس از برداشت توت سفید صورت گرفت. تیمارهای خشک کن شامل (T0 : شاهد، T1 : مستقیم بازگشتی بدون جاذب رطوبت، T2 : غیرمستقیم بازگشتی بدون جاذب رطوبت، T3 : مستقیم بدون بازگشت و بدون جاذب رطوبت، T4 : مستقیم بازگشتی با جاذب رطوبت) بودند. بر اساس نتایج آزمایش دوم میزان فنول در تیمار مستقیم بدون بازگشت و بدون جاذب رطوبت و میزان اسیداسکوربیک در تیمارهای مستقیم بدون بازگشت و بدون جاذب رطوبت و مستقیم بازگشتی با جاذب رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. همچنین میزان فلاونوئید در تیمارهای مستقیم بازگشتی بدون جاذب رطوبت و غیرمستقیم بازگشتی بدون جاذب رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. بر اساس نتایج گرمایش اهمی در توت سفید، مقدار فنول و فلاونوئید در تیمارهای مختلف گرمایش اهمی به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. علاوه بر این تغییرات تیمارهای گرمایش اهمی بر

DPPH اثرات متفاوتی را نشان داد. همچنین با افزایش فشار و ولتاژ در گرمایش اهمی، زمان فرآوری و انرژی مصرفی کاهش یافت. بر اساس نتایج حاصل اثرات مثبت تیمار ملاتونین در غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار ملاتونین نسبت به سایر غلظت‌ها بیشتر بود. همچنین بر اساس نتایج آزمایش دوم، اثرات مثبتی از تیمارهای خشک کن خورشیدی و گرمایش اهمی بر صفات اندازه-گیری شده مشاهده نگردید.

واژگان کلیدی: توت سفید، خشک کردن خورشیدی، گرمایش اهمی، ملاتونین

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع ٦

۱-۱- ملاتونین ۷

۱-۲- نقش ملاتونین در توسعه و تولید میوه ۸

۱-۳- نقش ملاتونین در کیفیت پس از برداشت میوه ۹

۱-۴- ضایعات پس از برداشت در میوهها ۱۶

۱-۵- فنآوریها و شیوههای کاهش ضایعات پس از برداشت ۱۶

۱-۶- خشک کن خورشیدی ۱۸

۱-۷- مکانیسم خشک کردن ۱۹

۱-۸- مروری بر سوابق تحقیقات خشک کردن خورشیدی ۲۰

۱-۹- گرمایش اهمی ۲۱

۱-۱۰- مروری بر سوابق تحقیقات گرمایش اهمی ۲۲

فصل دوم: مواد و روشها ۲٤

۲-۱- مکان و زمان انجام تحقیق ۲۵

۲-۲- آزمایش اول: اثر ملاتونین بر ماندگاری توت سفید تازه ۲۵

۲-۲-۱- آمادهسازی نمونهها و محلولپاشی با تیمار ملاتونین ۲۵

۲-۲-۲- اندازهگیری صفات کیفی میوه در طول دوره انبارمانی ۲۷

۲-۲-۳- کاهش وزن ۲۷

۲-۲-۴ - تغییرات رنگ (رنگ گیری) ۲۷

۲-۲-۵ - اسیدیته قابل تیتراسیون ۲۸

۲-۲-۶ – اندازهگیری pH میوه ۲۹

۲-۲-۷- مواد جامد محلول کل (TSS) ۲۹

۲-۲-۸– اندازهگیری محتوای اسید آسکوربیک میوه ۲۹

۲-۲-۹- فریز کردن نمونهها ۳۰

۲-۲-۱۰- میزان فنول کل ۳۰

۲-۲-۱۱- میزان فلاونوئید ۳۱
۲-۲-۱۲- ظرفیت ضد اکسایشی ۳۲
۲-۲-۱۳- مالوندیآلدئید ۳۲
۲-۲- ۱۴- پر اکسید هیدروژن ۳۳
۲-۲-۱۵- اندازهگیری فعالیت آنزیم پلیفنول اکسیداز (PPO) ۳۳
۲-۳- آزمایش دوم: اثر خشک کردن بر کیفیت میوه خشک توت سفید ۳۴
۲-۳-۱- دستگاه خشککن خورشیدی ۳۴
۲-۳-۲- آزمایشات خشک کردن ۳۵
۲-۳-۳- فنول کل ۳۶
۲-۳-۴- فلاونوئید کل ۳۶
۲-۳-۵- اسید آسکوربیک ۳۶
۲-۳-۶- ظرفیت ضداکسایشی ۳۶
۲-۳-۷- اندازهگیری پارامترهای رنگی ۳۷
۲-۳-۸- نرخ متوسط خشک شدن ۳۷
۲-۳-۹- حسگر دما و رطوبت ۳۷
۲-۳-۱۰- برنامه کنترل دستگاه خشککن ۳۸
۲-۳-۱۱-آمادهسازی نمونهها برای آزمایشات خشک کردن ۳۸
۲-۴ - فرآیند حفظ کیفیت میوه بوسیلهی گرمایش اهمی ۳۸
۲-۴-۱- سامانه گرمایش اهمی ۳۸
۲-۴-۲- فنول کل ۳۹
۲-۴-۳- فلاونوئید کل ۳۹
۲-۴-۴- اسید آسکوربیک ۳۹
۲-۴-۵- ظرفیت ضداکسایشی ۳۹
۲-۴-۶- حسگر دما ۴۰
۲-۴-۷- تحلیلگر توان ۴۰
۲-۴-۸- رگلاتور ولتاژ ۴۰
۲-۴-۹- ترازوی دیجیتال ۴۱
۲-۴-۱۰- پمپ خلاء ۴۱

۲-۴-۱۱- تحلیل ترمودینامیکی سامانه ۴۱
۲-۴-۱۲ - تعادل جرم ۴۲
۲-۵- طرح آزمایشی و نرم‌افزارهای استفاده شده ۴۲
فصل سوم: نتایج و بحث ۴۳
۳-۱- کلیات فصل ۴۴
۳-۲- آزمایش اول: اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین بر ماندگاری توت سفید ۴۴
۳-۲-۱- تأثیر محلول‌پاشی پس از برداشت ملاتونین و زمان نگهداری بر کیفیت میوه توت سفید در طول دورهی انبارمانی ۴۴
۳-۲-۱-۱- کاهش وزن ۴۵
۳-۲-۱-۲- اسید آسکوربیک ۴۶
۳-۲-۱-۳- مواد جامد محلول کل (TSS) ۴۸
۳-۲-۱-۴- اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) ۵۰
۳-۲-۱-۵- pH ۵۲
۳-۲-۱-۶- شاخص رنگ a* ۵۲
۳-۲-۱-۷- شاخص رنگ b* ۵۳
۳-۲-۱-۸- شاخص رنگ L* ۵۳
۳-۲-۱-۹- شاخصهای رنگینگی chroma و hue ۵۴
۳-۲-۱-۱۰- محتوی فنول کل ۵۶
۳-۲-۱-۱۱- محتوای فلاونوئید کل ۵۶
۳-۲-۱-۱۲- ظرفیت ضداکسایشی (DPPH) ۵۶
۳-۲-۱-۱۳- مالوندیآلدئید (MDA) ۵۹
۳-۲-۱-۱۴- پراکسید هیدروژن (H_2O_2) ۶۰
۳-۲-۱-۱۵-آنزیم پلیفنولاکسیداز (PPO) ۶۲
۳-۳- آزمایش دوم: اثر خشک کردن بر کیفیت میوه خشک توت سفید ۶۳
۳-۳-۱- تأثیر خشک کردن بر خواص کیفی میوه توت سفید ۶۳
۳-۳-۱-۱- محتوای فنول کل ۶۴
۳-۳-۱-۲- محتوای فلاونوئید کل ۶۴
۳-۳-۱-۳- اسید آسکوربیک ۶۵

۳-۳-۱-۴- DPPH ۶۶
۳-۳-۲- تأثیر گرمایش اهمی بر خواص کیفی میوه توت سفید ۶۸
۳-۳-۲-۱- محتوای فنول کل ۶۸
۳-۳-۲-۲- محتوای فلاونوئید کل ۶۹
۳-۳-۲-۳- اسید آسکوربیک ۷۰
۳-۳-۲-۴- DPPH ۷۰
۳-۳-۳- زمان فرآوری ۷۲
۳-۳-۴- انرژی مصرفی ۷۳
۳-۴- نتیجه گیری کلی ۷۳
۳-۵- پیشنهادات ۷۴
منابع ۷۵

دانشگاه کردستان
University of Kurdistan

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان کاهش وزن، دما و اسیدآسکوربیک میوه توت سفید..... ۴۴

جدول ۳-۲- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول، اسیدیته و pH میوه توت سفید..... ۴۹

جدول ۳-۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان شاخصهای رنگینگی a*، b* و L* میوه توت سفید..... ۵۳

جدول ۳-٤- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان شاخصهای رنگینگی chroma و hue میوه توت سفید..... ۵۴

جدول ۳-۵- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان فنول، فلاونوئید و ظرفیت ضداکسایشی میوه توت سفید..... ۵۵

جدول ۳-٦- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان MDA، H_2O_2 و PPO میوه توت سفید..... ۵۹

جدول ۳-۷- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر خشک کردن و تیمار بر میزان فنول، فلاونوئید، اسید آسکوربیک و DPPH میوه توت سفید..... ۶۳

جدول ۳-۸- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر گرمایش اهمی (ولتاژ و فشار) بر فنول، فلاونوئید، اسید آسکوربیک و DPPH میوه توت سفید..... ۶۸

جدول ۳-۹- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر گرمایش اهمی (ولتاژ و فشار) بر زمان فرآوری و انرژی مصرفی میوه توت سفید..... ۷۲

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- پایان آمادهسازی نمونه و محلولپاشی با ملاتونین ۲۶

شکل ۲-۲- محدود رنگی سیستم CIE, Lab..... ۲۸

شکل ۲-۳- نمودار استاندارد اسید آسکوربیک..... ۲۹

شکل ۲-٤- نمودار استاندارد فنول کل..... ۳۱

شکل ۲-۵- نمودار استاندارد فلاونوئید کل..... ۳۲

شکل ۲-٦- نمودار استاندارد پراکسید هیدروژن..... ۳۳

شکل ۲-۷- دستگاه خشک‌کن خورشیدی..... ۳۵

شکل ۲-۸- نمونه‌های خشک شده با دستگاه خشک‌کن خورشیدی..... ۳۷

شکل ۲-۹- محیط کدنویسی آردینو به همراه نرم افزار PLX-DAQ ۳۸

شکل ۲-۱۰- تصویر سامانه گرمایش اهمی..... ۴۰

شکل ۲-۱۱- پمپ خلاء پیستونی و مخزن بافل استفاده شده در آزمایشات..... ۴۱

شکل ۲-۱۲- پارامترهای ورودی و خروجی به سلول گرمایش اهمی ۴۲

شکل ۳-۱- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان کاهش وزن میوههای توت سفید ۴۵

شکل ۳-۲- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان اسیدآسکوربیک میوه.۴۷

شکل ۳-۳- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول کل (TSS). ۴۹

شکل ۳-٤- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)..... ۵۰

شکل ۳-۵- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان pH میوههای توت سفید. ۵۲

شکل ۳-٦- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان شاخص رنگ* L ۵۴

شکل ۳-۷- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان محتوی فنول کل ۵۶

شکل ۳-۸- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان ظرفیت ضداکسایشی(DPPH). ۵۷

شکل ۳-۹- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان محتوی مالوندیآلدتید (MDA). ۶۰
شکل ۳-۱۰- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان پراکسیدهیدروژن (H_2O_2). ۶۱
شکل ۳-۱۱- اثر تیمار پس از برداشت ملاتونین و زمان انبارمانی بر میزان فعالیت آنزیم پلیفنولاکسیداز (PPO). ۶۲
شکل ۳-۱۲- اثر تیمار خشک کردن بر میزان فنول میوههای توت سفید. ۶۴
شکل ۳-۱۳- اثر تیمار خشک کردن بر میزان فلاونوئید میوههای توت سفید. ۶۵
شکل ۳-۱٤- اثر تیمار خشک کردن بر میزان اسید آسکوربیک میوههای توت سفید. ۶۶
شکل ۳-۱۵- اثر تیمار خشک کردن بر میزان DPPH میوههای توت سفید. ۶۷
شکل ۳-۱٦- اثر گرمایش اهمی (ولتاژ و فشار) بر میزان فنول میوههای توت سفید. ۶۹
شکل ۳-۱۷- اثر گرمایش اهمی (ولتاژ و فشار) بر میزان فلاونوئید میوههای توت سفید. ۷۰
شکل ۳-۱۸- اثر گرمایش اهمی (ولتاژ و فشار) بر میزان DPPH میوههای توت سفید. ۷۱
شکل ۳-۱۹- اثر گرمایش اهمی(ولتاژ و فشار) بر زمان فرآوری. ۷۲
شکل ۳-۲۰- اثر گرمایش اهمی (ولتاژ و فشار) بر میزان تغییرات انرژی مصرفی. ۷۳

مقدمه

با بالا رفتن آگاهی مصرف‌کنندگان از ارزش غذایی و وجود انواع ترکیبات زیست فعال فراوان در انواع میوه‌ها به‌ویژه میوه‌های کمیاب و محلی، مصرف این نوع میوه‌ها رو به افزایش است. همچنین این میوه‌ها به دلیل فسادپذیری بالا، پوسیدگی سریع و ماندگاری کم با محدودیت در عرضه پس از برداشت و پایین آمدن ارزش تجاری آن همراه می‌باشند (Chironi *et al*., 2017).

توت سفید با نام علمی (*Morus alba* L.) متعلق به خانواده Moraceae و جنس Morus می‌باشد (Elhamirad, 2013)، که در شرق، غرب و جنوب شرق آسیا، جنوب اروپا، جنوب آمریکای شمالی، شمال غرب آمریکای جنوبی و برخی مناطق آفریقا یافت می‌شود (Calín-Sánchez *et al*., 2013). جنس Morus بیش از ۱۵۰ گونه را شامل می‌شود که در میان آنها گونه غالب *Morus alba* L. است (Srivastava *et al*., 2006). از دیگر گونه‌های شناخته شده در جنس Morus می‌توان توت سیاه (*Morus nigra* L.) و توت قرمز (*Morus rubra* L.) را نام برد (Gundogdu *et al*., 2011). گونه *Morus alba* L. درختی با رشد سریع است که ارتفاع آن تا ۲۰ متر می‌رسد. در برداشت منظم، هرس و گرده‌زنی، درختان به یک بوته کم‌رشد تبدیل می‌شوند تا برداشت برگ‌ها یا میوه‌ها تسهیل شود. پوست این درخت به رنگ خاکستری مایل به قهوه‌ای تیره با منافذ افقی است. برگ‌ها به رنگ سبز براق، متناوب، در قاعده و در نوک تیز، حاشیه‌ها دندانه‌دار و دمبرگ‌ها بلند و باریک است. طول برگ‌ها از ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر متغیر است و شکل برگ‌ها نیز بسیار متغیر است گیاهان توت معمولاً دوپایه هستند، اما می‌توانند در شاخه‌های مختلف یک گیاه نیز تک پایه باشند (Chan *et al*., 2016). در مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری، درختان معمولاً دوپایه هستند، اما ممکن است بعضی از درختان تک پایه باشد. این میوه متشکل از تخمدان‌های زیادی است که توسط گل‌های انفرادی تشکیل می‌شود تا میوه‌های مجتمع توت را تشکیل دهد. رنگ میوه در ابتدا سبز است به تدریج به رنگ نارنجی تا قرمز درآمده و در نهایت پس از رسیدن به رنگ ارغوانی تبدیل می‌شود (Chan *et al*., 2016). میوه های توت به دو صورت تازه و فرآوری شده مانند آب میوه، و میوه‌های خشک مصرف می‌شوند (Gundogdu *et al*., 2011). میوه توت به دلیل سطح رطوبتی بالا، بافت نرم و بسیار فساد پذیر دارد بنابراین عمر پس از برداشت آن بسیار کم است (Ali *et al*., 2016). پس از برداشت، توت در هنگام نگهداری و توزیع به سرعت در معرض فاسد شدن قرار می گیرد و کیفیت و ارزش تجاری آن کاهش می‌یابد (Park *et al*., 2013؛ Hu *et al*., 2014). با در نظر گرفتن فصل برداشت کوتاه، انتقال، رطوبت بالای میوه و

کم بودن مصرف تازه‌خوری میوه توت، استفاده از روش‌هایی برای افزایش ماندگاری این میوه اهمیت بالایی دارد (Chironi *et al*., 2017).

مطالعات اخیر نشان داده است که توت با کمک ترکیبات موجود در آن مانند اسیدهای آلی، فنولیک ها و محتویات قندی، تأثیرات اساسی در رژیم غذایی و سلامت انسان دارد (Ozgen *et al*., 2009؛ Ercisli and Orhan, 2007). توت منبع غنی از ترکیبات فنلی از جمله فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، اسیدهای فنولیک و کاروتنوئیدها است (Özge *et al*., 2009). فنولیک‌های میوه‌های توت دارای یک یا چند حلقه با گروه های هیدروکسیل هستند (Paredes-López *et al*., 2010). بیش از ۴۰ ترکیب معطر در توت سیاه (Göğüş *et al*., 2011)، و در حدود ۳۰ ترکیب معطر در توت سفید یافت شده است (Zhang *et al*., 2011). آنتوسیانین‌های اصلی میوه توت سیانیدین-۳-گلوکوزید و سیانیدین-۳-روتینوزید هستند (Yuan and Zhao, 2017). کربوهیدرات‌ها نیز از اجزای اصلی میوه توت هستند (Cemeroglu *et al*., 2004). محتوای کربوهیدرات میوه توت بین ۳ تا ۳۰ درصد است که ساکارز اصلی‌ترین کربوهیدرات موجود در میوه توت است (Gundogdu *et al*., 2011).

ملاتونین[1] (MLT) با طیف وسیعی از اثرات سلولی و فیزیولوژیکی در موجودات زنده شناخته شده است (Pandi-Perumal *et al*., 2006). ملاتونین جهت حفظ کیفیت محصولات کشاورزی در مراحل پیش و پس از برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Janas and Posmyk, 2013). ملاتونین در بخش‌های مختلف گیاهان شامل ریشه، ساقه، برگ، گل، میوه و بذر وجود دارد (Zhang *et al*., 2015). ملاتونین به طور گسترده‌ای در رشد و نمو گیاهان نقش دارد. نقش ملاتونین در فرآیندهای مهم گیاهی از جمله جوانه‌زنی، رشد ریشه، گلدهی، فتوسنتز یا پیری برگ شناخته شده است (Tan *et al*., 2012؛ Arnao and Hernandez-Ruiz, 2019). توانایی ملاتونین برای افزایش پاسخ گیاه به تنش های غیرزنده نیز مورد مطالعه قرار گرفته است (Debnath *et al*., 2019؛Sharma and Zheng, 2019). ملاتونین در گیاهان در جنبه‌های فیزیولوژیکی و ضداکسایشی از جمله توسعه سلولی، محافظت در برابر تنش‌های محیطی، مهار گونه‌های اکسیژن فعال[2] (ROS)، بهبود فرآیند ریشه‌زایی گیاهان، کاهش پیری برگ و بهبود کارایی فتوسنتز نقش دارد (Galano *et al*., 2011). علاوه بر این گزارش شده

1. N-acetyl-5-methoxytryptamine
2. Reactive oxygen species

است که ملاتونین مقاومت گیاهان را به بیماری‌های گیاهی افزایش می‌دهد (Hernandez-Arnao and Hernandez-Ruiz, 2019؛ Ruiz and Arnao, 2018).

نگهداری میوه‌ها، سبزیجات و مواد غذایی برای نگهداری طولانی مدت آنها بدون افت بیشتر کیفیت محصول ضروری است (Hii *et al*., 2012). روش‌های مختلفی برای نگهداری میوه‌های توت توسعه یافته است (Zhang *et al*., 2018). برای افزایش ماندگاری توت، بسیاری از محققین فرآیند خشک کردن، روش نگهداری و ویژگی‌های رسیدن توت را مطالعه کرده‌اند (Lee *et al*., 2015؛ Lee and Hwang, 2017). خشک کردن یک روش بسیار موثر و عملی جهت حفظ میوه و کاهش تلفات پس از برداشت محصول است (Hii *et al*., 2012). خشک کردن یک فرآیند ساده و یک عملیات انرژی بر جهت حذف آب محصول به منظور رسیدن به رطوبت مورد نظر است. هدف اصلی خشک کردن علاوه بر افزایش مدت نگهداری محصول می‌تواند موجب بهبود کیفیت، سهولت حمل و نقل، پردازش بیشتر و جلوگیری از فساد باشد و احتمالاً قدیمی‌ترین روش نگهداری مواد غذایی است که توسط بشر صورت گرفته است (Hii *et al*., 2012).

گرمایش اهمی یک فرآیند حرارتی بوده که با عبور جریان متناوب از میان ماده غذایی، گرما تولید می‌کند. سیستم گرمایش اهمی از نظر تولید گرما و انتقال حرارت و همچنین از نظر توزیع دما که در طول گرمایش ایجاد می‌شود، با سایر روش‌های گرمایش متفاوت می‌باشد. از مزایای این روش می‌توان یکنواختی حرارتی بسیار بالا، دوستدار محیط زیست، راندمان بالا و کنترل آسان نسبت به دیگر تکنیک‌های حرارتی را نام برد (Darvishi *et al*., 2015). علاوه بر این گرمایش اهمی برای غیرفعال کردن فعالیت میکروبی از جمله پاستوریزه کردن، عصاره-گیری، آب‌زدایی و یا تبدیل جامد به مایع مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pereira *et al*., 2007). گرمایش اهمی محصولات غذایی شامل عبور جریان الکتریکی متناوب از آن‌ها است که در نتیجه مقاومت الکتریکی گرمای داخلی ایجاد می‌کند. رسانایی الکتریکی پارامتر اصلی در گرمایش اهمی است. اثر حرارتی به میزان رطوبت و غلظت یون‌های موجود در آن بستگی دارد. برای بیشتر مواد غذایی، هدایت الکتریکی عمدتاً بسته به درجه حرارت و چگالی ولتاژ مورد استفاده متفاوت است (Kumar *et al*., 2014).

با توجه به پایین بودن عمر نگهداری و ماندگاری پس از برداشت توت سفید و خواص بالای آن، بررسی روش‌های که موجب افزایش ماندگاری میوه شود و یا کیفیت میوه خشک توت سفید را افزایش دهد ضروری می‌باشد، بنابراین این تحقیق با در نظر گرفتن اهداف زیر صورت گرفته است:

۱- بررسی تأثیر ملاتونین وخشک کردن خورشیدی بر خصوصیات کیفی و میزان ماندگاری توت سفید.

۲- بررسی تأثیر ملاتونین در ماندگاری پس از برداشت میوه توت

۳- بررسی تأثیر گرمایش اهمی بر خصوصیات کیفی و میزان ماندگاری توت سفید.

دانشگاه کردستان University of Kurdistan

اسید آسکوربیک کاهش یافت. در طول دوره انبارمانی، صفات مواد جامد محلول، فنول، فلاونوئید، فعالیت آنزیم PPO، DPPH، H_2O_2 و MDA افزایش یافت. تیمار ملاتونین اعمال شده به میوه توت سفید در زمان‌های مختلف نگهداری سبب افزایش صفات اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول، فنول و فلاونوئید گردید. همچنین تیمار ملاتونین روند کاهشی وزن میوه توت را در طول انبارمانی کاهش فعالیت آنزیم PPO سبب افزایش عمر انبارمانی میوه توت سفید گردیده است. همچنین تیمار ملاتونین با افزایش ترکیبات ضداکسایشی فنول، فلاونوئید و اسید آسکوربیک در طول دوره انبارمانی سبب حفظ ترکیبات فنولی میوه گردید. در آزمایش دوم اثر خشک‌کن خورشیدی و گرمایش اهمی در افزایش عمر پس از برداشت توت سفید نشان داد که میزان فنول میوه در تیمار مستقیم بدون بازگشت و بدون جاذب رطوبت و میزان اسید آسکوربیک در تیمارهای مستقیم بدون بازگشت و بدون جاذب رطوبت و مستقیم بازگشتی با جاذب رطوبت در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. بیش‌ترین فلاونوئید میوه نیز در تیمارهای مستقیم بازگشتی بدون جاذب رطوبت و غیرمستقیم بازگشتی بدون جاذب رطوبت بدست آمد. بر اساس نتایج گرمایش اهمی در پژوهش حاضر، در تیمارهای مختلف گرمایش اهمی، صفات فنول و فلاونوئید کاهش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند. همچنین اثرات متفاوتی بر DPPH میوه در تیمارهای مختلف گرمایش اهمی مشاهده گردید. همچنین در گرمایش اهمی با افزایش فشار و ولتاژ، زمان فرآوری و انرژی مصرفی کاهش یافت. بر اساس نتایج حاصل اثرات مثبت تیمار ملاتونین در غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار ملاتونین نسبت به سایر غلظت‌ها بیشتر بود. همچنین بر اساس نتایج آزمایش دوم، اثرات مثبتی از تیمارهای خشک کن خورشیدی و گرمایش اهمی بر صفات اندازه‌گیری شده مشاهده نگردید.

۳-۵- پیشنهادات

۱- تاثیر کاربرد تیمار ملاتونین در سایر غلظت‌ها بر خصوصیات کیفی میوه توت سفید در شرایط انبارمانی

۲- تاثیر تیمار ملاتونین در دوره‌های دیگر انبارمانی بر خصوصیات کیفی میوه توت سفید.

۳- تاثیر کاربرد تیمار ملاتونین در سایر غلظت‌ها بر خصوصیات کیفی در سایر میوه‌ها در شرایط انبارمانی.

۴- تاثیر تیمار ملاتونین در دوره‌های دیگر انبارمانی بر خصوصیات کیفی سایر میوه‌ها.

منابع

شکاری، آ.، نقشبند حسنی، ر.، سلیمانی اقدم، م.، رضایی، م. و جنتی‌زاده، ع. ۱۴۰۱. تاثیر کاربرد پس از برداشت ملاتونین بر کیفیت تغذیه‌ای و عمر انبارمانی فرم تازه بریده قارچ تکمه‌ای. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۳۲، شماره ۳، صفحات ۱۲۸-۱۱۱.

مختاریان، م.، توکلی پور، ح. و کلباسی اشتری، ا. ۱۳۹۴. مقایسه تأثیر روش‌خشک کردن با کمک خشک‌کن خورشیدی در حالت بازگردش هوا با روش سنتی در معرض تابش مستقیم آفتاب بر روی خصوصیات کیفی پسته. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. جلد ۱۰، شماره ۴، صفحات ۱۰۲-۹۳.

منصوری، س.، ساریخانی، ح.، سیاری، م.، سلیمانی اقدم، م. و عسکری سرچشمه، م. ع. ۱۴۰۰. اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت ملاتونین بر رسیدن و ویژگی‌های کیفی پس از برداشت میوه توت‌فرنگی (*Fragaria × anannasa* cv. Queen Elisa). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). جلد ۳۴، شماره ۳، صفحات ۶۵۷-۶۴۳.

Abrol, G.S., Vaidya, D., Sharma, A. and Sharma, S., 2014. Effect of solar drying on physico-chemical and antioxidant properties of mango, banana and papaya. National Academy Science Letters, 37(1):51-57.

Aghdam, M.S., Luo, Z., Jannatizadeh, A., Sheikh-Assadi, M., Sharafi, Y., Farmani, B., ... and Razavi, F. 2019. Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12 giving rise to promoting endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity. Food Chemistry, 275: 549-556.

Aghdam, M.S. and Fard, J.R. 2017. Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (*Fragaria*× *anannasa* cv. Selva) by enhancing GABA shunt activity. Food Chemistry, 221: 1650-1657.

Ahmad, M.S. and Siddiqui, M.W. 2015. Factors affecting postharvest quality of fresh fruits. In Postharvest quality assurance of fruits (pp. 7-32). Springer, Cham.

Aghdam, M.S., Luo, Z., Li, L., Jannatizadeh, A., Fard, J.R. and Pirzad, F. 2020. Melatonin treatment maintains nutraceutical properties of pomegranate fruits during cold storage. Food Chemistry, 303: 125385.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress marker in Pea and Wheat. Plant Cell and Environment. 24(12): 1337-1344.

Ali, M., Durrani, Y. and Ayub, M. 2016. Effect of Drying Techniques and Storage on Mulberry (*Morus alba*) Quality. Sarhad Journal of Agriculture, 32(2).

AOAC. 2000. Vitamin C (ascorbic acid) in vitamin preparations and juices: 2, 6 titrimetric method final action. Association of Official Analytical Chemists Official Method, 4(967): 21.

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2015. Functions of melatonin in plants: a review. Journal of pineal research, 59(2): 133-150.

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2019. Melatonin: a new plant hormone and/or a plant master regulator?. Trends in Plant Science, 24(1): 38-48.

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2020. Melatonin in flowering, fruit set and fruit ripening. Plant Reproduction, 33(2): 77-87.

Arnao, M.B. and Hernández-Ruiz, J. 2015. Functions of melatonin in plants: a review. Journal of pineal research, 59(2): 133-150.

Aware, R. and Thorat, B.N. 2012. Solar drying of fruits and vegetables. Solar Drying: Fundamentals, Applications and Innovations, 51.

Ba, L., Cao, S., Ji, N., Ma, C., Wang, R. and Luo, D. 2021. Exogenous melatonin treatment in the postharvest storage of pitaya fruits delays senescence and regulates reactive oxygen species metabolism. Food Science and Technology, 42.

Bal, E. 2021. Effect of melatonin treatments on biochemical quality and postharvest life of nectarines. Journal of Food Measurement and Characterization, 15(1): 288-295.

Bal, E. 2019. Physicochemical changes in 'Santa Rosa'plum fruit treated with melatonin during cold storage. Journal of Food Measurement and Characterization, 13(3): 1713-1720.

Balasuadhakar, A., Fisseha, T., Atenafu, A. and Bino, B. 2016. A review on passive solar dryers for agricultural products. International Journal for Innovative Research in Science & Technology, 3(01/013): 64-70.

Bechoff, A., Dufour, D., Dhuique-Mayer, C., Marouzé, C., Reynes, M. and Westby, A. 2009. Effect of hot air, solar and sun drying treatments on provitamin A retention in orange-fleshed sweetpotato. Journal of Food Engineering, 92(2): 164-171.

Ben-Yehoshua, S. 1987. Transpiration, water stress, and gas exchange. postharvest physiology of vegetables. Postharvest physiology of vegetables. eBook ISBN, 978-0.

Bolin, H.R., Salunkhe, D.K. and Lund, D. 1982. Food dehydration by solar energy. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 16(4): 327-354.

Bozkurt, H., and Icier, F. 2010. Electrical conductivity changes of minced beef–fat blends during ohmic cooking. Journal of Food Engineering; 96(1): 86-92.

Brochier, B., Mercali, G.D. and Marczak, L.D.F. 2018. Effect of ohmic heating parameters on peroxidase inactivation, phenolic compounds degradation and color changes of sugarcane juice. Food and Bioproducts Processing, 111: 62-71.

Calín-Sánchez, Á., Martínez-Nicolás, J.J., Munera-Picazo, S., Carbonell-Barrachina, Á.A., Legua, P. and Hernández, F. 2013. Bioactive compounds and sensory quality of black and white mulberries grown in Spain. Plant foods for human nutrition, 68(4): 370-377.

Cao, S., Bian, K., Shi, L., Chung, H.H., Chen, W. and Yang, Z. 2018. Role of melatonin in cell-wall disassembly and chilling tolerance in cold-stored peach fruit. Journal of agricultural and food chemistry, 66(22): 5663-5670.

Castro, I., Teixeira, J.A., Salengke, S., Sastry, S.K. and Vicente, A.A. 2003. The influence of field strength, sugar and solid content on electrical conductivity of strawberry products. Journal of Food Process Engineering, 26(1): 17-29.

Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. and Özkan, M. 2004. Meyve ve sebzelerin bileşimi. Meyve ve sebze işleme teknolojisi, 1: 1-188.

Chen, H.H., Hernandez, C. E. and Huang, T.C. 2005. A study of the drying effect on lemon slices using a closed-type solar dryer. Solar Energy, 78(1): 97-103.

Chan, E.W.C., Phui-Yan, L.Y.E. and Siu-Kuin, W.O.N.G. 2016. Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of Morus alba. Chinese journal of natural medicines, 14(1): 17-30.

Chironi, S., Bacarella, S., Altamore, L. and Ingrassia, M. 2017. Quality factors influencing consumer demand for small fruit by focus group and sensory test. Journal of Food Products Marketing, 23(8): 857-872.

Choudhary, M.L., Dikshit, S.N., Shukla, N. and Saxena, R.R. 2008. Evaluation of guava (*Psidium guajava* L.) varieties and standardization of recipe for nectar preparation. Journal of Horticultural Sciences, 3(2): 161-163.

Coklar, H. and Akbulut, M. 2017. Effect of sun, oven and freeze-drying on anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant activity of black grape (Ekşikara) (*Vitis vinifera* L.). South African Journal of Enology and Viticulture, 38(2): 264-272.

Çolak, A.M. 2018. Effect of melatonin and gibberellic acid foliar application on the yield and quality of Jumbo blackberry species. Saudi journal of biological sciences, 25(6): 1242-1246.

Darvishi, H., Koushesh Saba, M., Behroozi-Khazaei, N. and Nourbakhsh, H. 2020. Improving quality and quantity attributes of grape juice concentrate (molasses) using ohmic heating. Journal of food science and technology, 57(4): 1362-1370.

Darvishi, H., Hosainpour, A., Nargesi, F., and Fadavi, A. 2015. Ohmic heating behaviour and electrical conductivity of tomato paste. Innovative Food Science and Emerging technologyies, 31: 73-82.

Darvishi, H., Zarein, M., Minaei, S., and Khafajeh, H. 2014. Exergy and energy analysis, drying kinetics and mathematical modeling of white mulberry drying process. International Journal of Food Engineering; 10(2): 269-280.

Debnath, B., Islam, W., Li, M., Sun, Y., Lu, X., Mitra, S., ... & Qiu, D. (2019). Melatonin mediates enhancement of stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences, 20(5), 1040.

El-Mogy, M.M., Ludlow, R.A., Roberts, C., Müller, C.T. and Rogers, H.J. 2019. Postharvest exogenous melatonin treatment of strawberry reduces postharvest spoilage but affects components of the aroma profile. Journal of Berry Research, 9(2): 297-307.

Fernando Ayala-Zavala, J., Shiow, W.Y., Wang, C. and Gustavo, A. 2005. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatment increases antioxidant capacity, volatile compounds and postharvest life of strawberry fruit. European journal of food research technology, 221: 731-738.

Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C. and Zhao, Y. 2008. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta 'Ananasnaya'*) associated with packaging and storage conditions. Postharvest Biology and Technology, 47(3): 338-345.

Ercisli, S. and Orhan, E. 2007. Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food chemistry, 103(4): 1380-1384.

Essalhi, H., Tadili, R. and Bargach, M.N. 2017. Conception of a solar air collector for an indirect solar dryer pear drying test. Energy Procedia, 141: 29-33.

Folin, O. and Ciocalteu, V. 1927. On tyrosine and tryptophane determinations in

proteins. Journal of biological chemistry, 73(2): 627-650.
Fuller, R.J. 2000. Solar drying-a technology for sustainable agriculture and food production. Solar energy conversion and photoenergy systems, 3: 1755-1315.
Gao, H., Zhang, Z.K., Chai, H.K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D.N., ... and Cao, W. 2016. Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. Postharvest Biology and Technology, 118: 103-110.
Gbaha, P., Andoh, H.Y., Saraka, J.K., Koua, B.K. and Toure, S. 2007. Experimental investigation of a solar dryer with natural convective heat flow. Renewable energy, 32(11): 1817-1829.
Göğüş, F., Lewis, A.C. and Özel, M.Z. 2011. Analysis of black mulberry volatiles using GCxGC-TOF/MS. International Journal of Food Properties, 14(1): 29-36.
González-Gómez, D., Lozano, M., Fernández-León, M.F., Ayuso, M.C., Bernalte, M.J. and Rodríguez, A.B. 2009. Detection and quantification of melatonin and serotonin in eight sweet cherry cultivars (*Prunus avium* L.). European Food Research and Technology, 229(2): 223-229.
Gomes Domingos, A.L., Hermsdorff, H.H.M. and Bressan, J. 2019. Melatonin intake and potential chronobiological effects on human health. Critical reviews in food science and nutrition, 59(1): 133-140.
Gomez, M.L.P. and Lajolo, F.M. 2008. Ascorbic acid metabolism in fruits: activity of enzymes involved in synthesis and degradation during ripening in mango and guava. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88(5): 756-762.
Gunaydin, S., Karaca, H., Palou, L., de la Fuente, B. and Pérez-Gago, M.B. 2017. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-beeswax composite edible coatings formulated with or without antifungal agents on physicochemical properties of plums during cold storage. Journal of Food Quality, 2017.
Gundogdu, M., Muradoglu, F., Sensoy, R.G. andYilmaz, H.J.S.H. 2011. Determination of fruit chemical properties of Morus nigra L., *Morus alba* L. and Morus rubra L. by HPLC. Scientia horticulturae, 132: 37-41.
Haas, I.C.D.S., Toaldo, I.M., de Gois, J.S., Borges, D.L., Petkowicz, C.L.D.O. and Bordignon-Luiz, M.T. 2016. Phytochemicals, monosaccharides and elemental composition of the non-pomace constituent of organic and conventional grape juices (*Vitis labrusca* L.): Effect of drying on the bioactive content. Plant foods for human nutrition, 71(4): 422-428.
Hardinasinta, G., Mursalim, M., Muhidong, J. and Salengke, S. 2021. Degradation kinetics of anthocyanin, flavonoid, and total phenol in bignay (*Antidesma bunius*) fruit juice during ohmic heating. Food Science and Technology, 42.
Hii, C.L., Jangam, S.V., Ong, S.P. and Mujumdar, A.S. 2012. Solar drying: Fundamentals, applications and innovations. TPR Group Publication, Singapore.
Hu, W., Tie, W., Ou, W., Yan, Y., Kong, H., Zuo, J., ... and Guo, A. 2018. Crosstalk between calcium and melatonin affects postharvest physiological deterioration and quality loss in cassava. Postharvest Biology and Technology, 140:, 42-49.
Hu, W., Yang, H., Tie, W., Yan, Y., Ding, Z., Liu, Y., ... and Jin, Z. 2017. Natural variation in banana varieties highlights the role of melatonin in postharvest ripening and quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(46): 9987-9994.

Hu, H., Shen, W. and Li, P. 2014. Effects of hydrogen sulphide on quality and antioxidant capacity of mulberry fruit. International Journal of Food Science & Technology, 49(2): 399-409.

Hwang, O.J. and Back, K. 2018. Melatonin is involved in skotomorphogenesis by regulating brassinosteroid biosynthesis in rice plants. Journal of pineal research, 65(2): e12495.

Icier, F.İ.L.İ.Z. and Ilicali, C. 2004. Electrical conductivity of apple and sourcherry juice concentrates during ohmic heating. Journal of Food Process Engineering, 27(3), 159-180.

Icier, F. and Ilicali, C. 2004a. Electrical conductivity of apple and sourcherry juice concentrates during ohmic heating. Journal of Food Process Engineering; 27(3): 159-180.

Icier, F. and Ilicali, C. 2005b. The effects of concentration on electrical conductivity of orange juice concentrates during ohmic heatingEuropean Food Research and Technology; 220: 406-414.

Jain, D. 2006. Determination of convective heat and mass transfer coefficients for solar drying of fish. Biosystems Engineering, 94(3): 429-435.

Janas, K.M. and Posmyk, M.M. 2013. Melatonin, an underestimated natural substance with great potential for agricultural application. Acta physiologiae plantarum, 35(12): 3285-3292.

Jannatizadeh, A., Aghdam, M. S., Luo, Z., & Razavi, F. (2019). Impact of exogenous melatonin application on chilling injury in tomato fruits during cold storage. Food and bioprocess technology, 12(5): 741-750.

Jannatizadeh, A. 2019. Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. Scientia Horticulturae, 246: 544-549.

Jung, S., Lee, M. S., Chang, E., Kim, C.T. and Kim, Y. 2021. Mulberry (*Morus alba* L.) fruit extract ameliorates inflammation via regulating microRNA-21/132/143 expression and increases the skeletal muscle mitochondrial content and AMPK/SIRT activities. Antioxidants. 2021. 10: 1453.

Kaya, A., Aydın, O. and Kolaylı, S. 2010. Effect of different drying conditions on the vitamin C (ascorbic acid) content of Hayward kiwifruits (Actinidia deliciosa Planch). Food and bioproducts processing, 88(2-3): 165-173.

Kaur, R., Gul, K. and Singh, A.K. 2016. Nutritional impact of ohmic heating on fruits and vegetables—A review. Cogent Food & Agriculture, 2(1): 1159000.

Kahn, V. 1975. Polyphenol oxidase activity and browning of three avocado varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 26(9): 1319-1324.

Kiaya, V. 2014. Post-harvest losses and strategies to reduce them. Technical Paper on Postharvest Losses, Action Contre la Faim (ACF), 25: 1-25.

Kittur, F.S., Saroja, N. and Tharanathan, R. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. European food research and technology, 213(4): 306-311.

Korkmaz, A., Değer, Ö. and Cuci, Y. 2014. Profiling the melatonin content in organs of the pepper plant during different growth stages. Scientia horticulturae, 172: 242-247.

Krokida, M.K., Kiranoudis, C.T. and Maroulis, Z.B. 1999. Viscoelastic behaviour of dehydrated products during rehydration. Journal of Food Engineering, 40(4): 269-277.

Kumar, J.P., Ramanathan, M. and Ranganathan, T.V. 2014. Ohmic heating technology in food processing–A review. Int. J. Food Eng. Res. Technol, 3: 1236-1241.

Lee, S.H., Park, H.M., Hong, S.G., Park, J.R. and Kim, H.B. 2015. Studies on the drying characteristics of mulberry fruits with multipurpose agricultural products dryers. Journal of Sericultural and Entomological Science, 53(2): 101-109.

Lee, Y. and Hwang, K.T. 2017. Changes in physicochemical properties of mulberry fruits (*Morus alba* L.) during ripening. Scientia Horticulturae, 217: 189-196.

Li, Y., Li, H.F., Dai, Y.J., Gao, S.F., Wei, L., Li, Z. L., ... and Wang, R.Z. 2011. Experimental investigation on a solar assisted heat pump in-store drying system. Applied Thermal Engineering, 31(10): 1718-1724.

Liang, D., Shen, Y., Ni, Z., Wang, Q., Lei, Z., Xu, N., ... and Xia, H. 2018. Exogenous melatonin application delays senescence of kiwifruit leaves by regulating the antioxidant capacity and biosynthesis of flavonoids. Frontiers in plant science, 9: 426.

Loren, P., Sánchez, R., Arias, M. E., Felmer, R., Risopatrón, J. and Cheuquemán, C. 2017. Melatonin scavenger properties against oxidative and nitrosative stress: impact on gamete handling and in vitro embryo production in humans and other mammals. International Journal of Molecular Sciences, 18(6): 1119.

Liu, J., Wang, W., Wang, L. and Sun, Y. 2015. Exogenous melatonin improves seedling health index and drought tolerance in tomato. Plant growth regulation, 77(3): 317-326.

Liu, J., Zhang, R., Sun, Y., Liu, Z., Jin, W. and Sun, Y. 2016. The beneficial effects of exogenous melatonin on tomato fruit properties. Scientia Horticulturae, 207: 14-20.

Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W. and Zheng, L. 2018. Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 139: 47-55.

Li, T., Wu, Q., Zhu, H., Zhou, Y., Jiang, Y., Gao, H. and Yun, Z. 2019. Comparative transcriptomic and metabolic analysis reveals the effect of melatonin on delaying anthracnose incidence upon postharvest banana fruit peel. BMC plant biology, 19(1): 1-15.

Liu, C., Chen, L., Zhao, R., Li, R., Zhang, S., Yu, W., ... and Shen, L. 2019. Melatonin induces disease resistance to Botrytis cinerea in tomato fruit by activating jasmonic acid signaling pathway. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 67(22): 6116-6124.

Ma, Q., Zhang, T., Zhang, P. and Wang, Z.Y. 2016. Melatonin attenuates postharvest physiological deterioration of cassava storage roots. Journal of Pineal Research, 60(4): 424-434.

Makroo, H.A., Saxena, J., Rastogi, N.K. and Srivastava, B. 2017. Ohmic heating assisted polyphenol oxidase inactivation of watermelon juice: Effects of the treatment on pH, lycopene, total phenolic content, and color of the juice. Journal of Food Processing and Preservation, 41(6): e13271.

Medina-Santamarina, J., Serrano, M., Lorente-Mento, J.M., García-Pastor, M.E., Zapata, P.J., Valero, D. and Guillén, F., 2021. Melatonin treatment of pomegranate trees increases crop yield and quality parameters at harvest and during storage. Agronomy, 11(5): 861.

Meng, J.F., Xu, T.F., Song, C.Z., Yu, Y., Hu, F., Zhang, L., ... and Xi, Z.M. 2015. Melatonin treatment of pre-veraison grape berries to increase size and synchronicity of berries and modify wine aroma components. Food chemistry, 185: 127-134.

Mudgal, V.D. 2019. Ohmic heating: An alternative technology for spices processing. International J. Seed Spices, 9(1): 44-47.

Mukherjee, S. 2019. Recent advancements in the mechanism of nitric oxide signaling associated with hydrogen sulfide and melatonin crosstalk during ethylene-induced fruit ripening in plants. Nitric Oxide, 82: 25-34.

Murch, S.J., Hall, B.A., Le, C.H. and Saxena, P.K. 2010. Changes in the levels of indoleamine phytochemicals during véraison and ripening of wine grapes. Journal of pineal research, 49(1): 95-100.

Mustayen, A.G.M.B., Mekhilef, S. and Saidur, R. 2014. Performance study of different solar dryers: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 34: 463-470.

Omolola, A.O., Jideani, A.I. and Kapila, P.F. 2017. Quality properties of fruits as affected by drying operation. Critical reviews in food science and nutrition, 57(1): 95-108.

Özgen, M., Serçe, S. and Kaya, C. 2009. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich Morus nigra and Morus rubra fruits. Scientia horticulturae, 119(3): 275-279.

Pahlavanzadeh, H., Basiri, A. and Zarrabi, M. 2001. Determination of parameters and pretreatment solution for grape drying. Drying technology, 19(1): 217-226.

Rajkumar, P., Kulanthaisami, S., Raghavan, G.S.V., Gariépy, Y. and Orsat, V. 2007. Drying kinetics of tomato slices in vacuum assisted solar and open sun drying methods. Drying Technology, 25(7-8): 1349-1357.

Pedroza, M.A., Carmona, M., Pardo, F., Salinas, M.R. and Zalacain, A. 2012. Waste grape skins thermal dehydration: potential release of colour, phenolic and aroma compounds into wine. CyTA-Journal of Food, 10(3): 225-234.

Pereira, R., Pereira, M., Teixeira, J.A. and Vicente, A.A. 2007. Comparison of chemical properties of food products processed by conventional and ohmic heating. 33th International Conference of the Slovak Society of Chemical Engineering, TatranskéMatliare, 22-26 May 2007; 61(1): 30-35**.**

Pandi-Perumal, S.R., Srinivasan, V., Maestroni, G.J.M., Cardinali, D.P., Poeggeler, B. and Hardeland, R. 2006. Melatonin: Nature's most versatile biological signal?. The FEBS journal, 273(13): 2813-2838.

Paredes-López, O., Cervantes-Ceja, M.L., Vigna-Pérez, M. and Hernández-Pérez, T. 2010. Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life—a review. Plant foods for human nutrition, 65(3): 299-308.

Park, J.H., Hong, S.I., Jeong, M.C. and Kim, D. 2013. Quality characteristics and changes in mulberry (*Morus alba* L.) depending on their maturity during distribution. Korean Journal of Food Preservation, 20(3): 304-316.

Pothinuch, P. and Tongchitpakdee, S. 2011. Melatonin contents in mulberry (*Morus* spp.) leaves: Effects of sample preparation, cultivar, leaf age and tea processing. Food chemistry, 128(2): 415-419.

Rajinder, S.D., Dhindsa, P.P. and Thorpe, T.A. 1981. Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and

decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany. 32(1): 93-101.

Rastegar, S., Khankahdani, H.H.and Rahimzadeh, M. 2020. Effects of melatonin treatment on the biochemical changes and antioxidant enzyme activity of mango fruit during storage. Scientia Horticulturae, 259: 108835.

Rinaldi, M., Littardi, P., Paciulli, M., Ganino, T., Cocconi, E., Barbanti, D., ... and Chiavaro, E. 2020. Impact of ohmic heating and high pressure processing on qualitative attributes of ohmic treated peach cubes in syrup. Foods, 9(8), 1093.

Ruan, R., Ye, X., Chen, P. and Doona, C.J. 2001. Ohmic heating. In: Richardson, P. (Ed.), Thermal Technologies in Food Processing. Woodhead Publishing Limited, Londres. 165-241.

Ruttarattanamongkol, K., Chittrakorn, S., Weerawatanakorn, M. and Dangpium, N. 2016. Effect of drying conditions on properties, pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours. Journal of Food Science and Technology, 53(4): 1811-1822.

Salehi, B., Sharopov, F., Fokou, P.V.T., Kobylinska, A., Jonge, L.D., Tadio, K., ... and Iriti, M. 2019. Melatonin in medicinal and food plants: occurrence, bioavailability, and health potential for humans. Cells, 8(7): 681.

Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J.A. and Saura-Calixto, F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76(2): 270-276

Shao, L., Zhao, Y., Zou, B., Li, X. and Dai, R. 2021. Ohmic heating in fruit and vegetable processing: Quality characteristics, enzyme inactivation, challenges and prospective. Trends in Food Science & Technology, 118:601-616.

Sharafi, Y., Aghdam, M. S., Luo, Z., Jannatizadeh, A., Razavi, F., Fard, J. R., & Farmani, B. 2019. Melatonin treatment promotes endogenous melatonin accumulation and triggers GABA shunt pathway activity in tomato fruits during cold storage. Scientia Horticulturae, 254: 222-227.

Sharma, A. and Zheng, B. 2019. Melatonin mediated regulation of drought stress: Physiological and molecular aspects. Plants, 8(7): 190.

Shi, H. and Chan, Z. 2014. The cysteine2/histidine2-type transcription factor Zinc Finger of Arabidopsis Thalaiana 6-activated C-REPEAT-BINDING FACTOR pathway is essential for melatonin-mediated freezing stress resistance in Arabidopsis. Journal of pineal research, 57(2): 185-191.

Silva, G.V.D., Machado, B.A.S., Oliveira, W.P.D., Silva, C.F.G.D., Quadros, C.P. D., Druzian, J.I., ... and Umsza-Guez, M.A. 2020. Effect of drying methods on bioactive compounds and antioxidant capacity in grape skin residues from the new hybrid variety “BRS Magna”. Molecules, 25(16): 3701.

Singh, V., Hedayetullah, M., Zaman, P. and Meher, J. 2014. Postharvest technology of fruits and vegetables: an overview. Journal of Postharvest Technology, 2(2): 124-135.

Slavin, J.L. and Lloyd, B. 2012. Health benefits of fruits and vegetables. Advances in nutrition, 3(4): 506-516.

Srivastava, S., Kapoor, R., Thathola, A. and Srivastava, R.P. 2006. Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba* L.). International journal of food sciences and nutrition, 57(5-6): 305-313.

Sun, Q., Zhang, N., Wang, J., Cao, Y., Li, X., Zhang, H., ... and Guo, Y.D. 2016. A label-free differential proteomics analysis reveals the effect of melatonin on promoting fruit ripening and anthocyanin accumulation upon postharvest in tomato. Journal of Pineal Research, 61(2): 138-153.

Sun, Q., Zhang, N., Wang, J., Zhang, H., Li, D., Shi, J., ... and Guo, Y.D. 2015. Melatonin promotes ripening and improves quality of tomato fruit during postharvest life. Journal of Experimental Botany, 66(3): 657-668.

Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales-Corral, S. and Reiter, R.J. 2012. Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. Journal of experimental botany, 63(2): 577-597.

Telis-Romero, J., Telis, V.R.N., Gabas, A.L. and Yamashita, F. 1998. Thermophysical properties of Brazilian orange juice as affected by temperature and water content. Journal of Food Engineering; 38: 27–40**.**

Tiwari, A. 2016. A review on solar drying of agricultural produce. Journal of Food Processing and Technology, 7(9): 1-12.

Toivonen, P., Mitcham, E.J. and Terry, L.A. 2014. Postharvest care and the treatment of fruits and vegetables. In Horticulture: Plants for People and Places, Volume 1 (pp. 465-483). Springer, Dordrecht.

Tomás-Barberán, F.A., Gil, M.I., Cremin, P., Waterhouse, A.L., Hess-Pierce, B. and Kader, A.A. 2001. HPLC− DAD− ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(10): 4748-4760.

Valero, D. and Serrano, M. 2010. Postharvest biology and technology for preserving fruit quality. CRC press.

Vodnar, D.C., Călinoiu, L.F., Dulf, F.V., Ștefănescu, B.E., Crișan, G. and Socaciu, C. 201). Identification of the bioactive compounds and antioxidant, antimutagenic and antimicrobial activities of thermally processed agro-industrial waste. Food chemistry, 231: 131-140.

Yang, M., Wang, L., Belwal, T., Zhang, X., Lu, H., Chen, C. and Li, L. 2019. Exogenous melatonin and abscisic acid expedite the flavonoids biosynthesis in grape berry of Vitis vinifera cv. Kyoho. Molecules, 25(1): 12.

Yildiz, H., Bozkurt, H. and Icier, F.İ.L.İ.Z. 2009. Ohmic and conventional heating of pomegranate juice: effects on rheology, color, and total phenolics. Food Science and Technology International, 15(5): 503-512.

Yoruk, R. and Marshall, M.R. 2003. A survey on the potential mode of inhibition for oxalic acid on polyphenol oxidase. Journal of Food Science, 68(8): 2479-2485.

Yuan, Q. and Zhao, L. 2017. The Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit- A Review of Characteristic Components and Health Benefits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(48): 10383-10394.

Wang, P., Yin, L., Liang, D., Li, C., Ma, F. and Yue, Z. 2012. Delayed senescence of apple leaves by exogenous melatonin treatment: toward regulating the ascorbate–glutathione cycle. Journal of pineal research, 53(1): 11-20.

Wang, C., Yin, L.Y., Shi, X.Y., Xiao, H., Kang, K., Liu, X.Y., ... and Huang, W.D. 2016. Effect of cultivar, temperature, and environmental conditions on the dynamic change of melatonin in mulberry fruit development and wine fermentation. Journal of Food Science, 81(4): M958-M967.

Wang, F., Zhang, X., Yang, Q. and Zhao, Q. 2019. Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries. Food Chemistry, 301: 125311.

Wei, Y., Hu, W., Wang, Q., Zeng, H., Li, X., Yan, Y., ... and Shi, H. 2017. Identification, transcriptional and functional analysis of heat-shock protein 90s in banana (*M usa acuminata* L.) highlight their novel role in melatonin-mediated plant response to F usarium wilt. Journal of pineal research, 62(1): e12367.

Xu, L., Yue, Q., Bian, F.E., Sun, H., Zhai, H. and Yao, Y. 2017. Melatonin enhances phenolics accumulation partially via ethylene signaling and resulted in high antioxidant capacity in grape berries. Frontiers in plant science, 8: 1426.

Xu, L., Yue, Q., Xiang, G., Bian, F.E. and Yao, Y. 2018. Melatonin promotes ripening of grape berry via increasing the levels of ABA, H_2O_2, and particularly ethylene. Horticulture Research, 5.

Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C., ... and Xu, L. 2018. Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (*Pyrus communis* L.) fruit during senescence. Postharvest Biology and Technology, 139: 38-46.

Zhang, Z., Hu, Q., Liu, Y., Cheng, P., Cheng, H., Liu, W., ... and Chen, F. 2019. Strigolactone represses the synthesis of melatonin, thereby inducing floral transition in Arabidopsis thaliana in an FLC-dependent manner. Journal of Pineal Research, 67(2): e12582.

Zhang, Y., Huber, D. J., Hu, M., Jiang, G., Gao, Z., Xu, X., ... and Zhang, Z. 2018. Delay of postharvest browning in litchi fruit by melatonin via the enhancing of antioxidative processes and oxidation repair. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66(28): 7475-7484.

Zhang, N., Sun, Q., Li, H., Li, X., Cao, Y., Zhang, H., ... and Guo, Y.D. 2016. Melatonin improved anthocyanin accumulation by regulating gene expressions and resulted in high reactive oxygen species scavenging capacity in cabbage. Frontiers in Plant Science, 7: 197.

Zhang, Z. and Zhang, Y. 2021. Melatonin in plants: what we know and what we don't. Food Quality and Safety, 5.

Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Weeda, S., Ren, S. and Guo, Y.D. 2015. Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. Journal of experimental botany, 66(3): 647-656.

Zhang, L., Wang, B. and Xu, Z. 2011. Volatile constituents of four moraceous host plants of Apriona germari. Shengtai Xuebao/Acta Ecologica Sinica, 31(34): 7479-7485.

Zhao, Y., Tan, D.X., Lei, Q., Chen, H., Wang, L., Li, Q.T., ... and Kong, J. 2013. Melatonin and its potential biological functions in the fruits of sweet cherry. Journal of Pineal Research, 55(1): 79-88.

Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food chemistry, 64(4): 555-559.

Abstract

Considering the nutritional value of fruits and vegetables, maintaining and preserving the quality and increasing the shelf life of these products is very important. Due to the high moisture level, the mulberry fruit has a soft and highly perishable texture, which reduces the life after harvesting of this fruit. Therefore, it is very important to use methods to increase the durability of this product. One of the goals of this research is to investigate the effect of melatonin on the life after harvesting of white berry products stored in cold storage. For this purpose, after selecting suitable and identical fruits, melatonin foliar spraying was done at five levels with concentrations of zero (distilled water as a control), 125, 250, 500 and 1000 micromolar. Then the fruits were divided into 5 groups according to the treatment and kept in the cold room at 1 degree Celsius for 12 days. Random sampling was done every 4 days from among the fruits on days 0, 4, 8 and 12 of storage to evaluate and measure traits. Based on the results of the experiment during the storage period, fruit weight, ascorbic acid, acidity, pH and L* decrease and factors of soluble solids, phenol, flavonoid, polyphenol oxidase enzyme activity (PPO), antioxidant capacity (DPPH), H_2O_2 and Malondialdehyde (MDA) increased. Melatonin treatment increased the amount of ascorbic acid, soluble solids, phenol and flavonoid. It also decreased the amount of weight loss, H_2O_2 concentration, MDA and PPO enzyme activity. Another way to preserve fruit is to use processing methods such as drying. Drying is a very effective and practical method to preserve the fruit and reduce losses after harvesting. The second experiment was conducted with the aim of the effect of solar drying and ohmic heating in increasing the life after harvesting of white berries. Drying treatments included (T0: control, T1: direct return without moisture absorber, T2: indirect return without moisture absorber, T3: direct without return and without moisture absorber, T4: direct return with moisture absorber). According to the results of the second experiment, the amount of phenol in the direct treatment without return and without moisture absorber and the amount of ascorbic acid in the direct treatment without return and without moisture absorber and direct return with moisture absorber decreased compared to the control treatment. Also, the amount of flavonoids increased in the direct return treatment without moisture absorbent and indirect return treatment without moisture absorbent compared to the control treatment. Based on the results of ohmic heating in white berry, the amount of phenol and flavonoids in different treatments of ohmic heating significantly decreased compared to the control treatment. In addition, changes in ohmic heating treatments showed different effects on DPPH. According to the results, the positive effects of melatonin treatment at a concentration of 1000 micromoles of melatonin were more than other concentrations. Also, based on the results of the second experiment, no positive effects of solar drying and ohmic heating treatments were observed on the measured traits

.

Key words: Melatonin, Ohmic heating, Solar drying, White berry

University of Kurdistan
Faculty of Agriculture
Department of Horticultural Science and Engineering

A Thesis
Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of M.Sc. in Horticultural Science and Engineering Orientation of fruit trees

Title:

The effect of melatonin treatment on fresh fruit storage life and application of solar drying and ohmic heating on the quality of processed white mulberry fruit (*Morus alba* L.)

By:
Soraya Kakaei

The above thesis was evaluated and approved by the following members of the thesis committee with ecellent quality on September 21, 2022

Position	Title and Name	Signature
1. Supervisor:	Assoc. Prof. Dr. Mahmoud Koushesh Saba	
2. Advisors:	Assoc. Prof. Dr. Hosain Darvishi	
3. Advisors	Dr. Sirvan Mansouri	
4. External Examiner:	Assist. Prof. Dr. Himan Nourbakhsh	
5. Internal Examiner:	Assist. Prof. Dr. Jalal khorshidi	

Head of Department
Dr. Farzad Nazari

Faculty Graduate Coordinator
Dr. Gholamreza Heidari

University of Kurdistan
Faculty of Agriculture
Department of Horticultural Science and Engineering

A Thesis
Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of M.Sc. in Horticultural Science and Engineering Orientation of fruit trees

Title:

The effect of melatonin treatment on fresh fruit storage life and application of solar drying and ohmic heating on the quality of processed white mulberry fruit (*Morus alba* L.)

By:
Soraya Kakaei

Supervisor:
Dr. Mahmoud Koushesh Saba

Advisors:
Dr. Hosain Darvishi
Dr. Sirvan Mansouri

September 2022

University of Kurdistan
Faculty of Agriculture
Department of Horticultural Science and Engineering

A Thesis
Submitted to the Postgraduate Studies Office in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of M.Sc. in Horticultural Science and Engineering Orientation of fruit trees

Title:

The effect of melatonin treatment on fresh fruit storage life and application of solar drying and ohmic heating on the quality of processed white mulberry fruit (*Morus alba* L.)

By:
Soraya Kakaei

Supervisor:
Dr. Mahmoud Koushesh Saba

Advisors:
Dr. Hosain Darvishi
Dr. Sirvan Mansouri

September 2022