اثر آنزیم‌بری، بسته‌بندی و مدت نگهداری بر محتوی رطوبت و جذب روغن سیب زمینی خشک شده با مایکروویو

شهرزاد شکوری[۱]، حمیدرضا توکلی‌پور[۲*]، سید حمیدرضا ضیاالحق[۳]، سید محسن مرتضوی[۴]

۱- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی،گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۲- دانشیار مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی ، واحد سبزوار ، دانشگاه آزاد اسلامی ، سبزوار، ایران

۳- استادیار، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان(شاهرود)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی

٤- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹٦/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۳)

چکیده

سیب زمینی به عنوان یک منبع ارزشمند نشاسته، شناخته شده است که در تغذیه انسان نقش بسزایی دارد و برای حفظ خواص تغذیه‌ای پس از خشک شدن، باید شرایط ذخیره سازی مناسبی برای آن در نظرگرفته شود. این مطالعه با هدف بررسی اثر سه نوع ماده بسته بندی (BOPP شفاف، BOPP صدفی و پلی اتیلن پلی آمید) در سه شرایط بسته بندی (خلا، نیتروژن، اتمسفر معمولی) و دو تیمار حرارتی(آنزیم‌بری در بخار آب، آب داغ) در تعیین میزان رطوبت و درصد جذب روغن در سیب زمینی‌های خشک شده با مایکرویو بعد از ٦۰و ۱۲۰ روز انبارمانی انجام شد. با افزایش زمان انبارمانی از٦۰روز به۱۲۰روز محتوای رطوبت و جذب روغن در نمونه‌های سیب زمینی خشک شده با مایکروویو کاهش یافت، در حالیکه این کاهش رطوبت در نمونه‌های بسته بندی شده تحت خلا در بسته‌های پلی اتیلن پلی آمید، با سرعت کمتری صورت گرفت. در نمونه‌های آنزیم‌بری شده با بخار آب علاوه بر حفظ رطوبت، کاهش ۰/۷۸ درصدی جذب روغن در آنها مشهود بود. سیب زمینی خشک شده و بسته بندی شده تحت اتمسفر نیتروژن و در BOPP شفاف به ترتیب با ۹/۷۵ درصد و ۹/۸۷ درصد بالاترین درصد جذب روغن را داشتند. تغییر در ساختار داخلی، رطوبت و ژلاتینه شدن نشاسته در سطح، عوامل تاثیر گذار در جذب روغن می‌باشند. نمونه‌های بلانچ شده با بخار آب، بسته بندی شده تحت خلا در بسته‌های پلی اتیلن پلی آمید، بهترین نتایج را در افزایش زمان ماندگاری و کاهش جذب روغن داشتند.

کلید واژگان: جذب روغن، بسته بندی، سیب زمینی، محتوای رطوبت، انبارمانی

*مسئول مکاتبات: h.tavakolipour@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

۱- مقدمه

سیب زمینی مهمترین محصول غده‌ای کشاورزی در جهان است که بخش عمده ماده خشک آن از نشاسته تشکیل شده است. با توجه به محدود بودن فصل برداشت سیب زمینی، ذخیره‌سازی آن با استفاده از روش‌های مناسب از جمله خشک کردن ضروری می‌باشد. به طور کلیفرآیند خشککردناز طریق کاهش محتوای رطوبت ماده غذایی باعث تولید محصولی با کیفیت و قابلیت نگهداری بالا و به دلیل کاهش وزن و حجم محصول باعث حمل ون قل و ذخیره سازی آسان‌تر آن می‌شود. خشک کردن با مایکروویو یکی از مهم‌ترین روش‌های خشک کردن در صنعت غذا می‌باشد که سبب تولید محصولی با تخلخل بالامی‌شود. در این روشگرمابه طور یکنواخت در سراسر ماده غذایی پخش شده و دمای محصول به صورت یکنواخت افزایش می‌یابد وضمن حفظ مواد مغذی، عطر، رنگ و کیفیت محصول از تغییرات بیو شیمیایی نیز جلوگیری می‌کند و باعث خشک شدن سریع و یکنواخت محصول می‌شود [۱ و ۲].

آنزیم‌بری یک فرآیند حرارتی است که معمولاً قبل از فرآیند خشک کردن، انجماد، سرخ کردن و کنسرو کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فرآیند ضمن غیر فعال کردن آنزیم‌ها، با تغییر در ساختار سلولی و نرم کردن بافت، خروج رطوبت از محصول [۳] و ژلاتینه کردن نشاسته باعث کاهش جذب روغن و بهبود بافت در سیب زمینی می‌شود [۵-٤]. انتخاب مناسب پیش فرایندهایی نظیر آنزیم‌بری و خشک کردن، تاثیر مستقیم در جذب روغن و کیفیت محصول سرخ شده دارد. آنزیم‌بری با بخار آب داغ یکی از رایج‌ترین روش‌های آنزیم‌بری در صنعت است که باعث حفظ مواد مغذی و ترکیبات محلول در آب می‌شود [٦].

استفاده از مواد بسته‌بندی و ذخیره‌سازی آخرین مرحله جهت افزایش عمر نگهداری و حفاظت از محصولات خشک می‌باشد. بسته بندی سیب زمینی خشک شده در بسته‌های مناسب می‌تواند در کیفیت نهایی محصول تاثیرگذار باشد [۳، ٦ و ۷]. بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده[1] شکلی از بسته بندی است که هوا از داخل بسته حذف یا توسط یک یا چند گاز مختلف جایگزین می‌شود [۸]. در این نوع بسته بندی با توجه به ماهیت محصول هوای داخل بسته باگازهایی نظیر نیتروژن، دی اکسید کربن یا گازهای دیگر جایگزین می‌شود در نتیجه باعث افزایش ماندگاری محصول و حفظ خواص ارگانولپتیکآن می‌شود [۹]. پر کردن با نیتروژن برای مواد خشک و یا با رطوبت متوسط استفاده می‌شود و پر کردن با CO_2 برای میوه و سبزی تازه استفاده می‌شود که از رشد میکرواورگانیسم‌های بی هوازی و اکسیداسیون چربی جلوگیری می‌کند [۱۰].در بستهبندیتحت خلاهوا از داخل بسته حذف شده و جایگزین نمی‌شود و در واقع نوع خاصی از اتمسفر اصلاح شده است. فیلم‌های بسته بندی که برای بسته بندی‌های تحت خلاوMAP استفاده می‌شوند باید مانع خوبی در برابرگاز و بخار آب باشند و گاز و رطوبت را در داخل بسته حفظ کنند. سازگاری محصول با مواد بسته بندی بسیار مهم است و انتخاب صحیح نوع بسته بندی از راه‌های حفظ کیفیت و ارزش غذایی محصول است [۱۱ و ۱۲]. ضیاالحق (۲۰۱۳) برای بسته بندی تحت خلا مغز بادام از بسته بندی‌های چند لایه پلی اتیلن-پلی آمید و BOPP استفاده کرد و نشان داد که نوع بسته بندی در حفظ حالت خلا و افزایش زمان ماندگاری مؤثر است [۱۳].

سرخ کردن یک روش آماده سازی غذا است که مواد غذایی در روغن گیاهی داغ غوطه‌ور می‌شوند و هم‌زمان انتقال گرما و جرم نیز اتفاق می‌افتد [۷ و ۱۵-۱٤] وضمن خروج رطوبت و خشک شدن جذب روغن نیز صورت می‌گیرد [۱٦]. در فرایند سرخ کردن مقدار جذب روغن به طور مستقیم با مقدار رطوبت از دست رفته متناسب است و جذب چربی معمولاً از طریق سطح صورت می‌گیرد بنابراین ویژگی سطحی عامل تاثیرگذاری در جذب روغن است به طوریکه تغییرات فیزیکوشیمیایی نظیر ژلاتینه شدن نشاسته که روی سطح اثر می‌گذارد می‌توانند در جذب روغن اثر داشته باشد [۱۷، ۱۵ و ۵].

مطالعات متعددی برروی تاثیر پارامترهای خشک شدن بر کیفیت سیب زمینی خشک شده انجام شده است با این حال یک بررسی جامع در مورد اثرات شرایط ذخیره سازی بر کیفیت سیب زمینی خشک و سرخکردن آن ارائه نشده است. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثر روش آنزیم‌بری، نوع ماده بسته‌بندی (BOPP[2] شفاف، BOPP صدفی، PE/PA[3]) و شرایط و مدت زمان نگهداری برروی رطوبت و جذب روغن در سیب زمینی خشک شده با مایکروویو برای افزایش مدت زمان ذخیره سازی می‌باشد.

1. Modified Atmosphere Packaging

2. Biaxially Oriented Polypropylene

3. Polyethylene-Polyamide

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی نمونه

سیب زمینی واریته *Baraka* با ۱۹ درصد ماده خشک، وزن۸۰تا۱۰۰گرم و وزن مخصوص ۱/۰۸گرم برسانتی‌متر مکعب از مزارع منطقه مجن واقع درشمال شاهرود خریداری و تا روز آزمایش در اتاق تاریک با دمای۱۵-۱۰درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی۹۵٪ نگهداری شد [۲]. برای جلوگیری از افزایش قندهای احیا، ۲٤ ساعت قبل از انجام آزمایشات سیب‌زمینی‌ها از اتاق ذخیره خارج و در دمای۲۰درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از آن تمام سیب زمینی‌ها شسته و با چاقو پوست‌گیری و با استفاده از اسلایسر (Nicer dicer مدل FA2009 ساخت کشور چین) به ابعاد(۲×۱×۱سانتیمتر) برش زده شدند. برای جلوگیری از واکنش قهوه‌ای شدن، برش‌های سیب زمینی در محلول۵ درصد اسید اسکوربیک و۲ /۰ درصد اسید سیتریک غوطه ور شدند [۱۸].

۲-۲- آنزیم‌بری و خشک کردن

برای غیر فعال کردن پلی‌فنل‌اکسیداز، حذف هوا و افزایش انعطاف پذیری و سختی، آنزیم‌بری به دو روش آب جوش (۹۰درجه سانتیگراد به مدت٤ دقیقه) و بخار آب (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٦ دقیقه) در بن ماری(Ben mary Lauda مدل 200-E، Lauda-Konigshofen،ساخت کشور آلمان) صورت گرفت [۲]. پس آنزیم‌بری برش‌های سیب زمینی به روش آب جوش و بخار به مدت۲ دقیقه برای حذف نشاسته از سطح آنها شسته و آب سطحی با کاغذ خشک شد و با استفاده مایکروویو(LG 34L، مدلP-9483 SLA ساخت کره جنوبی) در۶۰۰ و اتو مدت ۵دقیقه خشک شدند [۱۹].

۲-۳- بسته بندی در اتمسفر تغییر یافته

بعد از خشک شدن، نمونه‌ها در وزن‌های۶۰گرم در سه نوع فیلم بسته‌بندی(BOPP شفاف، BOPP نیمه شفاف و پلی اتیلن پلی آمید به ضخامت‌های۰/۰٤، ۰/۰٤ و۰/۰۹ میلی‌متر، ساخت صاف نوین فیلم تبریز) وتحت سه شرایط اتمسفری (۹۹ درصد خلا، ۷۰ درصد نیتروژن به ۳۰ درصد اکسیژن و اتمسفر طبیعی) بسته‌بندی شدند. بسته‌بندی با دستگاه بسته بندی تحت خلا(Henckel Man مدل Boxer42، ساخت کشور آلمان) انجام شد. در شرایط خلا، هوای داخل به طور کلی تخلیه شد و در شرایط N_2 دستگاه بسته بندی تحت خلا به مخزن گاز نیتروژن متصل شد و۷۰ درصد گاز نیتروژن داخل بسته تزریق گردید و در اتمسفر طبیعی از هوای اتاق در داخل بسته‌بندی استفاده شد [۲]. درصد رطوبت و جذب روغن در همه نمونه‌ها بعد از۶۰و۱۲۰روز انبارمانی اندازه‌گیری شد.

۲-٤- اندازه‌گیری مقدار رطوبت

اندازه گیری رطوبت سیب‌زمینی بر اساس روش آون گذاری در دمای۲±۱۰۳درجه سانتیگراد انجام شد.حدود ۵ گرم نمونه آون‌گذاری شد و با ترازو ۰/۰۰۰۱ گرم توزین گردید و درصد رطوبت هر نمونه بر حسب گرم بر کیلوگرم ماده خشک محاسبه گردید [۲۰].

۲-۵- اندازه‌گیری مقدار جذبروغن

سرخ کردن با استفاده از یک سرخ کن خانگی با ظرفیت ۲ لیتر در روغن مایع مخصوص سرخ کردن (مخلوطی از روغن سویا و آفتابگردان) با نام تجاری بهار در دمای۱±۱۷۰درجه سانتی‌گراد انجام شد. نمونه‌های سیب زمینی خشک شده به طور جداگانه داخل روغن غوطه‌ور شد و زمان سرخ کردن تا به دست آمدن رنگ روشن و بافت ترد ادامه یافت. سپس نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه سرد شدند و با استفاده از دستگاه سوکسله(Qerhardt، ساخت کشور آلمان) جهت آنالیز درصد روغن جذب شده توسط مورد ارزیابی قرارگرفتند و مقدار درصد چربی بر حسب گرم بر کیلوگرمبر مبنای وزن خشک محاسبه گردید [۲۰].

۲-٦- تحلیل آماری

به منظور بررسی اثر آنزیم‌بری، بسته‌بندی و مدت نگهداری بر محتوی رطوبت و جذب روغن سیب‌زمینی خشک شده این مطالعه با استفاده از روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو سطح در فاکتورآنزیم‌بری (آب داغ و بخار)، سه شرایط اتمسفری(خلا، نیتروژن، اتمسفر طبیعی) و سه نوع بسته بندی(BOPP شفاف،BOPP نیمه شفاف و پلی اتیلن پلی‌آمید) در سه تکرار انجام شد. تحلیل واریانس (ANOVA) بر روی تمام داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و با استفاده از نرم‌افزار SAS(9.1.3 Service Pack 4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر پیش‌تیمار آنزیم‌بری بر درصد رطوبت و جذب روغن

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که دوره انبارمانی، مواد پلیمری بسته بندی، شرایط بسته بندی و نوع پیش تیمار آنزیم بری تاثیر معنی‌داری ($p\leq0.01$) در میزان رطوبت سیب زمینی خشک شده با مایکروویو داشت (جدول ۱). همانطور که در جدول (۲) نیز مشاهده می‌شود در این مطالعه بالاترین و پایین‌ترین مقدار رطوبت به ترتیب۰/۲۳۸درصدو ۰/۱۸۶ درصد مربوط به سیب زمینی‌های آنزیم‌بری شده با بخار آب و آب داغ است. Latapi و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند آنزیم‌بری یکی از اولین روش‌ها در کاهش آب در میوه و سبزیجات است که در نهایت باعث ارتقای کیفیت محصول خشک شده می‌شود. آنزیم‌بری باعث تغییرات ساختاری سلول در بافت سلولی میوه‌ها می‌شود و ضمن کاهش تغییرات کیفی نامطلوب با غیر فعال کردن آنزیم‌ها باعث جداسازی سلول‌هادر ماده غذایی می‌شود [۲۱]. ضیاالحق (۱۳۸۸) گزارش کرد که آنزیم‌بری برمیزان خشک شدن نمونه‌های سیب‌زمینی تأثیر معنی‌داری داشته و با افزایش زمان آنزیم‌بری، رطوبت بیشتری در حین خشک شدن از سیب‌زمینی‌ها خارج شده و محصول چروکیده‌تر می‌شود [۲۲].

Table 1 Analysis of variance for quantitative indicators of potato cubes in storage for 60 and 120 days

Source of variation	Degrees of freedom	Mean square	
		Moisture content	Oil absorption
Storage period (t)	1	0.0006**	23.074**
Packaging materials (p)	2	0.0007**	7.964**
Packaging condition (c)	2	0.0007**	4.594**
Blanching (b)	1	0.072**	20.9**
t×p	2	0.0001**	1.319^{ns}
t×c	2	0.00002^{ns}	0.742^{ns}
t×b	1	0.0006**	3.321*
p×c	4	0.0003**	2.349**
t×p×c	4	0.00001**	0.292^{ns}
p×k	2	0.00004*	2.939**
c×k	2	0.00003^{ns}	2.747**
t×p×k	2	0.00012**	0.72^{ns}
p×c×k	4	0.00014**	0.731^{ns}
t×p×c×k	6	0.00001^{ns}	0.235^{ns}
Error	72	0.000012	0.520547

ns, *, **: Not significant, significant at p<0.05 and p<0.01, respectively (DMRT).

آنزیم‌بری در آب قبل از سرخ کردن باعث کاهش ماده خشک محصول می‌شود زیرا اجزای محلول در آب ماده غذایی، طی فرآیند آنزیم‌بری از سیب زمینی خارج شده و وارد آب می‌شوند و تولید پساب مایع می‌کنند [۲۳] در فرآیند آنزیم‌بری با بخار، به علت ژلاتینه شدن شدید سطح سیب زمینی، سطح غیر قابل نفوذی را به وجود می‌آورد که باعث کند شدن خروج رطوبت از سیب زمینی شده و به حفظ بیشتر رطوبت در سیب زمینی کمک می‌کند [۱۷ و ۳]. Kumar Roy و همکاران (۲۰۰۹) اثر آنزیم‌بری با بخار را روی کلم بروکلی مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج حاصل نشان داد مقدارفنولیک و فلاوونوئید کل در کلم فرایند شده با بخار افزایش یافته است در حالیکه در کلم فرایند شده با آب داغ، به علت اکسیداسیون این ترکیبات فعالیت ترکیبات فنولیک کاهش یافته و یا از بین می‌رود [۱۱].

Table 2 Effects of blanching on moisture content (%) and oil absorption (%)

		Moisture content (%)	Oil absorption (%)
Blanching	Blanched with hot water	0.186±0.026^{b}	9.78±0.87^{a}
	Blanched with steam	0.238±0.018^{a}	8.90±0.94^{b}

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P<0.05 (DMRT).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

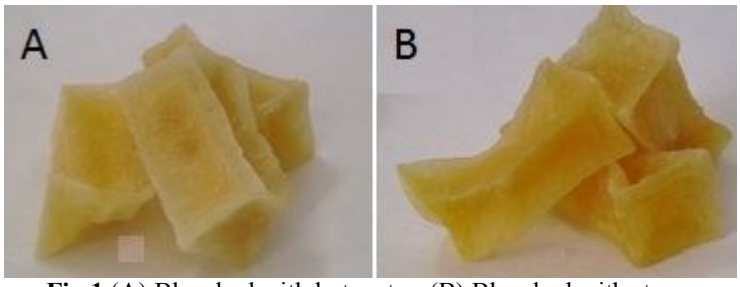

Fig 1 (A) Blanched with hot water; (B) Blanched with steam

پیش تیمارآنزیم‌بری با آب داغ به علت کاهش در محتوای ماده خشک و ایجاد سطوح خشن و حفرات بزرگ در سطح [۲٤] و در داخل سیب زمینی خشک شده با مایکروویو، جذب روغن را افزایش می‌دهد و ضمن سرخ شدن در روغن و انتقال حرارت از پوسته به مرکز، با افزایش منافذ مویرگی، سرعت تبخیر آب افزایش یافته و در اثر اختلاف فشار ایجاد شده، سطح محصول خشک می‌شود [۱۵]. در پایان سرخ کردن بعلت کاهش حجم، افزایش منافذ و اختلاف فشار با پوسته سخت خارجی، شکاف عمیق و شکستگی سرتاسری درون سلول اتفاق می‌افتد و روغن چسبیده به سطح سیب زمینی به علت ایجاد حالت خلا در داخل سیب زمینی سرخ شده، از قسمتهای آسیب دیده وارد سیب زمینی شده و جذب روغن افزایش می یابد [۱۵ و ۲٤]. در فرایند سرخ کردن عمیق در روغن، ژلاتینه شدن نشاسته، تورم و افزایش شکاف و ترک در محصول بوجود می‌آید که به افزایش جذب روغن کمک می‌کند [۷]. میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده به عنوان یک شاهد کیفی مطرح است.آنزیم‌بری،قبل از سرخ کردن سیب زمینی برای بهبود کیفیت بافت و رنگ سیب زمینی استفاده می‌شود که با فعال کردن آنزیم پکتین استراز با ایجاد چروکیدگی در سطح سلول‌ها و کاهش تخلخل در سیب زمینی منجر به کاهش جذب روغن می‌شود [۲۳]. جدول(۱) اثر معنی‌دار محتوای روغن در تیمارهای مختلف آنزیم‌بری را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد مقدار جذب روغن در سیب زمینی‌های آنزیم‌بری شده با بخار آب gr/100gr ۸/۹۰ و در نمونه‌های آنزیم‌بری شده با آب داغ gr/100gr ۹/۷۸ می‌باشد. جذب روغن پدیده سطحی است و سطح سیب زمینی نقش کلیدی در فرآیند سرخ کردن بازی می‌کند. رطوبت، مقدار ماده جامد و ژلاتینه شدن نشاسته در سطح سیب زمینی عواملی هستند که در کاهش جذب روغن در نمونه‌های خشک شده موثر هستند. ژلاتینه شدن نشاسته در سطح سیب زمینی در مرحله آنزیم‌بری میزان جذب روغن در محصولات آنزیم‌بری شده را کاهش می‌دهد [۱۵، ۱۷ و۱۹]. Sotome (۲۰۰۹) طی تحقیقات خود اشاره کرد در طی آنزیم‌بری سیب زمینی در آب داغ تغییرات کیفی و بافتی به علت جذب آب در داخل بافت سیب زمینی ایجاد می‌شود و باعث حل شدن مواد جامد موجود در سیب زمینی در داخل آب داغ می‌شود که منجر به کاهش ماده جامد شده [۲] و با کاهش محتوای نشاسته و ماده خشک در نمونه‌های سیب زمینی آنزیم‌بری شده با آب، مقدار روغن در محصولات سرخ شده نهایی افزایش می‌یابد [۱۹]. Zielinska و همکاران (۲۰۱۷) در یک مطالعه تاثیر استفاده از بخار سوپر هیت را در کاهش جذب روغن چیپس سیب زمینی بررسی و اظهار کردند بخار سوپر هیت منجر به کاهش رطوبت از۸۱/۰۹ بر مبنای مرطوب، به۵۵/۱٦-۳۲/۸۸ درصد برمبنایمرطوب، و تولید چیپس‌هایی با ۲۷-۱۵ درصد چربی کمتر در مقایسه با چیپس‌های تیمار بدون تیمار می‌شود [۱۷]. در فرایند آنزیم بری با بخار به علت کندانس شدن بخار روی سطح سیب زمینی و انتقال گرما به سیب‌زمینی، تبخیر آب و سرعت خشک شدن افزایش می‌یابد و باعث ژلاتینه شدن شدید نشاسته در سطح سیب زمینی می‌شود و ضمن جلوگیری از خروج ماده خشک مقاومت شدیدی نسبت به ورود روغن به محصول ایجاد می‌کند و بیشتر روغن در سطح باقی می‌ماند و به داخل نفوذ نمی‌کند [۲۵]. عبدالله و همکاران (۲۰۱٤) اثر پیش خشک کردن آنزیم‌بری را روی رطوبت و جذب روغن در چیپس سیب زمینی شیرین در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های مختلف اندازه گیری کردند نتایج نشان داد با افزایش زمان خشک کردن درصد رطوبت و جذب روغن کاهش می‌یابد [۱٦].مویانو و همکاران(۲۰۰٦) جذب روغن در سیب زمینی تازه، آنزیم‌بری شده و خشک شده را در طول سرخ کردن مورد ارزیابی قرار دادند. سیب زمینی آنزیم‌بری شده در۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه، وسیب‌زمینی آنزیم‌بری شده و خشک شده تا رطوبت٦۰ درصد برمبنای مرطوب، همگی در دمای مختلف

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

سرخ شدند و در نهایت گزارش شد کاهش دمای سرخ کردن باعث افزایش۳۲ درصدی جذب روغن در نمونه‌های سیب زمینی شد و سیب زمینی‌های خشک شده میزان جذب روغن کمتری نسبت به سیب زمینی‌های آنزیم‌بری شده داشتند. پیش خشک کردن و آنزیم‌بری سیب زمینی باعث ایجاد یک پوسته ضخیم در سطح، طی سرخ کردن و افزایش مقاومت در برابر جذب روغن می‌شود.آنزیم‌بری در دمای بالای (۹۷درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه) قبل از سرخ کردن باعث افزایش جذب روغن می‌شود در حالیکه آنزیم‌بری در دمای پایین ۵۵تا۷۰ درجه سانتی‌گراد قبلازسرخکردن،به دلیل فعال کردن آنزیم پکتین استراز، که باعث کاهش تخلخل می‌شود، جذب روغن را نیز کاهش می‌دهد [۱٤]. جذب روغن۲۰ثانیه اول سرخ کردن اتفاق می‌افتد در دمای بالای سرخ کردن، دانه‌های نشاسته که بر روی سطح سیب زمینی قرار گرفتند آب داخل سیب زمینی را جذب و شروع به رشد و ژلاتینه شدن می‌کنند و باعث تورم نشاسته می‌شوند. سلول‌ها به علت کاهش آب، ازسلول‌های مجاور جدا می‌شوند و این فرآیند از سطح آغاز شده و تا داخل سیب زمینی ادامه می‌یابد وحجم سلول را کاهش می‌دهد و در نهایت سطح داخلی از خارجی جدا شده و منافذ زیادی ایجاد می‌کنند و روغن از طریق شکاف‌ها وارد سلول می‌شود و در پایان سیب زمینی به جسم متخلخل با سطح خشک تبدیل می‌شود [۲۳ و ۷].

۳-۲- تاثیر دوره انبارمانی بر درصد رطوبت و جذب روغن

از دست دادن یا جذب رطوبت یکی از عوامل مهم در کنترل زمان ماندگاری محصول است [۲٦]. از آنجا که مقدار رطوبت تاثیر تعیین کننده‌ای در تکامل خواص مهم مواد غذایی مانند بافت، رنگوارزشغذاییدارد، کنترل رطوبت اولیه تاثیر بسزایی در حفظ کیفیت محصول خواهد داشت. ذخیره سازی سیب زمینی خشک شده با مایکروویو در۱۲۰روز باعث کاهش رطوبت آن شد (جدول۳). میزان کاهش رطوبت به نوع محصول، ماهیت محصول و پوشش بسته بندی بستگی دارد. در واقع شرایط و طریقه انبارکردن از عوامل مهم در حفظ رطوبت محصول است و عواملی چون رطوبت نسبی محیط و دمای محیط بر کیفیت محصول اثر می‌گذارند.Alagoz و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردندطی ۱۰ ماه انبارمانی در محدوده دمایی ٤ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش دما باعث تسریع کاهش رطوبت زردآلوی خشک شده می‌شود [۲۷]. ایوبحسین(۲۰۰۹)گزارش داد رطوبت داخلی گوجه خشک شده طی زمان ذخیره سازی کاهش می‌یابد اما درصد رطوبت گوجه خشک شده طی۵ ماه نگهداری در یخچال به دلیل بالا بودن رطوبت نسبی هوای سرد (RH=80%) در مقایسه با محیط اتاق (RH=60%) کمی افزایش می‌یابد [۲۸]. یوشا و همکاران (۲۰۱۳) به تاثیر مثبت هوای سرد در افزایش رطوبت محصول خشک شده اشاره و تایید کردند که با نگهداری گوجه‌های خشک شده در کیسه‌های پلی اتیلنی طی ماه‌های خشک اکتبر تا نوامبر،رطوبت از ۱۱/٤ به ۱۰/۵۰کاهش و طی ماه‌های مرطوب آگوست تا سپتامبر از٦/۸۰ تا ۱۵/۵۰ افزایش یافت بنابراین بسته بندی گوجه خشک شده جهت ذخیره سازی امری ضروری می‌باشد [۲۹].

مقدار روغن به عنوان یک پارامتر کیفی در محصولات سرخ شده مطرح است و افزایش روغن باعث ایجاد محصولی روغنی و بی‌مزه می‌شود که نه تنها تاثیری در افزایش قیمت محصول ندارد بلکه به عنوان یک محصول ناسالم معرفی می‌شود [۲۰]. تاثیر معنی‌دار دوره انبارمانی روی مقدار روغن جذب شده در سیب‌زمینی خشک شده با مایکروویو در(جدول ۱) نشان داده شده است وهمانطور که دیده می‌شود محتوای روغن با افزایش دوره انبارمانی افزایش می‌یابد به طوری که محتوای روغن به طورمعنی‌داری($p\leq0.01$) در نمونه‌های خشک شده با مایکروویو طی ٦۰ روز ۰/۹۲ درصد کمتر از نمونه‌هایخشکشدهدر۱۲۰روزانبارمانی بود (جدول ۳). ویژگی‌های ماده غذایی(اندازه، شکل، محتوای رطوبت و دانسیته)، پیش تیمار و روش‌های خشک کردن عواملی هستند که در جذب روغن تاثیر می‌گذارند. تبخیر آب و حذف رطوبت باعث ایجاد حفراتی در محصول می‌شود که باعث افزایش جذب روغن می‌شوند. همچنین افزایش زمان انبارمانی به علت تغییرات ساختاری نشاسته و شکستگی پیوندهای درون سلولی و ایجاد حفرات درون سلولی، در ایجاد حفرات داخلی درون سلولی تاثیرگذاشته و هنگام سرخ کردن جذب روغن را افزایش می‌دهد [۱۷]. Vauvre و همکاران(۲۰۱٤) اظهار کردن که رشد بلورهای یخ در سیب زمینی‌های یخ زده باعث ایجاد وضعیت پیچیده در ساختار سلولی شده و استرس‌های مکانیکی و خشک شدن در حین سرخ کردن باعث گسترش حفره‌های بیشتر و جذب روغن بیشتر می‌شود که ناشی از تغییر در محتوای نشاسته است [۲٤].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

Table 3 Effects of storage period on moisture content (%) and oil absorption (%)

		Moisture content (%)	Oil absorption (%)
Storage period	60 days	0.214±0.023[a]	8.88±1.04[b]
	120 days	0.210±0.012[b]	9.80±1.23[a]

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P<0.05 (DMRT).

۳-۳- تاثیر شرایط بسته‌بندی بر درصد رطوبت و جذب روغن

نفوذپذیری، حلالیت بخار آب و گازها، انتشار گازها در پلیمرها ویژگی‌های مهمی هستند که می‌توانند مدت زمان ماندگاری محصول بسته بندی شده درMAP را تحت تاثیر قرار دهند. در این مطالعه شرایط بسته بندی تفاوت معنی‌داری در مقدار رطوبت محصول نشان داد(جدول۱). بسته بندی تحت خلاء یک نمونه ذخیره سازی هیب و باریک ساکن است که به دلیل موثر بودن در کاهش واکنش‌های اکسیداسیون در محصول و قیمت پایین آن به طور گسترده در صنعت غذا استفاده می‌شود. در بسته بندی تحت خلا محصول در بسته‌ای که نفوذ پذیری کمی به اکسیژن دارد محصور می‌شود و بعد از اینکه هوا از داخل بسته خارج شد، دوخته می‌شود و به علت اینکه مانع مناسبی در برابر اکسیژن است باعث حفظ کیفیت در طول ذخیره سازی می‌شود [۱۱]. نیتروژن یک گاز بی اثر است و حلالیت آن در آب و روغن کم است و استفاده از آن در بسته بندی مواد غذایی خشک شده می‌تواند عمر مفید محصول را افزای شدهد [۳۰]. نیتروژن به عنوان جایگزینی برای بسته بندی‌های تحت خلاء برای مهار رشد میکروارگانیسم‌های هوازی و به عنوان یک گاز مکمل برای ایجاد تناسب مطلوب بین سایر ترکیبات گازی در بسته بندی مواد غذایی خشک شده استفاده می‌شود و مدت ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد [۳۱]. Silva و همکاران(۲۰۰٤) اثر مثبت حذف اکسیژن را به عنوان موثرترین راه حل برای کاهش فرایند اکسیداتیو در چیپس سیب زمینی، ضمن کاهش مواد افزودنی و نگهدارنده در حفظ کیفیت و افزایش مدت زمان نگهداری محصول تایید کردند [۳۲]. بالاترین درصد حفظ رطوبت۰/۲۱۷ درصد در نمونه‌های بسته بندی شده تحت خلا مشاهده شد ولی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های بسته بندی شده در شرایط ازتواتمسفرمعمولینبود، که مشابه این تحقیق توسط Ozturkو همکاران(۲۰۱۵) بر روی بسته بندی پسته در شرایط اتمسفر تغییر یافته و خلا تصدیق کرد که بیشترین رطوبت مربوط به پسته‌هایی بود که تحت خلا بسته بندی شده بودند و محتوای رطوبت در پسته در شرایط MAP، ۵۵۹ (گرم بر کیلوگرم) کمتر از دیگر بسته‌ها پس از ذخیره‌سازی در شرایط خلا و کنترل شده بود که ثابت کرد نوع بسته بندی تاثیر معنی‌داری بر روی رطوبت و مدت انبارمانی داشت [۱۰]. Soltani و همکاران (۲۰۱۵) در گزارشی اعلام کردند بسته بندی تحت خلا یک تکنیک مفید برای نگهداری محصول است زیرا بسیاری از غذاها به سرعت در هوا ممکن است به علت از دست دادن یا جذب رطوبت، واکنش با اکسیژن و رشد میکروارگانیسم‌های هوازی خراب شوند، بنابراین ذخیره‌سازی محصولات در یک اتمسفرگازی تغییر یافته می‌تواند ضمن حفظ رطوبت از طریق کاهش واکنش شیمیایی و بیوشیمیایی و کاهش رشد میکروارگانیسم‌های فاسد کننده عمرماندگاری محصول را افزایش دهند [۱۱ و ۲٦]. در این مطالعه علیرغم وجود۷۰ درصدگاز نیتروژن داخل بسته، نیتروژن تاثیری برحفظ رطوبت محصول نداشت، ضمن اینکه این گاز تنها به عنوان یک گاز پرکن با قابلیت انحلال پایین به عنوان جایگزین اکسیژن در بسته بندی جهت به تأخیر انداختن فساد اکسیداتیو استفاده می‌شود و با تاثیر مستقیم بر روی رشد میکروارگانیسم‌های هوازی فساد محصول راب ه تاخیر می‌اندازد و طول عمر محصول را افزایش می‌دهد و از مچاله شدن بسته‌هایی که CO_2 جذب ماده غذایی می‌شود جلوگیری می‌کند [۳۲].

در این مطالعه تأثیر شرایط بسته بندی تفاوت معنی‌داری را در جذب روغن در محصول نشان داد (جدول ۱). بیشترین جذب روغن با۹/۷۵ درصد در نمونه‌های بسته بندی شده در شرایط نیتروژن بود و تفاوت معنی‌داری در جذب روغن بین نمونه‌های بسته بندی شده تحت شرایط خلاء و اتمسفر معمولی دیده نشد (جدول٤). جذب روغن به طور عمده توسط ساختار متخلخل محصول در طی ۲۰ ثانیه اول سرخ کردن اتفاق می‌افتد [۱۷] و بقیه جذب روغن زمانی اتفاق می‌افتد که محصول سرخ شده از سرخ کن خارج می‌شود. تشکیل منافذ اصلی ناشی از، خروج آب از طریق کانال‌های مویرگی محصول است که بعدها به عنوان مسیر ورود روغن به محصول در مرحله خنک کردن عمل می‌کند. خروج رطوبت در اثر تبخیر، ایجاد منافذ مویرگی می‌کند که از این طریق روغن وارد محصول می‌شود، از آنجا که

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

نیتروژن از مچاله شدن بسته و فشار بر روی محصول جلوگیری می‌کند، باعث کاهش چروکیدگیو صدمه کمتر به لوله‌های مویرگی در سیب زمینی خشک شده می‌شود [۳۱ و ۲۵].

Table 4- Effects of packaging conditions on moisture content (%) and oil absorption (%)

		Moisture content (%)	Oil absorption (%)
Packaging condition	Natural atmosphere	0.210±0.011[b]	9.12±0.56[b]
	Vacuume	0.217±0.014[a]	9.15±1.05[b]
	N_2 (70%)	0.209±0.019[b]	9.75±1.12[a]

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P<0.05 (DMRT).

۳-٤- تاثیر فیلم بسته‌بندی بر درصد رطوبت و جذب روغن

بسته بندی علاوه بر ایجاد جذابیت برای مصرف کننده باعث حفاظت وجلوگیری ازتخریب محصول می‌شود [۱۰]. بسته‌بندی نقش اصلی را در حفظ محصول در برابرصدمات و آسیب‌های خارجی دارد و باعث حفاظت آن در برابر اکسیژن، بخار آب، نور و افزایش ماندگاری می‌شود و علاوه بر آن خصوصیات حسی و ثبات رنگ را بهبود می‌بخشد و از خشک شدن بیش از حد ماده غذایی جلوگیری می‌کند. تخریب مواد غذایی در طول ذخیره سازی با انتخاب مناسب مواد بسته‌بندی و شرایط بسته بندی تا حد زیادی کاهش می‌یابد. فیلم‌هایی که برای بسته‌بندی انتخاب می‌شوند باید ویژگی‌های نفوذپذیری خاصی داشته باشند [۸ و ۲٦]. تعیین خواص ممانعت کنندگی پلیمرها در تعیین مدت ماندگاری محصول بسته بندی شده بسیار مهم است. بررسی رطوبت درسیبزمینی‌هایخشک شدهبا مایکروویو کاهش رطوبت معنی‌داری رادرنمونه‌هایبسته بندی شده درBOPP شفاف وBOPP صدفی نسبت به پلی اتیلن پلی آمید نشان داد. جدول ۵نشان می‌دهد که مکعب‌های سیب زمینی خشکشدهبامایکروویوکه در پلی اتیلن پلی آمید بستهبندیشده‌اندحداقل کاهش رطوبت و نفوذ پذیری را داشته‌اند. مشابه این مشاهدات در مورد افزایش رطوبت در طول بسته‌بندی در زردآلوی خشک شده با خورشید توسطAlagozگزارش شد [۲۷] که این نتایج می‌توانند به علت نفوذ ناپذیرتر بودن پلی اتیلن پلی آمید نسبت به BOPPباشد. Ozturk و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند انتشارگاز در فیلم‌های پلیمری بر اساس ساختار فیلم تعیین می‌شود و پلیمرهایی که به طورگسترده در بسته بندی مواد غذایی استفاده می‌شوند مانع مطلقی در برابرگاز و بخارآب نیستند و تفاوت در حلالیت گازها تعیین کننده نفوذپذیری آنها در فیلم‌ها می‌باشد و طی بررسی که بر روی نفوذپذیری گاز اکسیژن و نیتروژن در پلیمرهای بسته بندی دردماهای مختلف انجام داد گزارش کرد که نفوذ پذیری پلیمرها به گازها با افزایش دما افزایش می‌یابد [۱۰ و ۳۱] و پوششهای پلی اتیلنی امتیاز بالایی در حفظ و نگهداری رطوبتدرمحصولاتدارند [۳۳]. Udomkun و همکاران (۲۰۱٦) در تحقیقی که بر روی پاپایا خشک شده انجام دادند گزارش کردند که رطوبت وa_w نمونه‌هایی که درALP، PE/PAبسته بندی شده بودند با افزایش مدت زمان ذخیره سازی تا نه ماه، به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد که عمدتاً به علت نفوذ بخار آب از محیط خارجی از طریق مواد بسته‌بندی است. بنابراین مقدار رطوبت مواد غذایی از آن جهت که بر جنبه‌های فیزیکوشیمیایی مواد غذایی تاثیر می‌گذارد، تاثیر زیادی بر ذخیره‌سازی محصول برای مدت طولانی دارد [۳٤]. Ziaolhagh (۱۹۹۹) نشانداد که تأثیر نوع بسته بندی‌های پلی‌آمیدPVC، پلی اتیلن-سلولز و BOPPبر مقدار رطوبت کشمش نگهداری شده در دمای $^{\circ}C$ ۱۵ و به مدت ٤ ماه معنی‌دار است، به طوری که نمونه‌های بسته‌بندی شده در BOPP مقدار رطوبت کمتری داشتند[۳۵].

Fig 2 (A) Transpirant biaxially oriented polypropylene (BOPP) laminated; (B) polyethylene-polyamide laminate; (C) semi-transparent BOPP

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

Table 5 Effects of packaging materials on moisture content (%) and oil absorption (%)

		Moisture content (%)	Oil absorption (%)
Packaging materials	Transparent BOPP	0.210±0.013[b]	9.87±1.24[a]
	Semi-transpirent BOPP	0.217±0.021[a]	9.17±1.07[b]
	Polyethylene-polyamide laminate	0.204±0.014[b]	8.98±0.96[b]

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P<0.05 (DMRT).

بررسی تاثیر بسته بندی بر روی جذب روغن در سیب زمینی خشک شده با مایکروویو نشان داد که نمونه‌های بسته بندی شده در BOPP شفاف جذب روغن معنی‌داری نسبت به سایر نمونه‌ها دارند (جدول۱). پلی پروپیلن دو طرفه جهت دار از سری پلیمرهای پلی پروپیلن است که در بسیاری از موارد در بسته بندی‌های MAP مورد استفاده قرار می‌گیرد. این بسته‌ها متراکم‌تر و شفاف‌تر از پلی اتیلن هستند و مانع خوبی در برابرگاز و بخار آب می‌باشند [۸]. از آنجاییکه نفوذ پذیری پلیمرها به بخار آب وگاز مطلق نیست و ساختار فیلم، ضخامت و نفوذ پذیری پلیمرها در حذف رطوبت از محصول تاثیرگذار هستند، نمونه‌هایی که در BOPP شفاف بسته‌بندی شده بودند دارای بیشترین جذب روغن(۹/۸۷ درصد) در مقایسه با پلی اتیلن پلی‌آمید و BOPP صدفی با جذب روغن به ترتیب۹/۱۷۶ و ۸/۹۸ درصد بودند (جدول ۵). در پلی اتیلن پلی آمید به علت افزایش ضخامت، نفوذ پذیری به رطوبت و هواکاهش می‌یابد و برکیفیت محصول تأثیر مثبتی دارد [۳۱]. جذب چربی به محتوای رطوبت اولیه موادقبل از سرخشدن بستگی دارد و حتی شرایط آنزیم‌بری و خشک کردن [۳ و ۵]، علاوه بر کاهش رطوبت در میزان جذب روغن تاثیرگذار است [۱٦].

٤- نتیجه‌گیری

انتخاب مناسب مواد بسته بندی وشرایط بسته بندی علاوه بر حفظ رطوبت و کیفیت محصول باعث ایمنی محصول نیز می‌شود. از آنجاییکه میزان رطوبت در جذب روغن تاثیر بسزایی دارد بنابراین کنترل شرایط ذخیره‌سازی و بسته‌بندی در جذب روغن نیز موثر است. نتایج نشان داد که رطوبت سیب‌زمینی‌های خشک شده در مایکروویو به طور قابل توجهی تحت تاثیر مدت زمان انبارمانی، نوع آنزیم‌بری، نوع بسته‌بندی و شرایط بسته‌بندی قرار دارد. بسته‌بندی پلی اتیلن پلی آمید تحت شرایط خلا باعث حفظ بیشتر رطوبت در نمونه‌های سیب زمینی خشک شده با مایکروویو شد. پیش تیمار آنزیم‌بری با آب داغ و ذخیره‌سازی در مدت ٤ ماه تاثیر منفی در کاهش رطوبت در نمونه‌های خشک شده داشت. جذب روغن در محصولات سرخ شده از طریق مکانیسم‌های پیچیده‌ای صورت می‌گیرد و مسیر نفوذ روغن بستگی به فرآیندهای قبلی محصول (روش‌آنزیم‌بری، خشک کردن، بسته بندی) و شرایط سرخ کردن دارد به طوریکه تغییرات کوچک ساختاری تاثیر بزرگی در جذب روغن می‌گذارد. بیشترین جذب روغن در هنگام خنک کردن محصول سرخ شده اتفاق می‌افتد زیرا در هنگام خنک کردن، فشار بیش از حد داخلی و جریان بخار در هنگام سرخ کردن از بین می‌رود و مسیرهای مویرگی ایجاد شده داخل سیب زمینی سرخ شده با ایجاد مکش، باعث افزایش جذب روغن می‌شود. با افزایش مدت زمان انبارمانی رطوبت نمونه‌های خشک شده در مایکروویو کاهش و جذب روغن در آن‌ها افزایش می‌یابد. درصد جذب روغن در سیب زمینی‌های خشک شده با مایکروویو در شرایط آنزیم‌بری با آب داغ بالاتر از نمونه‌های آنزیم‌بری شده در بخار بود. BOPP شفاف در شرایط اتمسفری معمولی برای بسته بندی سیب زمینی خشک شده مناسب نبود چون افزایش درصد جذب روغن را در نمونه‌های خشک شده در پیداشت. تحت شرایط خلا به علت چروکیدگی محصول و کاهش سطح تماس روغن با نمونه‌ها، جذب روغن در آن‌ها کاهش یافته و در نتیجه بیشترین تاثیر را در کاهش جذب روغن داشتند.

٥- منابع

[1] Hafezi, N, Sheikhdavoodi, M.J, Sajadiye, S.M, 2015, Evaluation of Quality Characteristics of Potato Slices during Drying by Infrared Radiation Heating Method under Vacuum, International Journal of Agricultural and Food Research, 4 (3), 1-8.

[2] Sotome, I, Takenaka, M, Koseki, S, Ogasawara, Y, Nadachi, Y, Okadome, H, Isobe, S, 2009, Blanching of potato with superheated steam and hot water spray, LWT- Food Science and Technology, 42 , 1035-1040.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

[3] Reis, F.R, 2017, Effect of Blanching on Food Physical, Chemical, and Sensory Quality,Chapter 2.
[4] Tajner-Czopek, A, Figiel, A, Rytel, E, 2007, Effect of potato strips pre-drying methods on french fries quality,Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 57, 175-181.
[5] Yadav, D.V, Shukla, R.N, Kaushik, U, Priyadarshini, D, 2014, Effect of frying time and temperature on the oil uptake characterstics of pre-treated potato (solanum tuberosum) chips, International Journal of Research in Engineering and Advanced Technology, 4, 1-10.
[6] Elfnesh, F, Tekalign, T, Solomon, W, 2011, Processing quality of improved potato (Solanum tuberosum L,) cultivars as influenced by growing environment and blanching, African Journal of Food Science, 5(6), 324-332.
[7] Huang, P.Y.H, Fu, Y.C, 2014, Modelling the Kinetics of Water Loss during Deep-Fat Frying of Potato Particulates, Czech Journal of Food Science, 32(6), 585-594.
[8] Mangaraj, S, Goswami , T.K, Mahajan, P.V, 2009, Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables, A Review, Food Engineering Reviwe, 1, 133–158.
[9] Sandhya, 2010, Modified atmosphere packaging of fresh produce, Current status and future needs, LWT - Food Science and Technology, 43, 381–392.
[10] Ozturk, I, Sagdic, O, Yalcin, H, Dursun Capar, T, Asyali, M.H, 2015, The effects of packaging type on the quality characteristics of fresh raw pistachios (Pistacia vera L,) during the storage, LWT-Food Science and Technology, 1-26.
[11] Kumar, P, Ganguly, S, 2014, Role of vacuum packaging in increasing shelf-life in fish processing technology, Asian Journal of Biology Science, 9, 109-112.
[12] Muizniece-Brasava, S, Ruzaike, A, Dukalska, L, Stokmane, I, Strauta, L, 2013, Quality Evaluation of Ready to Eat Potatoes'Produce in Flexible Packaging, International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering , 7(7), 725-730.
[13] Ziaolhagh, H., 2013, Effect of packagingon shelf life of almond kernels, InternationalJournal of Agriculture and Crop Sciences,5(1), 5–20.
[14] Moyano, P.C, Pedreschi, F, 2006, Kinetics of oil uptake during frying of potato slices, Effect of pre-treatments, LWT- Swiss Society of Food Science and Technology, 39, 285–291.
[15]Shaker, M.A, 2015, Comparison between traditional deep-fat frying and air-frying for production of healthy fried potato strips, International Food Research Journal, 22(4), 1557-1563.
[16] Abdulla, G, El-Shourbagy, G.A, Sitohy, M.Z, 2014, Effect of Pre-drying, Blanching and Citric Acid Treatments on the Quality of Fried Sweet Potato Chips, American Journal of Food Technology, 9, 39-48.
[17] Zielinska, A.M, Błaszczak, W, Devahastin, S, 2015, Effect of superheated steam prefrying treatment on the quality of potato chips, International Journal of Food Science and Technology, 50, 158–168.
[18] Arroqui, C, Rumsey T.R, López A, Virseda, P, 2002, Losses by diffusion of ascorbic acid during recycled water blanching of potato tissue, Journal of Food Engineering, 52, 25–30.
[19] Zhang, T, Jinwei L, Ding, Z, Fan, L, 2015, Effects of initial moisture content on the oil absorption behavior of potato chips during frying process, Food Bioprocess Technol, 1-10.
[20] Su,Y, Zhang, M, Zhang, W, Adhikari, B, Yang, Z, 2016, Application of novel microwave-assisted vacuum frying to reduce the oil uptake and improve the quality of potato chips, LWT- Food Science and Technology, 1-34.
[21] Latapi, G, Barrett,D.M, 2006, Influence of Pre-drying Treatments on Quality and Safety of Sun-dried Tomatoes, Part I, Use of Steam Blanching, Boiling Brine Blanching,and Dips in Salt or Sodium Metabisulfite, Sensory and Nutritive Qualities of Food, 71(1), 24-31.
[22] Ziaolhagh, S.H.R, 2010, Determination of the optimum conditions for preparing and drying of potato slices, Journal of Food Research (University of Tabriz) 1(2), 23-36.
[23] Ziaiifar, A.M, Achir, N, Courtois, F, Trezzani, I, Trystram, G, 2008, Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process, International Journal of Food Science and Technology, 43, 1410-1423.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

[24] Vauvre, J.V, Kesteloot, R, Patsioura, A, Vitrac, O, 2014, Microscopic oil uptake mechanisms in fried products, European Journal of Lipid Science and Technology, 1-23.

[25] Ziaiifar, A.M, 2009, Oil absorption during deep-fat frying, mechanisms and important factors.

[26] Soltani, M, Mobli, H, Alimardani, R, Mohtasebi, S.S, 2015, Modified Atmosphere Packaging, A Progressive Technology for Shelf-Life Extension of Fruits and Vegetables, Journal of Applied Packaging Research,7(3), 33-59.

[27] Alagoz , S,Meltem, B, Mehmet, O, 2015, Effects of different sorbic acid and moisture levels on chemical and microbial qualities of sun-dried apricots during storage, Food Chemistry 174, 356-364.

[28] Ayub Hossain, M.D, Gottschalk, K, 2009, Effect of moisture content, storage temperature and storage period on colour, ascorbic acid, lycopene and total flavonoids of dried tomato halves, International Journal of Food Science and Technology, 44, 1245-1253.

[29] Joshi, U.N, Suvarna ,V.C, Surendra, H.S, Nagaraju, N, 2013, Evaluation of Storage Stability Leaf Curl Resistant Cultivars for Producing Dehydrated Tomato, Discourse Journal Agriculture and Food Science, 1(1), 1-7.

[30] Siracusa, V, 2012, Food Packaging Permeability Behaviour, a Report, International Journal of Polymer Science, 1-11.

[31] Shakouri, S, Ziaolhagh, H.R, Sharifi-Rad, J, Heydari-Majd, M, Tajali, R, Nezarat, S, Teixeira da Silva, J.A, 2015, Effect of packaging material and storage period on microwave-dried potato (Solanum tuberosum L,) cubes, Journal of Food Science and Technology, 52(6), 3899-3910.

[32] Silva, A.S, Hernández, J.L, Losada, P.P, 2004, Modified atmosphere packaging and temperature effect on potato crisps oxidation during storage, Analytica Chimica Acta, 524, 185-189.

[33] Canellas, J, Rossel, B.C, Simal, S, Soler, L, Mulet, A, 1993, Storage conditions affected quality of raisins, Journal of Food Science, 58, 805-809.

[34] Udomkun, P, Nagle, M, Argyropoulos, D, Mahayothee, B, Latif, S, Müller, J, 2016, Compositional and functional dynamics of dried papaya as affected by storage time and packaging material, Food Chemistry, 196, 712-719.

[35] Ziaolhagh, S.H.R., 1999, Investigation onthe quality and shelf life of raisin and driedapricots in different export packages,M.Sc.Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]

The effect of Blanching, packaging and storageperiod on moisture content and oil absorption in microwave-dried potato cubes

Shakouri, Sh. [1], Tavakolipour, H. R. [2*], Ziaolhagh, S. H. R. [3], Mortazavi, S. M. [4]

1. Department of Food Science and Technology Sabzevar Branch,Islamic Azad University of Sabzevar, Sabzevar, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Sabzevar Branch, Islamic Azad University of Sabzevar, Sabzevar, Iran.
3. Assistant Professor,Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Semnan Province (Shahrood), AREEO, Shahrood, Iran.
4. Department of Food Science and Technology Damghan Branch, Islamic Azad University of Sabzevar, Sabzevar, Iran.

(Received: 2018/02/06 Accepted: 2018/06/03)

Potato is known as a valuable source of starch which plays an important role in human nutrition. Proper storage conditions should be considered to protectthe nutritional properties of potato after drying.The effect of three packaging materials (transparent biaxially oriented polypropylene laminate (BOPP); semitransparent BOPP; polyethylene-polyamide (PE-PA) laminate) in three packaging conditions (vacuum, N2, natural atmosphere) and in two temperature treatments (blanching in hot water; steam) on microwave-dried potato (Solanum tuberosum L.; Solanaceae) cubes was studied. Moisture content and oil absorption decreased in microwave dried potato by increasing storage time from 60 to 120 days. The moisture loss rate in vacuum packed samples in polyethylene polyamide film was less than BOPP. Steam blanched samples not only had more moisture but also absorbed less amount of oil. The dried and packed potatoes under nitrogen atomospher and in transparent BOPP had the highest percentage of oil absorption with 9.75% and 9.87%, respectively. Changes in the internal structure, moisture and gelatinization of starch in the surface are factors affecting the absorption of oil. Blanched samples with steam and vacuum packed in polyethylene polyamide films, have the best results in increasing the shelf-life and reducing oil absorption.

Key word: Oil Absorption, Packaging, Potato, Moisture Content, Shelf Life

* Corresponding Author E-Mail Address: h.tavakolipour@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-08-02]