Archive of SID

بررسی عوامل مؤثر در سرعت فرآیند خشک کردن اسمزی سیب زرد لبنانی

احمد کلباسی و حامد فاطمیان

بترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷۸/۸/۱۹

خلاصه

در این تحقیق اثر دماهای ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سلسیوس و غلظتهای ۵۰ و ۷۰ درصد محلولهای سوکروز و گلوکز حاوی مقادیر مختلف (صفر، نیم و یک درصد) نمک کلرور سدیم بر سرعت یا سینتیک فرآیند خشک کردن اسمزی[1] سیب رقم گلدن دلیشس[2] بعنوان میوه مدل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که با افزایش دما و غلظت محلول اسمزی میزان جذب ماده جامد[3] از محلول اسمزی به سمت بافت نمونه‌ها به ترتیب بصورت خطی و نمائی زیاد می‌گردد. همچنین افزودن مقدار محدودی نمک کلرور سدیم به محلول اسمزی موجب کاهش میزان جذب ماده خشک (از محلول اسمزی به سمت میوه) و افزایش شدت آبگیری از میوه می‌گردد. از طرف دیگر با افزایش دما محلولهای محتوی ۷۰ درصد سوکروز کارآیی فرآیند اسمزی کاهش می‌یابد. از مجموع بررسیهای بعمل آمده مشخص شد که بیشترین کارایی فرآیند اسمزی مربوط به نمونه‌های سیبی است که در معرض محلول ۵۰ درصد سوکروز و حاوی یک درصد نمک کلرور سدیم در دمای ۵۰ درجه سلسیوس قرار گرفته است.

واژه های کلیدی : خشک کردن اسمزی ، افزایش ماده خشک، برگه خشک سیب، فعال کننده های اسمزی، شدت آبگیری ، محلول ساکارز

مقدمه

بخش عمده‌ای از میوه‌ها و سبزیهای کشور ما به طریقه سنتی و با استفاده از نور خورشید و یا با استفاده از جریان هوای گرم به خشکبار تبدیل می‌شوند. بدون شک روش سنتی رایج به دلایلی نظیر کندی فرآیند و افزایش آلودگیهای میکروبی، چروکیدگی و قهوه‌ای شدن شدید محصول نهایی، شیوه‌مطلوبی نیست (۳ و ۱۰). از طرفی در روشهای متداول صنعتی، با بهره‌گیری از جریان هوای نسبتاً داغ حتی در مدت زمان بسیار کوتاهتری نسبت به روش سنتی اولاً، نیاز به انرژی جهت انجام فرآیند افزایش می‌یابد و ثانیاً کیفیت محصول نهایی به لحاظ ویژگیهای ارگانولپتیک و تغذیه‌ای شدیداً افت و کاهش پیدا می‌کند (۱۰). به علاوه در این دو روش جهت جلوگیری از واکنشهای قهوه‌ای شدن از ترکیبات متفاوت شیمیایی بویژه مواد گوگرددار استفاده می‌شود و بدین ترتیب سلامت مصرف کننده در معرض خطر قرار می‌گیرد. در کاربرد فرآیند اسمزی به دلیل استفاده محدود و کوتاه مدت از جریان هوای گرم برای تکمیل عملیات خشک کردن نه تنها ویژگیهای مطلوب محصول در حد قابل توجهی حفظ می‌گردد (۹ و ۱۴)، بلکه میزان‌نیاز به انرژی حرارتی جهت حذف آب اضافی محصول شدیداً کاهش می‌یابد. از طرفی با بکارگیری محلولهای اسمزی در این فرآیند، از واکنشهای قهوه‌ای شدن آنزیمی تا حد قابل ملاحظه‌ای جلوگیری شده و امکان حذف مواد شیمیایی نظیر ترکیبات گوگردی،افزایش خواهد یافت (۵).

1 - Osmotic Dehydration (O.D.)
2 - Golden Delicious
3 - Solid Gain (Solid Uptak)

www.SID.ir

Archive of SID

اساس فرآیند خشک کردن به روش اسمزی، قرار دادن قطعات مواد غذایی مانند میوه یا سبزی در یک محلول هیپرتونیک[1] است. این محلولها معمولاً دارای فشار اسمزی[2] بالاتر و فعالیت آبی[3] کمتری در مقایسه با محیط سلولی مواد غذایی هستند. از آنجا که دیواره سلولهای بسیاری از مواد غذایی می‌تواند بعنوان یک غشاء نیمه تراوا[4] عمل کند، بنابراین یک نیروی محرکه جهت حرکت آب بین ماده غذایی و محلول اسمزی ایجاد می‌شود. البته این دیواره کاملاً انتخابی عمل نمی‌کند و گاه و بی‌گاه مواد جامد محلول در مایع اسمزی به درون ماده غذایی تراوش می‌نماید (۷، ۸، ۹ و ۱۶).

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود فرآیند خشک کردن اسمزی مواد غذایی یک فرآیند انتقال جرم چند مؤلفه‌ای است به طوری که همزمان با خروج آب از مادهٔ غذایی، مواد جامد موجود در محلولهای اسمزی به داخل بافت - درون سلولها یا فضاهای بین سلولی - نفوذ می‌کنند. همچنین مقادیری از مواد محلول درون سلولی مانند اسیدهای خوراکی همراه با آب، از ماده غذایی خارج شده و به محلول اسمزی وارد می‌شوند (۱۰ و ۱۸).

بنا به نظر محققین و پژوهشگران شدت فرآیند اسمزی، به عواملی نظیر نوع و غلظت مواد حل شده در محلول (۵، ۷، ۸ و ۱۶)، زمان ماندن مادهٔ غذایی در محلول (۱۱)، دمای محیط (۸ و ۱۵)، نسبت محلول به ماده غذایی (۵)، شکل و سطح ویژه ماده غذایی (۱۶)، شدت بهم زدن یا چرخش محلول (۸) و نوع و میزان ترکیبات فعال کننده[5] محلولهای اسمزی نظیر نمکهای کلرور سدیم و کلرور کنسیم (۴، ۱۳ و ۱۶) وابسته است. مواد بکار رفته جهت ایجاد نیروی محرکه در فرآیند اسمزی علاوه بر حفظ طعم و عطر مطلوب باید کاملاً غیر سمی باشند. بعنوان مثال لازاریدس و همکاران از شربت ذرت برای خشک کردن اسمزی سیب استفاده کردند (۱۲). همچنین بیسوال محلولهایی از سوکروز و لاکتوز را جهت خشک کردن اسمزی برخی میوه‌ها بکار برد (۴). لنارت نیز از محلولی حاوی سوکروز و نمک کلرور سدیم برای خشک کردن سیب‌زمینی به روش اسمزی استفاده نمود (۱۳). وی تأکید کرده است که استفاده از نمک کلرور سدیم شدت فرآیند اسمزی را افزایش و میزان نیاز به انرژی را کاهش می‌دهد (۱۴).

از آنجا که پتانسیل اسمزی یک محلول، بیشتر به تعداد کل ذرات ماده حل شده بصورت یون و یا مولکول بستگی دارد، لذا جهت افزایش نیروی محرکه در فرآیندهای اسمزی لازم است از موادی که با حل شدن خود ذرات بیشتری را در محلول ایجاد می‌کنند، استفاده گردد (۴ و ۶). اغلب نمکها مانند کلرورهای سدیم و کلسیم از این مواد هستند. به همین دلیل غالباً جهت افزایش شدت فرآیند خشک کردن مواد غذایی به روش اسمزی از برخی از آنها در غلظت‌های بسیار کم استفاده می‌شود (۱۳).

همچنین براساس مطالعات فارکاس مشخص شده است که شدت فرآیند اسمزی تحت تأثیر تغییرات دما می‌باشد (۸) و گرچه با زیاد شدن دما سرعت فرآیند پیشرفت چشمگیری پیدا می‌کند، لیکن در دمای بین ۵۵ تا ۶۰ درجه سلسیوس ازدیاد سرعت محدود می‌شود و بهتر است از دماهای کمتر از ۵۵ درجه سلسیوس استفاده شود. توضیح آنکه دمای بیش از مقادیر ذکر شده سبب افزایش سرعت واکنشهای قهوه‌ای شدن یا از بین رفتن رنگ طبیعی، ایجاد حالت نرمی و پختگی و بالاخره از هم پاشیدگی بافت محصول می‌شود (۱).

شکل ۱ - تغییرات میزان رطوبت و ماده خشک نمونه در طی فرایندخشک کردن به روش اسمزی (۱۰)

1 - Hypertonic Solution 2 - Osmotic Pressure 3 - Water Activity 4 - Semipermeable Membrane 5 - Osmoactive agents

www.SID.ir

Archive of SID

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر حضور یا عدم حضور ترکیبات فعال کننده فرآیند اسمزی و همچنین تأثیر دما، نوع و غلظت های گوناگون محلولهای اسمزی بر سرعت یا شدت انجام فرآیند خشک کردن اسمزی سیب زرد لبنانی یا رقم گلدن دلیشس است.

مواد و روشها

مقدار ۱۶۰ کیلوگرم سیب (رقم گلدن دلیشس) از کرج تهیه و در سردخانه‌ای با دمای صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۶ درصد برای مدت یک ماه نگهداری گردید. جهت آماده‌سازی نمونه‌های آزمایشی از فرآیندهای شستشو، پوست‌گیری، هسته‌گیری، حلقه کردن و توزین استفاده شد. جهت انجام فرآیند اسمزی قطعات حلقه‌ای سیب با قطر خارجی ۶ سانتیمتر و ضخامت یک سانتیمتر در تماس با محلولهای جداگانه ۵۰ و ۷۰ درصد سوکروز و گلوکز حاوی مقادیر صفر، ۰/۵ و ۱ درصد نمک با نسبت وزنی ۴:۱ (محلول اسمزی : نمونه) و در دمای ۴۰، ۴۵ و ۵۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به کاهش وزنی معادل ۴۰ درصد قرار گرفت. نمونه‌برداری در حین انجام فرآیند اسمزی جهت اندازه‌گیری و ارزیابی پارامترهای مختلف نشان دهنده سرعت فرآیند به شرح زیر انجام گرفت:

۱ - اندازه‌گیری میزان نفوذ ماده خشک محلول[1] به درون بافت و میزان کاهش رطوبت[2] از درون بافت در نمونه‌های اسمزی:

نخست با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری رطوبت مجهز به منبع حرارتی مادون قرمز،مدل OHEUS-MB 200،درصد ماده‌خشک و رطوبت نمونه‌ها در زمانهای مختلف انجام فرآیند اسمزی تعیین گردید.سپس برمبنای معادلات توازن جرمی،میزان افزایش ماده خشک و کاهش رطوبت در محصول نهایی بصورت زیر محاسبه گردید:

$$SG = [(FS.FM/IM)-IS] / IS$$

$$ML = [(IM-IS)IM-(IM-FS)FM] / IM.IS$$

که در آن:

SG : نسبت مقدار مادهٔ خشک جذب شده از محلول اسمزی به مقدار مادهٔ خشک اولیه نمونه

FS : درصد ماده خشک در نمونه نهایی

IS : درصد ماده خشک در نمونه اولیه

FM : جرم نمونهٔ نهایی (g)

IM : جرم اولیه نمونه (g)

ML : نسبت مقدار آب از دست رفته از محصول اولیه به مقدار مادهٔ خشک آن

۲ - اندازه‌گیری میزان افزایش سوکروز[3] و قندهای اینورت[4] در بافت نمونه‌های اسمزی شده:

با استفاده از روش لین - آینون میزان سوکروز و قندهای اینورت نمونه‌های اسمزی شده در انتهای فرآیند اسمزی تعیین گردید (۲). سپس با استفاده از روابط زیر که بر مبنای معادلات توازن جرمی تدوین شده، میزان افزاش سوکروز و قندهای اینورت در بافت نمونه‌های اسمزی محاسبه گردید:

$$SucG = [(FSuc.FM/IM)-ISuc]/IS$$

$$InvG = [FInv.FM/IM-IInv]/IS$$

که در آن:

SucG : نسبت مقدار سوکروز جذب شده از محلول اسمزی به مقدار ماده خشک نمونه اولیه

FSuc : درصد سوکروز در نمونه نهایی

InvG : نسبت مقدار قندهای اینورت جذب شده از محلول اسمزی به مقدار مادهٔ خشک نمونهٔ اولیه

FInv : درصد قندهای اینورت در نمونهٔ نهایی

ISuc : درصد سوکروز در نمونهٔ اولیه

IInv : درصد قندهای اینورت در نمونهٔ اولیه

۳ - اندازه‌گیری میزان افزایش نمک کلرور سدیم در بافت نمونه‌های اسمزی شده:

ابتدا با استفاده از روش مور درصد کلرور سدیم در انتهای فرآیند اسمز اندازه‌گیری شد (۲) و سپس میزان افزایش مقدار نمک[5] یا میزان نمک جذب شده در نمونه‌های اسمزی شده از طریق معادله زیر تعیین گردید:

$$SLC = FSL.FM/IM.IS$$

که در آن:

1 - Solid Gained 2 - Moisture Lost 3 - Sucrose Gained 4 - Invert Sugars Gained

www.SID.ir

Archive of SID

SLG : نسبت مقدار نمک جذب شده از محلول اسمزی به مقدار ماده خشک نمونهٔ اولیه

FSL : درصد نمک در نمونه نهایی

۴ - اندازه‌گیری سرعت فرآیند خشک کردن به روش اسمزی:

برای این منظور نسبت کاهش در مقدار آب یا محتوای رطوبتی به زمان فرآیند که بعنوان شاخصی از سرعت یا شدت فرآیند اسمزی است (۱۸) با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$R_{(od)} = ML/T_{(od)}$$

که در آن:

$R_{(od)}$: شدت یا سرعت فرآیند (گرم بازاء گرم در دقیقه)

$T_{(od)}$: زمان انجام فرآیند (دقیقه)

۵ - برای تعیین کارایی فرآیند اسمزی نسبت کاهش محتوای رطوبتی به افزایش مقدار ماده خشک (ML/SG) نمونه‌های اسمزی شده در چهار ساعت نخست فرآیند محاسبه گردید. بدون شک افزایش این نسبت بیانگر کارایی بیشتر فرآیند اسمزی است.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح آماری کاملاً تصادفی[1] و در غالب آزمایش فاکتوریل[2] انجام گرفت و از طریق آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن[3] آثار متقابل تیمارهای گوناگون بر هر یک از متغیرهای اندازه‌گیری شده در این پروژه و با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT-C و SAS بررسی گردید. بر مبنای نتایج حاصل از تجزیه و تحلیلهای آماری براساس آزمون T-student، همچنانکه در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، بین فاکتورهای اعمال شده و اثر متقابل آنها در رابطه با برخی از متغیرهای اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود که در ادامه بحث نتیجه نهایی مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

جدول ۱ - تجزیه واریانس متغیرهای ارزیابی شده

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	SG	ML	SLG	SucG	InvG	ML/Sg	$R_{(od)}$
(A) نوع محلول اسمزی	۱	**	**	**	**	**	*	**
(B) غلظت محلول اسمزی	۱	**	**	**	**	**	**	**
A.B	۲	**	**	ns	**	ns	**	**
(C) درصدنمک‌کلرورسدیم	۲	**	**	**	**	**	**	**
A.C	۲	*	ns	ns	**	**	ns	ns
B.C	۴	ns	ns	ns	*	ns	**	**
A.B.C	۴	ns	ns	ns	ns	ns	*	**
D دما	۲	**	**	ns	**	**	**	**
A.D	۲	ns	ns	ns	**	**	ns	**
B.D	۲	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
A.B.D	۲	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
C.D	۴	ns	ns	*	ns	ns	*	**
A.C.D	۴	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
B.C.D	۴	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
A.B.C.D	۴	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
خطا	۷۲							
(%)C.V.		۴/۸۷	۱/۸۶	۷/۳۱	۱۰/۴۷	۱۱/۵۵	۸/۷۹	۴/۰۷

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ ns: معنی‌دار نمی‌باشد.

1 - Completely Randomized Design (C.R.D.) 2- Factorial 3- Duncan's Test

www.SID.ir

Archive of SID

۱ - اثر دما:

بررسیهای انجام شده نشان داد که میزان نفوذ ماده خشک محلول به درون بافت و میزان خروج رطوبت از درون آن در خلال فرآیند اسمزی با افزودن دما افزایش می‌یابد.

شکل ۲ این افزایش را در اثر زیاد شدن دما نشان می‌دهد. افزایش دما علاوه بر اینکه سبب تشدید پتانسیل اسمزی می‌شود قابلیت تراوایی غشاهای نیمه تراوا را به دلیل اثر مخرب دمای بالا بر دیواره سلولی افزایش می‌دهد (۱۵). به همین دلیل با افزایش دما سرعت فرآیند اسمزی نیز افزایش می‌یابد. شکل ۳ بیانگر میزان افزایش سرعت فرآیند اسمز تحت تأثیر زیاد شدن دما می‌باشد.

۲ - اثر نوع و غلظت محلول اسمزی

آزمایشهای انجام شده نشان داد که با افزایش غلظت محلول اسمزی نظیر آنچه که برای دما ذکر شد، مقدار ماده خشک افزایش می‌یابد. علاوه بر این مشخص گردید که مقدار افزایش در ماده خشک در نمونه‌های اسمزی شده با محلولهای گلوکز در مقایسه با نمونه‌هایی که با محلولهای سوکروز مورد فرآیند اسمزی قرار گرفته‌اند بیشتر است (شکل ۴)، که این امر به تعداد مولهای ماده خشک در محلولهای مذکور مربوط می‌شود، زیرا پتانسیل اسمزی یک محلول بیشتر به تعداد کل ذرات ماده حل شده بصورت یون یا مولکول وابسته است (۴ و ۶). با توجه به اینکه در غلظت‌های یکسان تعداد مولهای ذرات حل شده در محلولهای گلوکزی بیشتر از تعداد مولکولهای ذرات حل شده در محلولهای سوکروزی است، لذا میزان تراکم مواد جامد و همچنین فشار اسمزی در محلولهای گلوکزی بمراتب بیشتر از محلولهای سوکروزی می‌باشد، که این امر به تشدید پدیده نفوذ ماده خشک از محلول اسمزی به بافت میوه می‌انجامد. این نتیجه با نتایج حاصله از آزمایشهای لریسی و همکارانش کاملاً هماهنگی دارد (۱۶). همچنین از بررسیهای بعمل آمده مشخص گردید که در شرایط یکسان نسبت کاهش رطوبت به افزایش مادهٔ خشک بطور کلی در نمونه‌های اسمزی با محلولهای سوکروز بیشتر از نمونه‌های مشابه با محلولهای گلوکز می‌باشد.

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود این نتایج با یافته‌های آزمایش لازاریدس و همکاران در خصوص نسبت کاهش رطوبت به افزایش مادهٔ خشک ($\frac{\text{گرم آب خارج شده}}{\text{گرم مادهٔ خشک جذب شده}}$) تطابق و هماهنگی دارد (۱۱). همچنین معلوم گردید که شدت فرآیند اسمزی، با بیشتر شدن غلظت محلولها افزایش می‌یابد. مطالعات انجام شده نشان داد که بین افزایش مادهٔ خشک (SG) و کاهش در میزان آب بافت نمونه‌های اسمزی (ML) یکنوع همبستگی براساس معادلات خطی زیر وجود دارد.

برای نمونه‌های اسمزی شده در محلولهای سوکروزی = ML

$$2.88+0.99\ SG(R^2=0.99)$$

برای نمونه‌های اسمزی شده در محلولهای گلوکزی = ML

$$2.86+0.97\ SG(R^2=0.98)$$

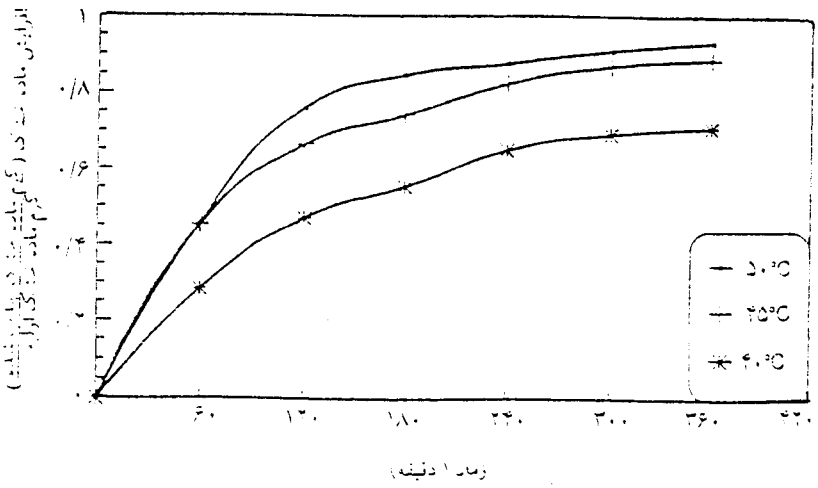
همچنانکه شکل ۶ روند این همبستگی‌ها را بوضوح نشان می‌دهد، ملاحظه می‌شود که افزایش میزان نفوذ مادهٔ خشک، افزایش خروج رطوبت از درون بافت را نیز در پی دارد (و بالعکس). از بررسی اثر متقابل دما و غلظت محلول اسمزی چنین بنظر می‌رسد که در نمونه‌های اسمزی شده در محلولهای غلیظ (۷۰٪) با زیاد شدن دما، افزایش میزان نفوذ مادهٔ خشک محلول به درون بافت نسبت به خروج و کاهش رطوبت از درون بافت بیشتر است و به همین دلیل نسبت کاهش رطوبت به افزایش ماده خشک نیز روندی نزولی پیدا می‌کند. این در حالیست که در نمونه‌های اسمزی شده با محلولهای رقیق (۵۰٪) با افزایش دما خروج و کاهش رطوبت از میزان نفوذ ماده خشک محلول به درون بافت بیشتر است. بنابراین با افزایش دما، محلولهای اسمزی با غلظت‌های نسبتاً کم نسبت رطوبت خارج شده از بافت به مادهٔ خشک جذب شده سیری صعودی پیدا می‌کند. شکل ۵ این واقعیت را نشان می‌دهد.

۳ - اثر نمک کلرور سدیم:

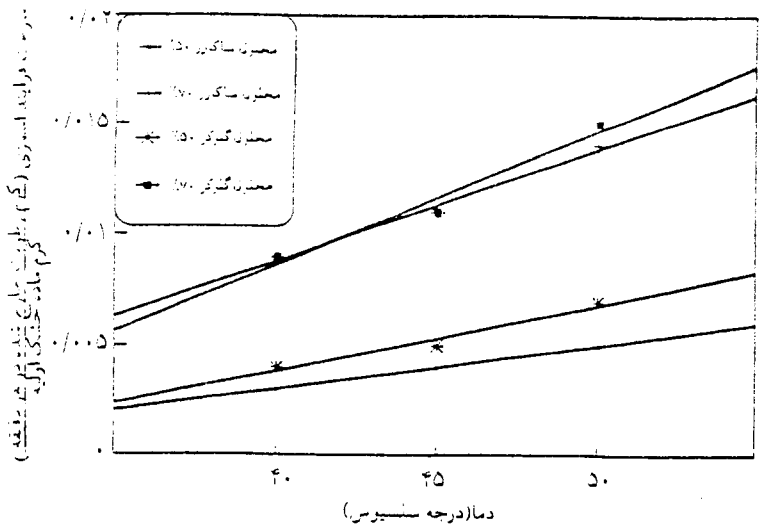
آزمایشهای انجام شده در این مورد نشان داد که با افزودن غلظت نمک کلرور سدیم در محلولهای اسمزی میزان نفوذ مادهٔ خشک از محلول اسمزی به درون بافت نمونه کاهش و کاریی فرآیند یا نسبت رطوبت خارج شده از بافت به مادهٔ خشک جذب شده افزایش می‌یابد. شکل های ۷ و ۸ بیانگر این نتایج می‌باشد. از طرف دیگر همانطور که شکل ۹ نشان می‌دهد افزایش غلظت نمک کلرور سدیم شدت فرآیند اسمز را افزایش می‌دهد. در حقیقت افزایش درصد نمک سبب کاهش زمان فرآیند شده و بنابراین منجر به افزایش شدت فرآیند می‌گردد. این امر با نتایج حاصل از مطالعات بیسوال مطابقت دارد (۴). براساس بررسیهای انجام شده، همچنین مشخص گردید که روند تغییرات عواملی چون کاهش میزان رطوبت

www.SID.ir

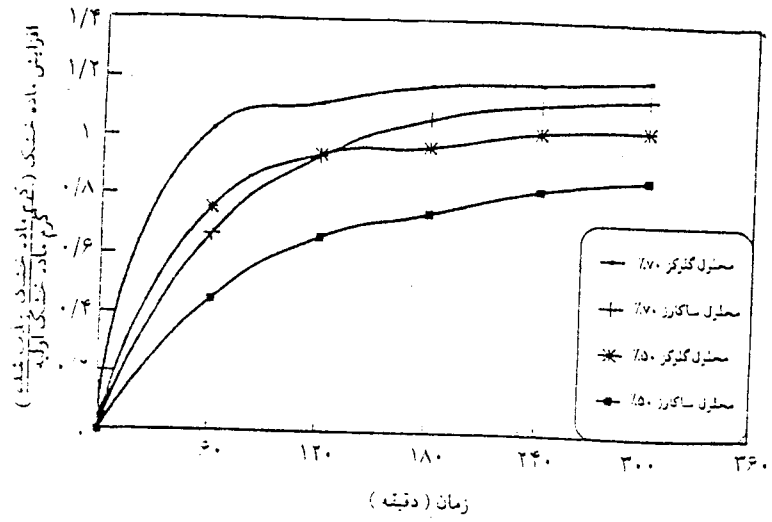
Archive of SID



شکل ۲ ـ اثر گذشت زمان و دما در محلول اسمزی بر میزان افزایش ماده خشک سیب



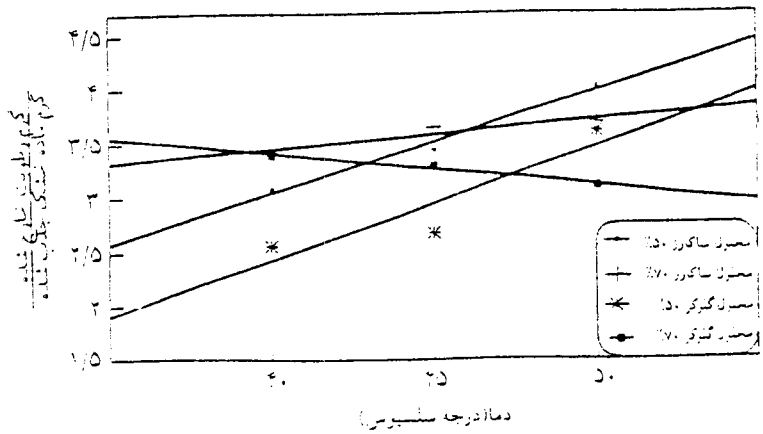
شکل ۳ ـ اثر افزایش دما و غلظت محلولهای قندی بر سرعت فرآیند اسمزی سیب



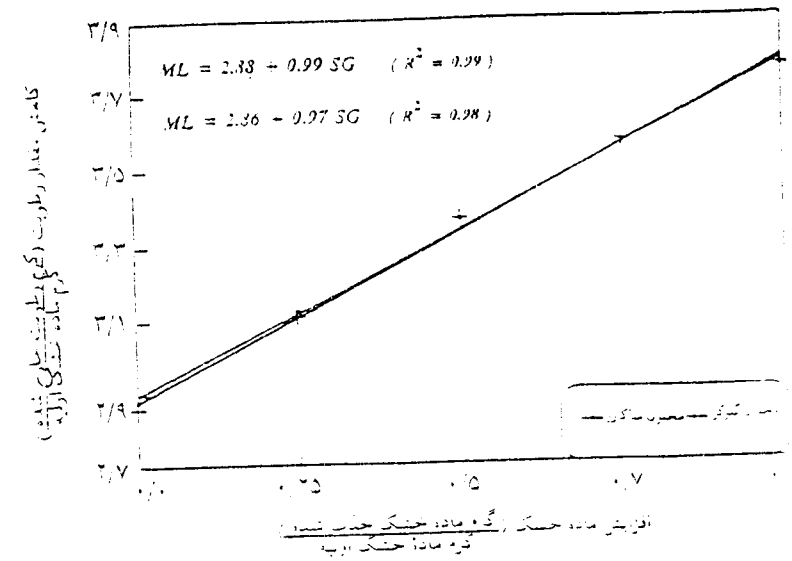
شکل ۴ ـ اثر گذشت زمان و غلظتهای مختلف محلول اسمزی بر میزان افزایش ماده خشک سیب

www.SID.ir

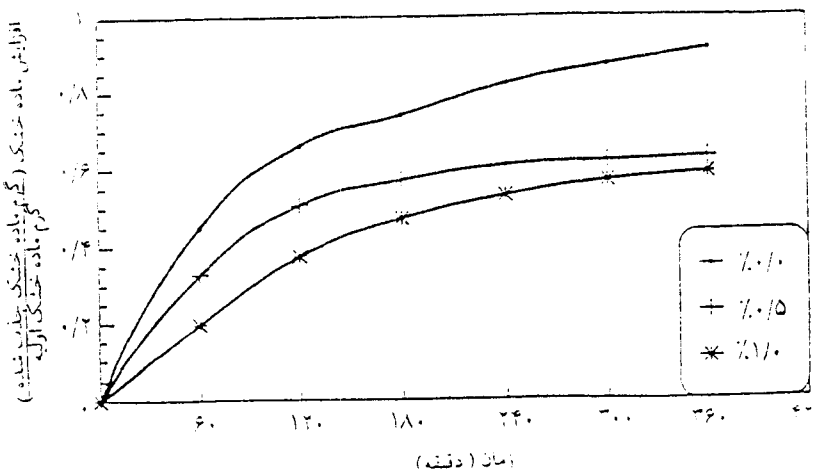
Archive of SID



شکل ۵ - اثر افزایش دما و دو نوع قند با غلظتهای متفاوت در محلول اسمزی بر نسبت آب از دست رفته به میزان ماده خشک جذب شده در سیب



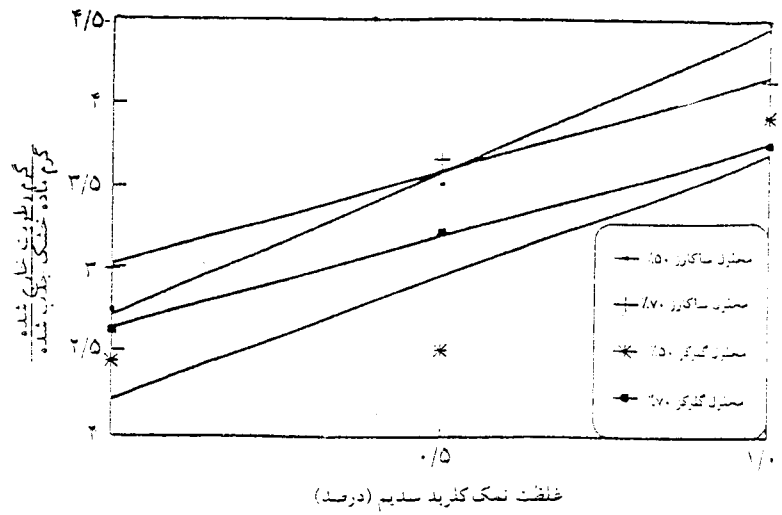
شکل ۶ - اثر افزایش ماده خشک جذب شده از محلول اسمزی با دو نوع قند با غلظت های یکسان بر میزان از دست رفتن آب محصول



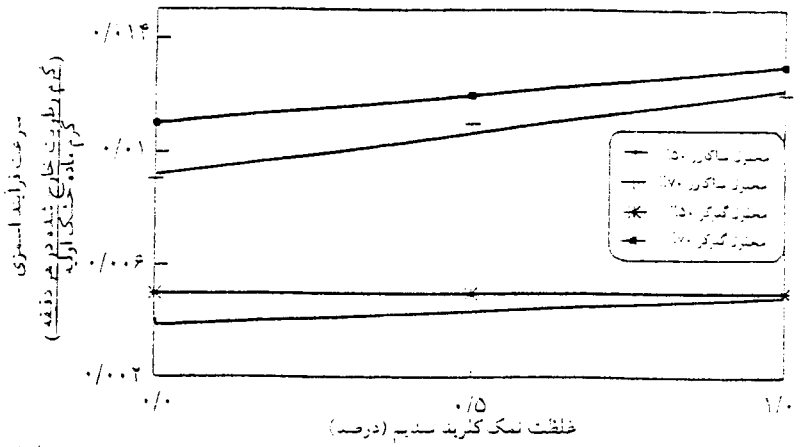
شکل ۷ اثر گذشت زمان و غلظت های گوناگون نمک در محلول‌های اسمزی بر میزان افزایش ماده خشک سیب

www.SID.ir

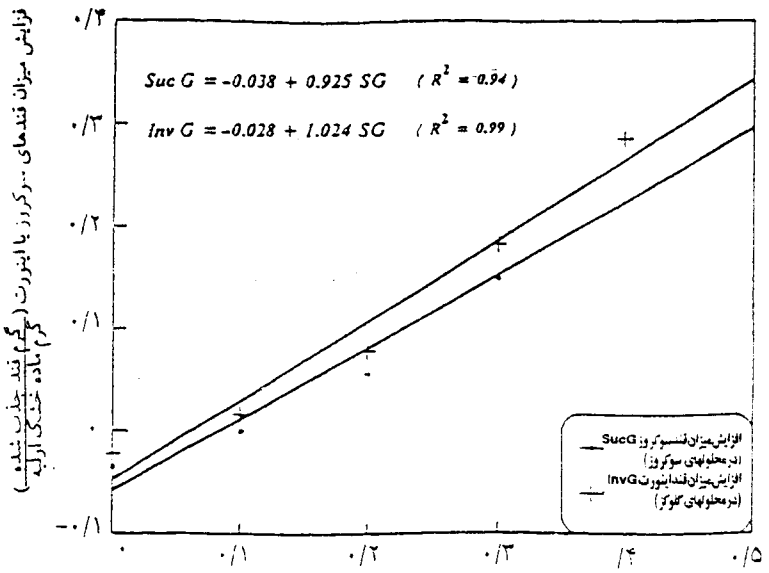
Archive of SID



شکل ۸ ـ اثر غلظت های مختلف نمک طعام و دونوع قند با غلظت های متفاوت در محلول اسمزی بر نسبت آب از دست رفته به میزان ماده خشک جذب شده در میوه سیب



شکل ۹ ـ اثر غلظت های مختلف نمک طعام و دو نوع قند با غلظت های متفاوت در محلول اسمزی بر سرعت فرآیند اسمزی میوه سیب



شکل ۱۰ ـ اثر افزایش ماده خشک جذب شده از محلول اسمزی با دو نوع قند با غلظتهای یکسان بر میزان افزایش سوکروز و گلوکز جذب شده به درون بافت محصول

www.SID.ir

Archive of SID

و افزایش در میزان جذب قندهای سوکروز و اینورت از محلول اسمزی به درون بافت تحت تأثیر متغیرهایی نظیر دما، نوع و غلظت محلول اسمزی و میزان نمک کلرور سدیم بوده و مشابه با تغییرات میزان افزایش مادهٔ خشک می‌باشد. شکل های ۶ و ۱۰ چگونگی تأثیر عوامل مذکور بر کاهش میزان رطوبت و افزایش میزان قندهای سوکروز و اینورت را نشان می‌دهد. همچنانکه در این شکل ها مشاهده می‌شود افزایش مادهٔ خشک مشابه کاهش میزان رطوبت و افزایش میزان قندهای سوکروز و اینورت با عوامل مهمی نظیر دما، میزان کلرور سدیم، نوع و غلظت محلول اسمزی نیز همبستگی مثبت بالایی دارد. از مجموع بررسیهای بعمل آمده در این تحقیق معلوم گردید که برای خشک کردن سیب گلدن دلیشس بیشترین کارایی و شدت فرآیند اسمزی مربوط به قرار دادن میوه آماده شده در محلول ۵۰ درصد سوکروز با دمای ۵۰ درجه سلسیوس و حاوی یک درصد نمک کلرور سدیم می‌باشد.

REFERENCES

1. Anantheswaran, R.C. & M.R. Mclellan. 1985. Thermal degradation of texture in apples. J. Food Sci. 50: 1136-1138.
2. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 17th edition. W. Horwits, Editor. Association of official analytical chemists. washington, D.C.
3. Arsdel, W.B.V. & M.J. Copleg. 1963. Food Dehydration. Vol. 1. AVI. Publishing Co.
4. Biswal, R.N. & K. Bozorgmehr. 1992. Mass transfer in mixed solute osmotic dehydration of apple rings. Transactions of ASAE. (35): 253-262.
5. Bolin, H.R. 1983. Effects of osmotic agents and concentration on fruit quality. J. Food Sci. 48: 202-205.
6. Dick, D.A.T. 1956. Osmotic pressure of living cells. Int. Rev. Cytol. 8: 384-408.
7. Dixon, G.M. & J.J. Jen. 1977. Changes of sugars and acids of osmovacdried apple slices. J. Food Sci. 42: 1126-1127.
8. Farkas, D.F. & M.E. Lazar. 1969. Osmotic dehydration of apple pieces: Effects of temperature and syrup concentration on rates. Food Technol. 23: 90-92.
9. Holdsworth, S.D. 1986. Advances in dehydration of fruits and vegetables. In "Concentration and Drying of Food". D. McCarthy, Editor. Elsevier Applied Sci. Pub. LTD.
10. Karel, M. 1975. Dehydration of foods. In "Principles of Food Science. Part 2. Physical principles of food preservation". O.R. Fennema, Editor. Marcel Dekker Pub.
11. Lazarides, H.N. & E. Kastanidis. 1994. Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. J. Food Engineering. 24(4): 110-119.
12. Lazarides, H.N. & A. Nickolaidis. 1995. Sorption changes induced by osmotic preconcentration of apple slices in different osmotic media. J. Food Sci. 60: 348-350.
13. Lenart, A. & J.M. Flind. 1984. Osmotic concentration of potato. J. Food Technol. 19: 45-63.
14. Lenart, A. & P.P. Lewicki. 1988. Energy consumption during osmotic and convective drying of plant tissue. Acta Alimentaria Polonica. 1: 65-72.
15. Lenart, A. 1989. Osmotic dehydration of apples at high temperature in "Drying 89". A.S. Mujumdar,

www.SID.ir

Archive of SID

Editor. Hemisphere Pub.

16. Lerici, C.R. 1985. Osmotic dehydration of fruits: Influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. J. Food Sci. 50: 1217-1219.

17. Magee, T.A. & W.R. Murphy. 1983. Internal mass transfer during osmotic dehydration of apple slices in sugar solutions. Int. J. Food Sci. Technol. 1: 177-178.

18. Raout-Wach, A.L. 1989. Osmotic dehydration: Study of mass transfer in terms of engineering properties. In "Drying 89". A.S. Mujumdar, Editor. Hemisphere Pub.

www.SID.ir

Archive of SID

An Investigation of Factors Affecting the Rate of Osmotic Dehydration of Golden Delicious Apple

A. KALBASI AND H. FATEMIAN

Assistant Professor and Former Graduate Student,

Department of Food Science and Technology, Faculty of

Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

Accepted Dec. 10, 1999

SUMMARY

The effects of temperature (40, 45, 50 °C), solute concentration of sucrose and glucose solutions (50, and 70%) and different amounts of sodium chloride (0.0, 0.5 and 1%) on kinetics of osmotic dehydration of Golden Delicious apple, as a model fruit were studied. The results showed, that the soluble solid uptake rises with increase in temperature and solute, concentration of osmotic solution in a linear and exponential form, respectively. Also, the addition of sodium chloride causes a decrease in the soluble solid uptake and an increase in the rate of the process. On the other hand, the efficiency of the osmotic dehydration in 70% (W/W) sucrose solution decreases with an increase in temperature. Finally, the highest efficiency and rate of osmotic dehydration, is related to samples exposed to 50% (W/W) sucrose solution, containing 1% (W/W) sodium chloride.

Key words: Osomotic dehydration, Solid uptake, Dried apple slices, Osmotive agents, Dehydration rate, Sucrose solution

www.SID.ir