اثر فشار و دمای تغلیظ بر برخی خصوصیات کیفی آب هندوانه

اعظم عالمی[۱]، زهرا امام جمعه[۲]*، حبیب اله میرزایی[۳]

۱- فارغ التحصیل دوره کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان
۲- استاد گروه صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان
(تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۹)

چکیده

در این تحقیق تاثیر فشار و دمای تغلیظ بر روی مدت زمان تغلیظ ، روند افزایش مواد جامد محلول، ویسکوزیته، دانسیته و مقدار لیکوپن آب هندوانه بررسی شد. برای این منظور از سه فشار اتمسفری، ۳۸/۵ و ۷/۳ کیلوپاسکال و دماهای ۱۰۰، ۷۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد استفاده شد و سرعت تغلیظ، تغییرات pH، دانسیته، ویسکوزیته و محتوای رنگدانه لیکوپن آب هندوانه در طی زمان فرایند تعیین گردید. نتایج حاصله نشان داد که هر چه درجه خلاء بالاتر باشد، سرعت تغلیظ بالاتر است و در فشارهای پایین تر، لیکوپن بهتر حفظ می شود. pH نمونه در فرایند حرارتی، دستخوش هیچ گونه تغییری نشد. تغییر دانسیته با افزایش غلظت رابطه مستقیم خطی دارد. همچنین ویسکوزیته مستقل از فشار-دمای فرایند است و فقط به غلظت نمونه وابسته است.

کلید واژگان: هندوانه، تغلیظ حرارتی، لیکوپن

۱- مقدمه

هندوانه (*Citrulus Lanatus*) از خانواده *Cucurbitaceae* و بومی مناطق گرمسیر جنوب آفریقا و خاورمیانه است، که امروزه در سراسر دنیا کشت می شود [۱ و ۲] . هندوانه در ایران در طی تابستان به عمل آمده و معمولا به صورت تازه خوری مصرف می شود و میزان برداشت آن در سال ۲۰۰۵ بنا بر گزارش FAO، ۸۳۴۰۰۰ تن بوده است[۳]. هندوانه حاوی ۹۳٪ آب است که باعث شده در بسیاری مناطق از آن به عنوان منبع با ارزش آب و جهت رفع تشنگی استفاده کنند. ترکیبات مغذی اصلی آن عبارتند از کربوهیدرات ۶/۴٪، ویتامین آ به میزان ۵۹۰ IU، ویتامین ث به میزان ۸/۱ میلی گرم در صد گرم و لیکوپن ۷۲۰۰-۲۳۰۰ میکروگرم در صد گرم که به عنوان ترکیبی ضد سرطانی شناخته شده است [۲ و ۴].

لیکوپن ($C_{40}H_{56}$)، عامل رنگ قرمز گوجه فرنگی و هندوانه، یک کارتنوئید با رنگ قرمز روشن، وزن ملکولی ۵۳۷ دالتون، ایزومر خطی بتاکاروتن، با ۱۱ پیوند دوگانه کانجوگیت و ۲ پیوند دوگانه غیر کانجوگیت و به تمامی ترانس[1] است که به دلیل همین تعداد زیاد پیوند دوگانه کانجوگیت، قویترین آنتی اکسیدان در بین کاروتنوئید هاست و موثرترین جذب کننده اکسیژن رادیکالی شناخته شده است که از لیپیدهای سلولی، لیپوپروتئین ها، پروتئین ها و DNA در برابر آسیب های اکسایشی محافظت

*مسئول مکاتبات: emamj@ut.ac.ir

1. All trans

Archive of SID
www.SID.ir

می کند[5-۷]. و با ممانعت از اکسایش LDL خون احتمال بیماری های قلبی و عروقی را کاهش می دهد. همچنین به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی بالا، از بسیاری جهش ها جلوگیری کرده و ریسک بسیاری از سرطان ها نظیر سرطان پروستات، ریه، پانکراس و راست روده را کاهش می دهد [۷]. محتوای لیکوپن خون نسبت معکوس با احتمال بروز سرطان در انسان دارد. همچنین لیکوپن احتمال بروز دیابت نوع دو را نیز کاهش می دهد [۵ و ۷].

تحقیقات نشان داده که دسترسی زیستی لیکوپن با پخته شدن و حرارت دیدن افزایش می یابد [۸ و ۹].

هندوانه منبع خوبی از بتاکاروتن، ویتامین های B_1 و B_6 و مواد معدنی نظیر پتاسیم و منیزیم می باشد [۴].

هندوانه یک میوه فصلی وبزرگترین و سنگین ترین میوه ها است که این ویژگی ها حمل ونقل وجابجایی آن را مشکل ساخته است. به طوری که بر طبق گزارش FAO تنها ۲٪ از هندوانه تولیدی صادر می شود که این میزان برای سیب ۱۰٪ می باشد [۱۰].

با توجه به موارد ذکر شده در بالا و ارزش تغذیه ای بالای هندوانه، روشی که بتواند محصولی از آن تولید نماید که مواد مغذی آن حفظ شده و در همه سال و در همه جا در دسترس باشد بسیار مفید است. یکی از روش های به کار گرفته شده برای نگهداری طولانی مدت آب میوه ها تغلیظ می باشد و بدیهی است که شرایط انجام تغلیظ بر خصوصیات تغذیه ای محصول نهایی بسیار موثر است.

تغلیظ اتمسفری یک روش متداول برای تغلیظ آب میوه ها است که در آن آب اضافی را با تبخیر از مایع جدا می کنند. مشخص شده که حرارت دهی در دمای بالا برای مدت طولانی باعث تغییر رنگ، طعم و کیفیت نهایی محصول به دلیل احتمال واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی و یا میلارد و نیز اکسیده شدن آسکوربیک اسید می شود [۱۱]. از آنجا که رنگ یک فاکتور مهم در پذیرش آب میوه است باید میزان تغییرات رنگی را به حداقل رساند [۱۲].

هدف از این تحقیق بررسی اثر اعمال خلا جزئی بر سرعت تغلیظ و برخی خصوصیات کیفی آب هندوانه تغلیظ شده: pH، دانسیته، ویسکوزیته و به خصوص محتوای لیکوپن آن است.

۲- مواد و روشها

هندوانه های رسیده از میدان تره بار مرکزی کرج خریداری شد. پس از شستشو با آب، برش داده شده و پس از پوست گیری با یک دستگاه آب میوه گیر برقی (Panasonic MJ-W176P) آب گیری انجام شد. آب میوه به دست آمده جهت جداسازی ذرات درشت یا تخم های احتمالی موجود با صافی استیل ریز صاف شد و جهت استفاده های بعدی در فریزر ۲۵°C- قرار داده شد.

الف) تغلیظ

به منظور تغلیظ تحت خلاء (فشارهای ۷/۳ و ۳۸/۵ کیلوپاسکال) در دماهای ۷۵ و ۴۰ درجه سانتیگراد از یک دستگاه تبخیرکننده چرخشی تحت خلاء (Heidolph, Heizbad HB Contr, Germany)و برای تغلیظ تحت فشار اتمسفری از یک هیتر مجهز به همزن مغناطیسی استفاده شد. نمونه گیری به طور متناوب بدون ایجاد وقفه ای در فرایند انجام گرفت و آزمونهای کیفی مربوطه بر روی این نمونه ها انجام شد.

ب) روشهای آزمون

۱- اندازه گیری میزان مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول به وسیله یک رفراکتومتر دستی (Atago Rx-7000a, Tokyo, Japan) در ۲۰° C اندازه گیری شد و به صورت درجه بریکس بیان شد.

۲- محاسبه سرعت فرایند تغلیظ در فشارهای مختلف

برای به دست آوردن ارتباط زمان فرایند با میزان افزایش غلظت، نمودار لگاریتم طبیعی غلظت در زمان t تقسیم بر غلظت اولیه در مقابل زمان ترسیم شد و با استفاده از رابطه ۱ Maskan, M. (2006)، ضریب تغلیظ محاسبه گردید [۱۲].

$$k = \frac{\ln\left(\frac{C_t}{C_0}\right)}{t}$$

رابطه ۱

Archive of SID

www.SID.ir

در این رابطه C غلظت بر مبنای درجه بریکس در زمان t و صفر (غلظت اولیه)، t زمان به دقیقه و k ثابت تغلیظ در طی زمان است.

۳- اندازه گیری pH

pH نمونه ها به وسیله یک دستگاه pH متر (IKA ETS-D6, Germany)، اندازه گیری شد.

۴- اندازه گیری دانسیته

دانسیته با یک پیکنومتر ml ۲۵ در دمای ^{o}C ۲۵ سنجیده شد، و به صورت g/cm^3 بیان شد.

۵- اندازه گیری ویسکوزیته

با استفاده از یک دستگاه ویسکومتر چرخشی بروکفیلد DVIIدر دمای ۲۵°c تغییرات تنش برشی در ازای نرخ های برشی متفاوت اندازه گیری شد.

۶- اندازه گیری لیکوپن

لیکوپن با اسپکتروفتومتر به روش Olives Barba et all (2006) اندازه گیری شد[۱۳]. نحوه اندازه گیری به شرح زیر است:

۲/۵g از نمونه درون یک ارلن مایر توزین شد. ۴ml آب مقطر به آن افزوده و به مدت ۱ دقیقه بر روی یک همزن مغناطیسی همزده شد. سپس ml ۵۰ حلال (هگزان / استون / اتانول مطلق با نسبت ۱/۱/۲) به آن افزوده و به مدت ۱۰ دقیقه بر روی همزن مغناطیسی همزده شد. آنگاه پس از افزودن ml ۷/۵ آب مقطر به مدت ۵ دقیقه دیگر همزده شد. پس از آن ارلن را ثابت قرار داده تا دو لایه از هم تفکیک شوند. حال از لایه زرد رنگ بالایی که حاوی لیکوپن است با دقت مقداری برداشته و ۱۰ تا ۱۰۰ برابرآن را با هگزان رقیق کرده و جذب آن در nm ۵۰۲ به وسیله اسپکتروفتومتر (Cecil Ins., England) خوانده شد.

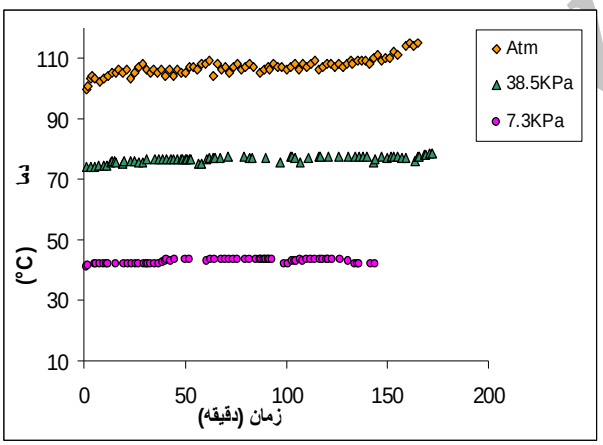
ج) تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشات در سه تکرار انجام شد. برای مقایسه میانگین داده ها از آزمون دانکن در سطح ۹۵٪ با استفاده از نرم افزار آماری (Minitab 15; Minitab Inc., Minitab Minneapolis USA) استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تغییرات دما در حین فرایند

شکل ۱ نمودار تغییرات دما در حین فرایند را نشان می دهد. همانطور که در شکل دیده می شود با گذشت زمان افزایش اندکی در دمای فرایند مشاهده می شود. این افزایش به این دلیل است که با گذشت زمان بر غلظت نمونه افزوده شده و این افزایش مواد محلول افزایش نقطه جوش را به دنبال خواهد شد. در انتهای فرایند که محتوای مواد محلول بالا است و در نتیجه درصد آب نمونه کمتر است، ضریب انتقال حرارت کاهش می یابد و این پدیده دمای تغلیظ را دستخوش تغییر بیشتری می کند.



شکل۱ نمودار تغییرات دما حین تغلیظ

۳-۲- تاثیر درجه خلاء به کار گرفته شده بر روی سرعت تغلیظ

شکل ۲ نمودار تغییرات مواد جامد محلول را در طی زمان در فشارهای عملیاتی متفاوت نشان می دهد. همان طور که

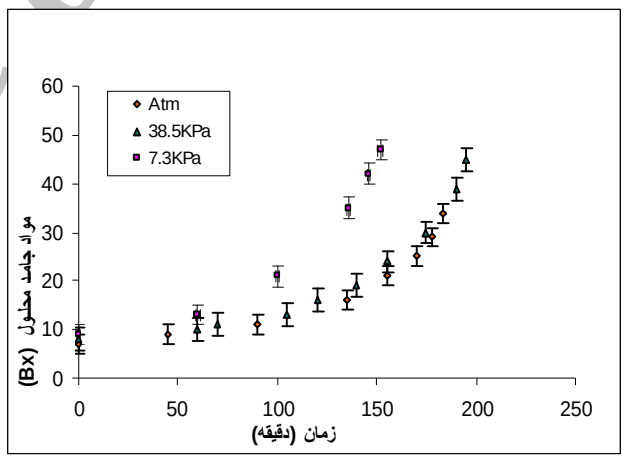
Archive of SID
www.SID.ir

مشاهده می شود برای رسیدن به درجه بریکس مشابه، در فشار پایین تر (۷/۳ کیلوپاسکال) مدت زمان کمتری نیاز است. زمان مورد نیاز برای رسیدن به غلظت نهایی ۴۰ درجه بریکس در فشارهای اتمسفری، ۳۸/۵ و ۷/۳ کیلوپاسکال به ترتیب ۲۰۵، ۱۹۸ و ۱۵۰ دقیقه می باشد.

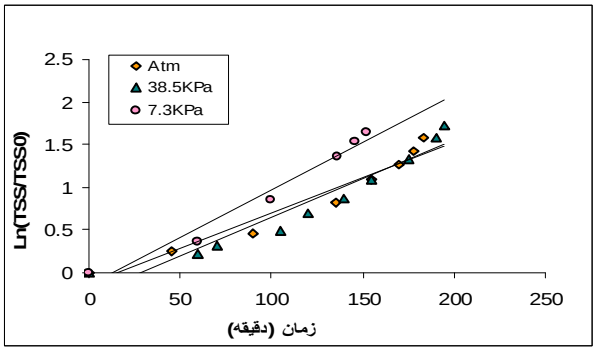
نکته دیگر اینکه روند افزایش غلظت در طی زمان از یک رابطه خطی پیروی می کند. ضریب معادله تغلیظ در طی زمان از رابطه ۱ محاسبه شد و همانطور که در شکل ۳ نیز مشهود است، روند خطی و معادله درجه اول است. جدول ۱ ضرایب تغلیظ را نشان می دهد.

جدول ۱ضرایب سرعت تغلیظ

ضریب سرعت (k)	دمای فرایند (°C)	فشار عملیاتی (kPa)
۰/۰۰۸	۱۰۰	۱۰۰
۰/۰۰۹	۷۵	۳۸/۵
۰/۰۱۱	۴۳	۷/۳



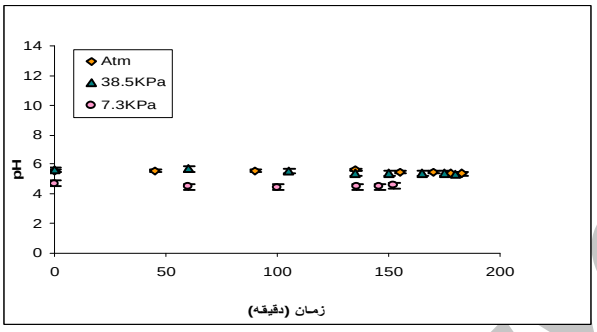
شکل ۲ نمودار تغییر درجه غلظت در طی زمان فرایند



شکل ۳ نمودار سرعت تغلیظ

۳-۳- تاثیر فرایند بر pH محصول

همانطور که از شکل ۴ بر می آید تغلیظ حرارتی در فشارهای مختلف اثر معنی داری بر pH فراورده ندارد.



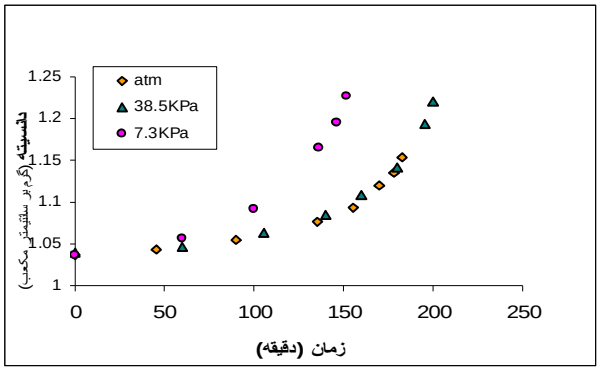
شکل ۴ نمودار تغییرات pH در زمان فرایند

۴-۳- تاثیر فرایند بر دانسیته محصول

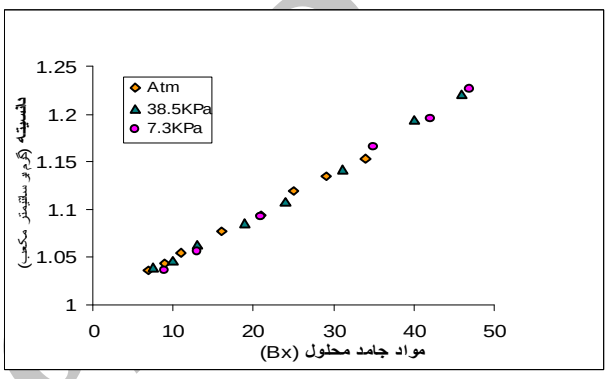
شکل ۵ تغییر دانسیته در طی زمان فرایند و شکل ۶ روند تغییر دانسیته با افزایش غلظت را نشان می دهد. همانطور که انتظار می رفت، رابطه خطی بین درجه غلظت و دانسیته محصول برقرار است و از آنجا که این افزایش غلظت در فشار ۷/۳ کیلوپاسکال سریع تر است افزایش دانسیته نیز در این فشار سریع تر رخ می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



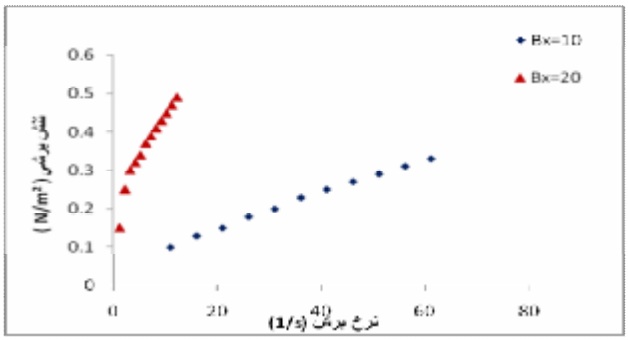
شکل ۵ نمودار تغییرات دانسیته در زمان فرایند



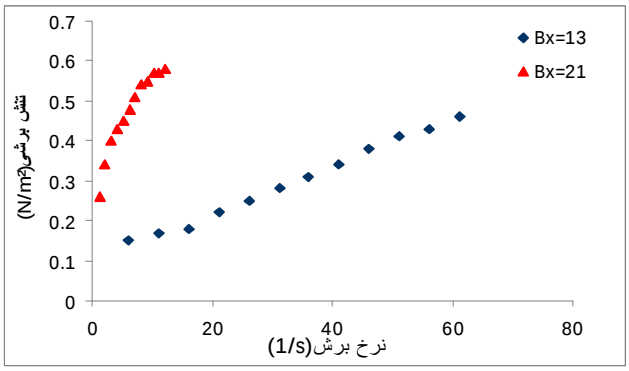
شکل ۶ نمودار تغییرات دانسیته با غلظت

۳-۵-تاثیر فرایند بر ویسکوزیته محصول

شکل ۷ و ۸ نمودار نرخ برش- تنش برشی را در فشارهای ۷/۳ و ۳۸/۵ کیلوپاسکال در دو درجه غلظت متفاوت نشان می دهد. به طور کلی رفتار جریانی مستقل از فشار تغلیظ عمل کرده و به غلظت محصول بستگی دارد، و همانطور که در شکل دیده می شود، در ابتدای فرایند و در غلظت های پایین تر از ۱۵ درجه بریکس نمونه رفتار نیوتنی از خود نشان می دهد و پس از آن با افزایش غلظت رفتار جریانی آن تغییر کرده و به صورت رقیق شونده با برش می باشد.



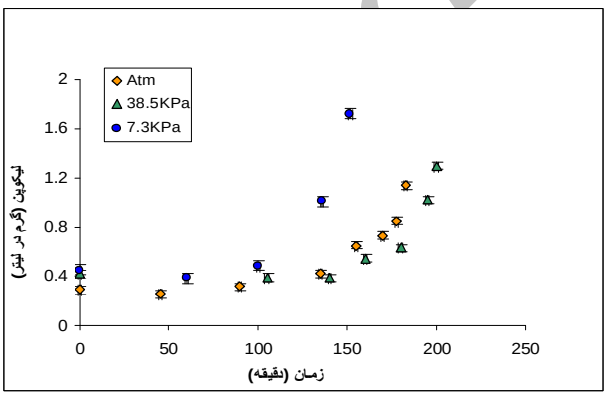
شکل ۷ نمودار نرخ برش-تنش برشی محصول تولیدی در فشار ۷/۳ کیلو پاسکال



شکل ۸ نمودار نرخ برش-تنش برشی محصول تولیدی در فشار ۳۸/۵ کیلو پاسکال

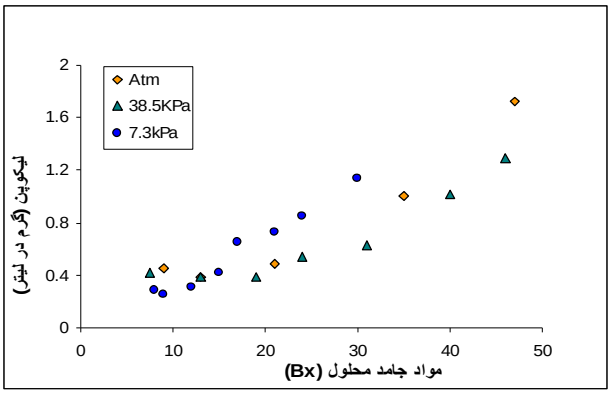
۳-۶-تاثیر فشار عملیاتی بر محتوای لیکوپن محصول

شکل ۹ روند تغییر محتوای لیکوپن در طی زمان فرایند و شکل ۱۰ روند تغییر محتوای لیکوپن را با افزایش غلظت نشان می دهد. در ابتدای فرایند حرارتی در هر سه فشار عملیاتی کاهش اندکی در محتوای لیکوپن مشاهده می شود که به دلیل تخریب در اثر حرارت است. همانطور که Sharma (2008) et. al. در بررسی کینتیک تغییرات رنگدانه ها و رنگ ظاهری آب هندوانه به این نتیجه رسیدند که ارتباط خطی بین درجه حرارت و تخریب رنگدانه لیکوپن در آب هندوانه برقرار است [۱۴].



شکل ۹ نمودار تغییرات محتوای لیکوپن در زمان فرایند

www.SID.ir



شکل ۱۰ نمودار تغییرات محتوای لیکوپن همراه با افزایش غلظت

از طرفی همراه با پیشرفت فرایند و حذف آب، تجمع لیکوپن در نمونه افزایش یافته و این افزایش اثر تخریب رنگدانه لیکوپن در اثر حرارت را می پوشاند. اما از آنجا که دمای پایین تر در فشار ۷/۳ کیلوپاسکال باعث تخریب کمتر لیکوپن می شود محتوای لیکوپن محصول این فشار ، به طور معنی داری در سطح ۹۵٪ با وجود غلظت مشابه با محصولات دو فشار دیگر، بالاتر است که به دلیل قرار گرفتن در معرض حرارت پایین تر و مدت زمان کوتاه تر فرایند است.

۴- تیجه گیری کلی

در این تحقیق اثر تغلیظ در سه فشار –دمای مختلف بر آب هندوانه مورد بررسی قرار گرفت. مشاهده شد که به کارگیری خلا باعث کوتاه شدن زمان فرایند و در نتیجه باعث حفظ بهتر کیفیت رنگ محصول می شود. در ضمن مشاهده شد بین دانسیته و غلظت مواد محلول رابطه خطی وجود دارد.بررسی رفتار جریانی محصول نشان داد که رفتار جریانی مستقل از فشار عملیاتی تغلیظ بوده و به میزان غلظت نمونه وابسته است و با افزایش غلظت رفتار جریان از نیوتنی به شبه پلاستیک تغییر می کند. در مورد حفظ رنگدانه لیکوپن، این بررسی نشان داد که با کاهش فشار حین تغلیظ علاوه بر این که دمای پایین تر فرایند را به دنبال دارد، با کوتاه تر کردن زمان فرایند می توان باعث حفظ بهتر لیکوپن، ترکیب مهم ضدسرطانی آب هندوانه شد.

۵- منابع

[1] Hashizume, T., Shimamoto, I., and Hirai, M. (2003). Construction of a linkage map and QTL analysis of horticultural traits for watermelon [Citrullus Lanatus (THUNB.) MATSUM & NAKAI] using RAPD, RFLP and ISSR markets. Theor Appl Genet, 106:779-785.

[2] Todd C. Watermelon, Elsevier.

[3] Rai, C., Rai, P., Majumdar, G.C., De, S., and Dasgupta, S. (2008). Mechanism of permeat flux decline during microfiltration of watermelon (Citrullus Lanatus) juice. Food Bioprocess Technol, DOI 10.1007/s11947-008-0118-2.

[4] Quek, S., Chok, N. and Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. Chemical Engineering and Processing 46, 386–392.

[5] KARPPI, J., KURL, S., NURMI, T., RISSANEN, T., PUKKALA, E. AND NYYSSO¨ NEN, K. (2009). Serum Lycopene and the Risk of Cancer: The Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor (KIHD) Study. Journal of Ann Epidem doi:10.1016.

[6] Jannat M., ´Rrez, J., Dolores, M. and Castro, L.D. (2007) Lycopene: The need for better methods for characterization and determination. Trends in Analytical Chemistry, Vol. 26, No. 2.

[7] Lycopene Meester, F. D. and Watson, R. R. Wild-Type Food in Health Promotion and Disease Prevention. Humana Press Inc., Totowa, NJ. Part III Dietary carotenoids in health promotion , Lycopene.

[8] Cohn, W., Themann, P., Tenter, U., Aebischer, C., Schierle, J. and Schalch, W. (2004). Comparative multiple dose plasma kinetics of lycopene administered in tomato juice, tomato soup or lycopene tablets. Eur J Nutr 43 : 304–312.

[9] Edwards, A.J., Vinyard, B.T., Wiley, E.R., Brown, E.D., Collins, J.K., Perkins-Veazie, P. Baker, R.A. Clevidence, B. A. (2003). Consumption of watermelon juice increases plasma concentration of

Archive of SID
www.SID.ir

lycopene and carotene in humans, J. Nutr. 133 (4) 1043–1050.

[10] Sadrnia, H., Rajabipour, A., Jafari, A., Javadi, A., Mostofi, Y., Kafashan, J., Dintwa, E. and De Baerdmaeker, J. (2008). Internal bruising prediction in watermelon compression using nonlinear models. Jornal of Food Engineering 86: 272-280.

[11] Maskan, M. (2006). Production of pomegranate (Punica granatum L.) juice concentrate by various heating methods: color degradation and kinetics. Journal of Food Engineering 72, 218-224.

[12] Vadivambal, R., and Jayas, D.S. (2007). Changes in quality of microwave-treated agricultural products—a review. Biosystem Engineering 98, 1 – 16.

[13] Olives Barba, A.L., Hurtado, M, Sa nchez Mata, M.C., Ferna´ndez, F., Ruiz, M. and De Tejada, L. (2006). Application of a UV–vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and b-carotene in vegetables Food Chemistry 95: 328–336.

[14] Sharma, R., Kaur, D., Oberoi, D. P. S. and Sogi, D. S. 2008, Thermal degradation kinetics of pigments and visual color in watermelon juice, International journal of food properties, 11:2, pp. 439-449.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of pressure and temperature of concentration on some of quality attributes of watermelon juice

Alemi, A. [1], Emam-Djomeh, Z. [2 *], Mirzaei, H. A. [3]

1. MSc. Graduate, Food Science and Technology, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources
2. Professor, Department of Food Science and Technology, University of Tehran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources

(Received: 88/8/12 Accepted: 89/2/19)

Watermelon juice was concentrated by heating at three different temperature-pressure matches (at atmospheric, 38.5 and 7.3 kPa) and 100, 75 and 40°c. The effect of operational pressure-temperature on evaporation rate, pH, viscosity, density and lycopene content of watermelon juice versus time of concentration was evaluated. The result was shown that the higher vacuum degree lead to higher evaporation rate and better preservation of lycopene content as well. The pH of samples didn't change during heating concentration. It was shown there is a linear correlation between density and concentration degree of samples. Also viscosity of samples is independent of operational pressure and it is only depend on concentration degree.

Key word: Watermelon, Thermal concentration, Lycopene

Archive of SID

* Corresponding Authur E-Mail Address: emamj@ut.ac.ir

www.SID.ir