

اصلاح روش اندازه گیری قوام رب گوجه فرنگی به روش بوستویک

مصطفی مظاهری تهرانی، سیدعلی مرتضوی، فخری شهیدی و مهدی نصیری محلاتی

دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۰/۳/۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۰/۸/۱۲

چکیده

جهت اندازه گیری قوام فرآورده های تغلیظ شده گوجه فرنگی با روش قوام سنج بوستویک باید آنها را تا حد ۱۲ درصد ماده جامد محلول با آب رقیق کرد. بررسی قوام رب در بریکس های مختلف نشان داده است که با افزایش بریکس خطای اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک افزایش می یابد. داده ها نشان می دهند که میزان خشک شدن جزء مواد جامد نامحلول در آب و عدم توانایی آن در جذب مجدد آب باعث ایجاد خطا در اندازه گیری قوام رب (به خصوص در بریکسهای بالا) می شود. در این پژوهش اثر وارپته، بریکس رب و درجه حرارت اندازه گیری قوام جهت تعیین تغییرات خطای قوام سنج بوستویک و اصلاح آن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که وارپته تأثیری در دقت اندازه گیری قوام به روش بوستویک ندارد، اما بریکس و درجه حرارت اثر معنی داری را بر دقت اندازه گیری قوام، در نتیجه افزایش خطای قوام سنج بوستویک بخصوص در بریکس های بالا می گذارد. نتایج نشان داد که با حرارت دهی رب رقیق شده (تا حد ۴۵ درجه سانتی گراد) و سپس سرد کردن می توان خطای اندازه گیری قوام را تا حد بسیار زیادی کاهش داد. همچنین با استفاده از رابطه رگرسیون بین بریکس و درجه حرارت با قوام بوستویک می توان برآورد دقیقی از قوام را بدست آورد ($R^2 = 0.94$).

واژه های کلیدی: قوام بوستویک، اصلاح روش اندازه گیری قوام، رب گوجه فرنگی، وارپته گوجه فرنگی.

مقدمه

طبق مطالعات بورن (۱۹۸۲) ویژگیهای بافت ماده غذایی مجموعه ای از ویژگیهای فیزیکی ناشی از ترکیبات ماده غذایی است که قابل ارزیابی توسط حس لامسه می باشند. این ویژگیها شامل تغییر شکل، خردشدن و جاری شدن ماده

غذایی در اثر نیرو می باشند که به روش دستگاهی بر حسب عوامل جرم، زمان و فاصله اندازه گیری می گردند(۱).

قوام مربوط به سیالات غیر نیوتنی یا نیمه جامد(سس، پوره و رب) با ذرات معلق و مولکولهای زنجیره بلند محلول می باشند و عملاً



توسط گسترش یا جریان یک محصول اندازه گیری می شوند. استانداردهای آمریکا برای شناسایی محصولات مختلف گوجه فرنگی، قوام را در ارتباط با محصولات نیمه جامد به صورت قوام محصول و تمایل به نگهداشتن بخش مایع آن در سوسپانسیون تعریف می کنند(۵). مشاهدات مربوط به جداسازی مایع آزاد و جاری شدن آن در یک قوام سنج بوستویک از شاخص های خاصی هستند که برای قوام محصولات سیال و نیمه جامد استفاده می شوند (۵، ۸ و ۱۰).

مواد نامحلول موجود در این محصولات ممکن است شامل سولهای سالم، شکسته و خرد شده، بقایای سلولی پلی مرهای زنجیره بلند لیگنین، سلولوز و مواد پکتیکی نامحلول در آب باشند. مقدار زیادی از این ذرات معلق هیدراته هستند و حجم نسبتاً زیادی را اشغال می کنند، اما مواد جامد خیلی کمی دارند (کرتز و لوکوتتی ۱۹۸۴). قوام رب گوجه فرنگی و بسیاری از محصولات باغی تحت تاثیر حضور توام سلولهای سالم، بقایای سلولها، مواد پکتیکی روی سطوح شان و پکتین محلول در سرم قرار می گیرد. مارشال و همکاران (۱۹۹۰) دریافته اند که قوام عمدتاً به نسبت مواد جامد نامحلول در آب به کل مواد جامد بستگی دارد (۱). مور (۱۹۸۷) چندین روش دستگاهی را برای اندازه گیری قوام عصاره گوجه فرنگی مورد مقایسه قرار داد. این روشها شامل قوام سنج بوستویک، بور کفیلد، افلوکس تیوب، سیستم سنجش بافت Otlawa و ویسکومتر Cannon- Fensk بودند. قوام سنج بوستویک و OTMS معتبرترین آنها هستند که همستگی خوبی (به ترتیب R برابر با ۰/۹۱ و ۰/۸۲) با قضاوتهای حسی نشان داده اند. این محقق به خاطر سهولت کار و قیمت پایین قوام سنج بوستویک برای آنالیزهای روزمره محصولات گوجه فرنگی استفاده از این وسیله را توصیه نموده است (۳، ۵

و ۷). تغلیظ عصاره گوجه فرنگی توسط حرارت روی ویژگیهای فیزیکی محصول نهایی اثر می گذارد. اگرچه تکنولوژیهای جدیدی پیشنهاد شده اند، اما در حال حاضر تبخیر رایج ترین تکنولوژی است.

هاریر - ال شارینگ (۱۹۶۵) رابطه ای میان ویسکوزیته ظاهری و درجه حرارت یک نمونه عصاره گوجه فرنگی تبخیر شده پیدا کردند، آنها دریافته اند که شدت برشی^۱ با افزایش مواد جامد کل از ۱۲/۸ به ۳۰ درصد از ۵۰۰ تا ۸۰۰ ثانیه افزایش می یابد. برخی از محققان دریافته اند که هنگام آبیگری مجدد رب گوجه فرنگی غلیظ شده قوام کاهش می یابد (۱ و ۸).

مارش و همکاران (۱۹۸۰) با استفاده از روش بوستویک نشان دادند که تغلیظ بیشتر رب موجب می شود که قوام آن هنگام رقیق کردن تا بریکس ۱۲ کاهش یابد جدول ۱ اثر افزایش غلظت رب را بر مقدار قوام اندازه گیری شده با قوام سنج بوستویک پس از رقیق سازی تا بریکس ۱۲ نشان می دهد، بطوریکه عصاره غلیظ شده تا بریکس ۱۲ دارای عدد بوستویک ۸/۶ است، در صورتیکه مقادیر بوستویک نمونه های رقیق شده از بریکس ۱۵ تا ۲۰، ۲۱ تا ۲۵ و بیشتر از ۲۵ به ترتیب به ۹/۵، ۱۰/۹ و ۱۱/۲ سانتی متر افزایش می یابد. علاوه بر این، مقادیر بوستویک بعد از کنسرو کردن نمونه ها و ۳ ماه نگهداری به مقدار زیادی افزایش نشان داده است. رطوبت گیری از مواد جامد نامحلول آب و عدم توانایی جذب مجدد آب به اندازه ای که به مقدار اولیه برسد، دلایل کاهش قوام رب دانستند. آنها جهت جذب مجدد آب پس از رقیق سازی رب به بریکس ۱۲ استفاده از فرآیند حرارتی را پیشنهاد نمودند. این پژوهش نیز با هدف بررسی تغییرات قوام بوستویک با افزایش

1-Shear rate



صفات اندازه گیری شده

قوام: جهت اندازه گیری قوام، نمونه های رب توسط آب مقطر تا بریکس ۱۲ رقیق شدند و در ۲۵ درجه سانتی گراد توسط قوام سنج بوستویک قوام نمونه ها اندازه گیری شد و نتایج حاصل به صورت مسافت طی شده به سانتی متر در طی ۳۰ ثانیه گزارش گردید (۱ و ۵).

بریکس: بریکس نمونه ها حداقل در سه تکرار توسط دستگاه رفرنومتری روی میزی در ۲۰ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد.

طرح آماری

جهت بررسی اثر تیمارها بر تغییرات قوام بوستویک نمونه های رب از آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور بر پایه طرح کاملاً تصادفی حداقل در هشت تکرار و جهت مقایسه میانگین ها نیز از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۹۵ درصد استفاده شد و همبستگی و رابطه رگرسیون بین اثر تیمارها در برآورد قوام رب مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

همانطور که در مقدمه اشاره شد خطای اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک بخصوص در بریکس های بالا افزایش می یابد. به همین منظور در این پژوهش جهت اصلاح روش اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک اثر وارینه، درجه تغلیظ و درجه حرارت اندازه گیری بر تغییرات قوام رب بررسی شده است که نتایج حاصل در ادامه مورد بحث قرار می گیرد.

اثر تغلیظ: تغییرات قوام بوستویک رب با افزایش بریکس در هر دو وارینه کال. جی. ان ۳ و ارلی اوربانا- وای در شکل ۱ نشان داده شده است. با افزایش بریکس در هر دو وارینه کاهش معنی داری در قوام مشاهده می شود. این کاهش

بریکس و درجه حرارت در دو وارینه گوجه فرنگی به منظور تعیین دقیق تر خطای قوام سنج بوستویک و اصلاح آن انجام شده است (۱، ۶ و ۸).

مواد و روشها

رب با بریکس های مورد نظر از واحد پایلوت پلنت رب گوجه فرنگی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردید. در هر تکرار آزمایش حدود ۱۴۰۰ کیلوگرم گوجه فرنگی از وارینه مورد مقایسه کشت شده در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی در مرحله رسیدگی کامل نمونه برداری شد و در شرایط ثابت به روش خرد کردن داغ ۸۵ درجه سانتی گراد و تغلیظ غیر مداوم در خلأ، رب تهیه گردید و در زمان تغلیظ در بریکس های مورد نظر نمونه برداری انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش مؤثر در اندازه گیری قوام رب به صورت زیر انتخاب شدند:

۱) وارینه گوجه فرنگی در دو سطح از وارینه های کال. جی. ان ۳ (Cal. Jn3) و ارلی اوربانا- وای (E-Y) که جزء بهترین وارینه ها برای تهیه رب می باشند.

۲) بریکس رب در پنج سطح شامل: ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴ و ۲۸.

۳) درجه حرارت اندازه گیری قوام در چهار سطح ۲۵، ۳۵، ۴۵ درجه سانتی گراد و ۲۵T (۲۵ T) مربوط به نمونه ای است که پس از حرارت دادن تا ۴۵ درجه سانتی گراد دوباره تا ۲۵ درجه سانتی گراد سرد و سپس قوام آن اندازه گیری شده است).



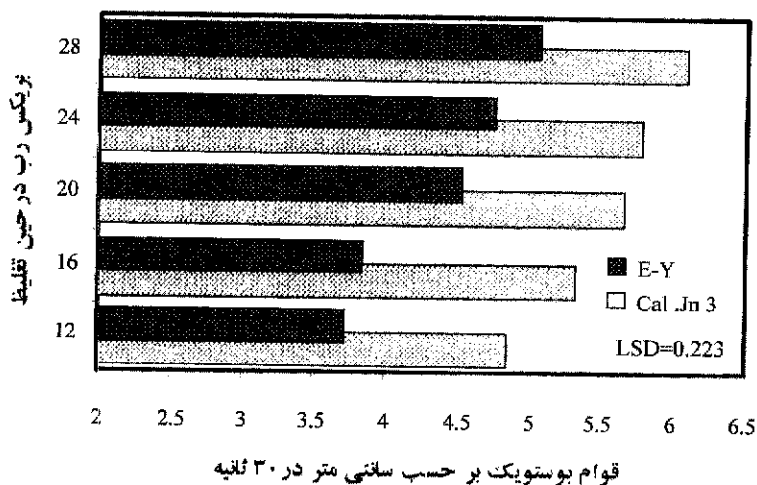
بخصوص در بریکس های بالای ۱۶ معنی دار است. این اثر می تواند ناشی از اثر رقیق سازی دوباره رب در بریکس های بالای ۱۲ جهت اندازه گیری قوام به روش بوستویک باشد. بطوریکه در اثر رقیق سازی دوباره آب به خویی جذب مواد پکتیکی و بخصوص مواد جامد نامحلول نمی شود، و در نتیجه باعث افزایش خطای اندازه گیری قوام رب در این روش می گردد. با افزایش قوام و در نتیجه افزایش میزان آب اضافه شده جهت تنظیم بریکس (بریکس ۱۲) این خطا افزایش می یابد (شکل ۱). مطابق همین اثر را مارش (۱۹۸۰) نشان داد و مشخص کرد که رقیق سازی دوباره نمونه های رب باعث ایجاد خطا در ارزیابی قوام بوستویک می شود (۱، ۶ و ۸).

بررسی آماری نتایج نیز نشان داده است که اثر متقابل معنی داری بین وارپته و بریکس روی قوام رب وجود ندارد و هر دو وارپته با وجود داشتن تفاوت معنی دار در قوام رب تغییرات یکسانی را با افزایش بریکس نشان می دهند. به عبارت، دیگر وارپته تأثیری روی خطای اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک ندارد.

اثر درجه حرارت: تغییرات قوام بوستویک رب با تغییر درجه حرارت اندازه گیری در هر دو وارپته کال. جی. ان ۳ و ارلی اوربان- وای در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، افزایش درجه حرارت از ۲۵ تا

جدول ۱- اثر تغلیظ بر مقدار قوام بوستویک (cm/s) پس از رقیق سازی تا بریکس ۱۲.

نمونه های غلیظ شده تا بریکس ۱۲	رقیق شده از کنسانتره با بریکس ۱۵-۲۰	رقیق شده از کنسانتره با بریکس ۲۱-۲۵	رقیق شده از کنسانتره با بریکس بیش از ۲۵
۸/۶	۹/۵	۱۰/۹	۱۱/۵
۸/۲	۸/۰	۹/۲	۱۰/۳
۶/۷	۷/۰	۷/۶	۸/۳
۵/۳	۶/۳	۷/۰	۷/۵
۲/۵	۳/۰	۳/۳	۳/۹



شکل ۱- تغییرات قوام بوستویک رب در حین تغلیظ.



۴۵ درجه سانتی گراد افزایش معنی داری را روی اندازه گیری قوام به روش بوستویک در تمام نمونه های رب نشان می دهد ولی نمونه ۲۵T (نمونه ای که پس از پروسه حرارتی در ۴۵ درجه سانتی گراد تا ۲۵ درجه سانتی گراد سرد و سپس قوام آن اندازه گیری شده است) کاهش معنی داری را در مقایسه با سایر درجه حرارت ها نشان می دهد، این تغییر تأییدی بر افزایش خطای اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک بخصوص در بریکس های بالا به دلیل عمل رقیق سازی و عدم جذب مجدد آب می باشد. با انجام این فرآیند حرارتی و افزایش قابلیت جذب مجدد آب مواد جامد نامحلول و پکتیکی می توان این خطا را تا حد بسیار زیادی کاهش داد.

بررسی آماری نتایج نیز نشان داده است که اثر متقابل معنی داری بین وارپته و بریکس روی قوام رب وجود ندارد و هر دو وارپته با وجود داشتن تفاوت معنی دار در قوام تغییرات یکسانی را نیز با افزایش درجه حرارت و اعمال فرآیند حرارتی نشان می دهند. به عبارت دیگر، خطای اندازه گیری قوام بخصوص در بریکس های بالا به وارپته بستگی ندارد و این خطا در شرایط ثابت فرآوری و اندازه گیری قوام یکسان است.

در نتیجه می توان با بکار بردن فرآیند حرارتی پیشنهادی (حرارت دادن رب رقیق شده تا ۴۵ درجه سانتی گراد و سپس سرد کردن تا ۲۵ درجه سانتی گراد) خطای روش اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک را بخصوص در بریکس های بالا تا حد بسیار زیادی کاهش داد.

همچنین نتایج نشان داد که قوام اندازه گیری شده به روش بوستویک در هر دو وارپته تا حد بسیار زیادی به بریکس و درجه حرارت رب بستگی دارد. نتایج آنالیز آماری معادله بدست آمده جهت برآورد قوام بوستویک رب ضریب همبستگی بسیار بالا و معنی داری را نشان داد

($R^2 = 0.94$). معادله بدست آمده، بر تغییرات قوام بوستویک با تغییر بریکس در مقابل درجه حرارت رب برآزش شد. شکل ۳ نمودار کنتور برآزش شده معادله زیر را برای برآورد قوام براساس تغییر بریکس و درجه حرارت نشان می دهد و به راحتی می توان در هر درجه حرارت و بریکس قوام رب را برآورد نمود. به عبارت دیگر می توان از معادله زیر جهت برآورد قوام رب گوچه فرنگی استفاده نمود. ($P < 0.05$).

$$Y = 2.98 + 0.031T + 0.08Br$$

Y = قوام بوستویک بر حسب سانتی متر، Br = بریکس نمونه رب، T = درجه حرارت بر حسب سانتی نتیجه گیری: براساس تجزیه و تحلیل های مذکور می توان نتایج حاصل از این تحقیق را به صورت زیر خلاصه کرد:

- خطای اندازه گیری قوام به روش بوستویک با افزایش بریکس رب افزایش می یابد.

- خطای اندازه گیری در این روش ممکن است ناشی از عمل رقیق سازی و عدم جذب مجدد آب توسط مواد جامد نامحلول و مواد پکتیکی باشد که با افزایش بریکس به دلیل افزایش میزان آب مورد نیاز برای رساندن بریکس نمونه های رب به بریکس ۱۲ افزایش پیدا می کند.

- وارپته اثری روی میزان خطای اندازه گیری قوام رب به روش بوستویک ندارد و در یک شرایط ثابت فرآوری این خطا در هر وارپته یکسان است.

- با اعمال یک فرآیند حرارتی روی نمونه های رقیق شده (حرارت دادن تا ۴۵ درجه سانتی گراد و سپس سرد کردن) می توان خطای اندازه گیری قوام توسط این روش را تا حد قابل قبولی کاهش داد.

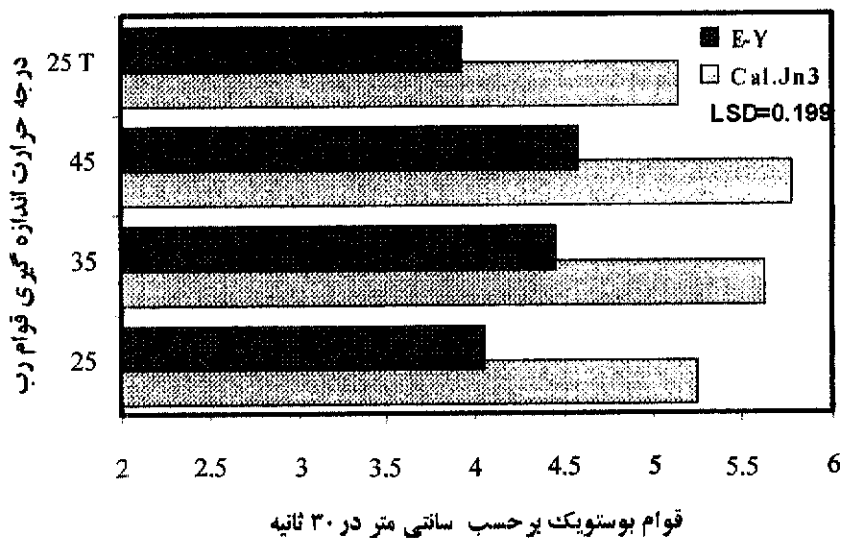
- در یک شرایط ثابت فرآوری (فرآیند غیرمداوم) استفاده شده در این پژوهش همبستگی بسیار خوبی بین تغییرات بریکس و درجه حرارت



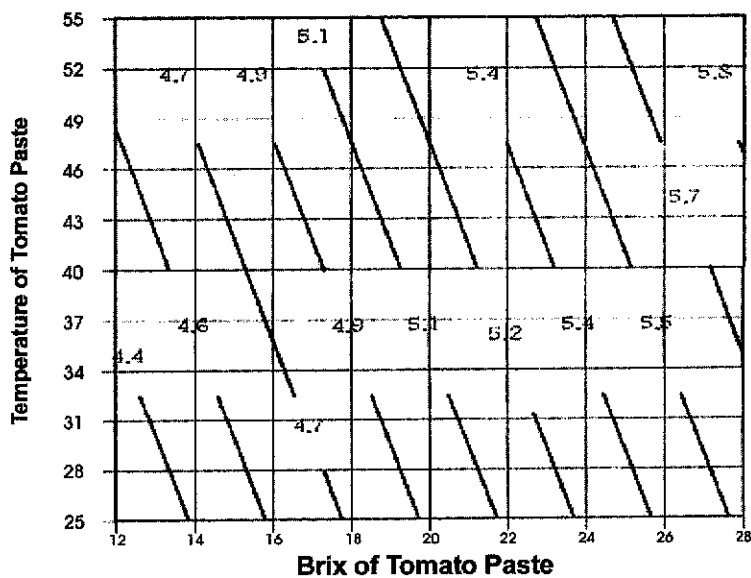
از معادله حاصل برای برآورد قوام رب استفاده نمود.

رب با قوام بوستویک در هر دو وارسته بدست آمد ($R^2 = 0.94$).

بطوری که با اطمینان بیش از ۹۵ درصد می توان



شکل ۲- اثر تغییر درجه حرارت روی میزان قوام رب به روش بوستویک.



شکل ۳- نمودار کنتور بر آزش شده جهت برآورد قوام از روی بریکس و درجه حرارت.



منابع

1. Barrette, D. M., E. Garcia, and J.E. Wayne, 1998. Textural modification of processing tomatoes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 38(3). 173-258.
2. Mc Carthy, K.L. and J.D. Seymour, 1994 . Grauity current analysis of the Bostwick consistometer for power law foods. *Journal of Texture Studies*. 25:207-220.
3. Mc Carthy, K.L. and J.D. Seymour, 1993 . A fundamental approach for the relationship between the Bostwick measurement and Newtonian fluid viscosity. *Journal of Texture Studies*. 24: 1-10.
4. Bradley, M. 1987. Method for consistency control of manufactured tomato pulp. U. S. Patent. 4, 670-281.
5. Gold, A.A. 1983. *Tomato production, processing and quality evaluation*, 2 nd ed. West Port, Connecticut: AVI Publishing.
6. Marsh, G.L., J.E. Bublert, and S.J. Leonard, 1980. Effect of composition upon Bostwick consistency of tomato concentrate. *J. Food Science*, 45(3): 703-706.
7. Goose, P. G. 1973. *Tomato paste*, Food Trade Presses LTd.
8. Hayes, W.A., P.G. Smith, and A. E.J. Morris, 1998. The production and quality of tomato concentrates. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 38(7): 537-564.
9. Mersfelder, B. and et al. 1985. Gel formation in tomato products. U. S. Patent 49547, 375.
10. Thakur, B.R., R.K. Singh, and P.E. Nelson, 1996. Quality attributes of processed tomato products. *A Review, Food Rev. Int.*, 12(3): 357-401.
11. Lang, C. 1993. *Tomato processing method*, U.S. Patent. 5.229-160.



Modification of Bostwich method to determine tomato concentrate consistency

M. Mazaheri Tehrani, S.A. Mortazavi, F. Shahidi and M. R .N. Mohalati

Food Science & Technology Department, Ferdowsi University of Mashhad , Mashhad, Iran

Abstract

Tomato concentrated products were dilluted up to 12 percent solids to measure their consistency by Bostwich consistometer. The evaluation of the consistency of tomato concentrated with different Brixes showed that the error in consistency measurement of tomato concentrated by Bostwich method increased as the Brix increased. The studies indicated that the drying rate of insoluble solids and the lacking of reconstituting properties of them were caused error in the measurement of paste consistency (especially at high Brixes). In this research, the effect of variety, tomato concentrated Brix and the temperature of consistency measurement were evaluated to determine the error changes in Bostwich consistometer and to modify it. The results showed that the variety had no effect on the accuracy of consistency measurement by Bostwich method, but Brix and temperature had a very significant effect on the accuracy of this assay and thus the error of Bostwich consistometer increased, especially at high Brixes. It was concluded that heating of dilluted tomato concentrated (up to 45 C^o) and then cooling it can decrease the error of consistency measurement considerably. Also, the consistency can be estimated accurately by using the regration between Brix, temperature and Bostwich consistency ($R^2= 0.94$).

Keywords: Bostwich consistometer; Tomato concentrate; Tomato variety; Modification consistency measurement.

