بررسی خواص رئولوژیکی ماست ایرانی تهیه شده از استارترهای

مسعود یاورمنش۱ ، محمدعلی رضوی۲ ، محمدباقرحبیبی نجفی۳ ، محمد سهرابی بالسینی۴

۱- دانشجو دکترا وعضو گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشجوی کارشناسی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

چکیده :

ماست بعنوان یکی از محصولات تخمیری لبنی جایگاه ویژه ای در سبد مصرفی جوامع بشری دارد . این محصول علاوه بر رفع مشکل عدم تحمل لاکتوز در مورد مصرف کنندگان، می تواند واجد خصوصیات فیزیولوژیکی دیگری نیز باشد . امروزه با روشن شدن تأثیرات مثبت هیدروکلوئیدهای میکروبی در سلامتی انسان، ماست های Ropy(Slimy) جایگاه ویژه ای در مصرف محصولات لبنی پیدا کرده است . با توجه به اهمیت انتقال و حمل و نقل این محصولات به گونه ای که خصوصیات بافتی محصول دچار تغییر نگردد، بررسی خواص رئولوژیکی این محصول اهمیت یافته است . بر این اساس، در این پژوهش این خواص به اختصار در مورد ماست Ropy ، ماست Nonropy (معمولی) و ماست مخلوط Ropy and Nonropy مورد بررسی قرار گرفته است . نتایج حاکی از آن است که هر سه نوع محصول رفتاری تیکسوتروپ از خود نشان داده و خواص رئولوژیکی آنها وابسته به زمان می باشد، نتایج همچنین مبین بیشترین Hysteresis در ماست Ropy بوده و مدل برازش شده در منحنی Upward این ماست متفاوت با سایر مدلها می باشد . (مدل در بخش Upward ماست Ropy مدل توان می باشد در حالیکه در سایر محصولات مدل Herschel-Bulkley بهترین برازش را دارد) .

واژه های کلیدی : ماست، رئولوژی، Ropy, Nonropy, Ropy and Nonropy .

بررسی خواص رئولوژیکی ماست ایرانی تهیه شده از استارترهای

مسعود یاورمنش[۱] ، محمدعلی رضوی[۲] ، محمدباقرحبیبی نجفی[۳] ، محمد سهرابی بالسینی[۴]

۱- دانشجو دکترا وعضو گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشجوی کارشناسی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل

چکیده :

ماست بعنوان یکی از محصولات تخمیری لبنی جایگاه ویژه ای در سبد مصرفی جوامع بشری دارد . این محصول علاوه بر رفع مشکل عدم تحمل لاکتوز در مورد مصرف کنندگان، می تواند واجد خصوصیات فیزیولوژیکی دیگری نیز باشد . امروزه با روشن شدن تأثیرات مثبت هیدروکلوئیدهای میکروبی در سلامتی انسان، ماست های (Slimy)Ropy جایگاه ویژه ای در مصرف محصولات لبنی پیدا کرده است . با توجه به اهمیت انتقال و حمل و نقل این محصولات به گونه ای که خصوصیات بافتی محصول دچار تغییر نگردد، بررسی خواص رئولوژیکی این محصول اهمیت یافته است . بر این اساس، در این پژوهش این خواص به اختصار در مورد ماست Ropy ، ماست Nonropy (معمولی) و ماست مخلوط Ropy and Nonropy مورد بررسی قرار گرفته است . نتایج حاکی از آن است که هر سه نوع محصول رفتاری تیکسوتروپ از خود نشان داده و خواص رئولوژیکی آنها وابسته به زمان می باشد، نتایج همچنین مبین بیشترین Hysteresis در ماست Ropy بوده و مدل برازش شده در منحنی Upward این ماست متفاوت با سایر مدلها می باشد . (مدل در بخش Upward ماست Ropy مدل توان می باشد در حالیکه در سایر محصولات مدل Herschel-Bulkley بهترین برازش را دارد) .

واژه های کلیدی : ماست، رئولوژی، Ropy, Nonropy, Ropy and Nonropy .

Abstract:

Yoghurt is one of the most important dairy products which consumes in the human society.This product not only remove lactose intolerance problem but also can contain some of the physiological properties.Now days it is clear that microbial hydrocoloied has a lot of positive effects therfore ropy yoghurt (slimy) is become one of the best dairy products. In order to transport without any textural deformation , evaluating of reological properties is important.In this study we investigate reological properties in ropy yoghurt, nonropy yoghurt and ropy-nonropy yoghurt. The results, are indicated all of the products have tixotropic behavior and reological properties is time dependente. Also the results, are showed the most hysteresis in the ropy yoghurt and fited model in the Upward curve is defference with other models. (model in the Upward of ropy yoghurt curve is power otherwise in the other products Herschel-Bulkley is the best fited model).

Key words :

Yoghurt, Reology, Ropy, Nonropy, Ropy and Nonropy .

۱ - مقدمه :

خواص فیزیکی ماست یک فاکتور اساسی در ارزیابی کیفیت این محصول می باشد . این خواص تحت تأثیر فاکتورهای متعددی مثل ترکیبات شیر، تیمار حرارتی شیر، اعمال فرآیندهای مکانیکی روی دلمه تخمیری، نوع تثبیت کننده مورد استفاده و نوع کشت تلقیح شده می باشد[۲ و ۱] .

نوع کشت استارتر یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر خواص فیزیکی ماست می باشد [۳] . کشتهای تولید کننده Slime به طور گسترده به منظور افزایش ثبات در ماست مورد استفاده واقع می شوند [۴] . این کشتها باعث افزایش ویسکوزیته و همچنین کاهش سینرزیس [1] در ماست می گردند [۵] کشتهای تولید کننده Slime با تولید پلی ساکارید، به دو صورت کلی اقدام به تغلیظ ماست می نمایند:

۱- ترشح پلی ساکارید و ایجاد شبکه در ماست، که این شبکه شامل میکروارگانیسم های لاکتیکی،پلی ساکاریدها و پروتئینها می باشد .

۲- ترشح پلی ساکاریدها به صورت کپسول به اطراف میکروارگانیسم ها و ایجاد افزایش سطح در محصول [۶] . بر اساس مکانیسمهای ایجاد Slime، خواص رئولوژیکی ویژه ای می تواند در ماستهای Ropy پدیدار شود .

۲- مواد و روشها :

۲-۱- مواد

۲-۱-۱- Skim Milk به عنوان ماده اولیه برای تولید ماست (Tronadisa, Espain)

1- Syneresis

۲-۱-۲- استارتر (لاکتوباسیلوس بولگاریکوس[۲] و استرپتوکوکوس ترموفیلوس[۳]):

در این پژوهش برای تولید ماست Ropy از استارتر مخلوط (V_1, 502) ، برای تولید ماست Nonropy از استارتر مخلوط (709,532) و برای تولید ماست Ropy and Nonropy از استارتر مخلوط (V_2, 621) از شرکت Danisco دانمارک استفاده شد .

۳-۱-۲- محیط کشت MRS Agar از شرکت Merck آلمان

۲-۲- روشها

۱-۲-۲- تولید ماست : ابتدا برای ایجاد شرایط یکسان از نظر مواد تشکیل دهنده و ترکیبات ماست برای بررسی خواص رئولوژیکی، از محلول $\%11\ \mathrm{Skim\ Milk}\ ^{wt}/_{vol}$ برای تولید ماست استفاده شد . سپس به میزان $^{vol}/_{vol}$ ۱-۰/۵٪ از استارترهای ذکر شده به منظور تلقیح استفاده شده پس از تلقیح، نمونه ها به مدت ۴- ۳/۵ ساعت در دمای $^{\circ}c$ ۳۷ تا رسیدن به pH =۴/۲ گرمخانه گذاری شد [۷].

۲-۲-۲- ایجاد شرایط یکسان از نظر بار میکروبی :

پس از تولید ماستهای مختلف، به منظور ایجاد شرایط یکسان از لحاظ بار میکروبی استارتر، نسبت به شمارش کلی این میکروارگانیسم ها در محیط کشت MRS اقدام و نمونه های ماست با بار میکروبی $^{cfu}/_{ml}$ $۱۰^{۷}$ برای ارزیابی خواص رئولوژیکی انتخاب شدند [۸] .

۳-۲-۲- اندازه گیری خواص رئولوژیکی :

برای اندازه گیری خواص رئولوژیکی از ویسکومتر Bohlin Visco88 استفاده شد . دمای مورد استفاده برای اندازه گیری خواص رئولوژیکی $^{\circ}c$ ۱۰ انتخاب شد[۷]. همچنین به منظور دستیابی به Shear rate مناسب ابتدا چند نمونه به صورت آزمایشی تحت دمای $^{\circ}c$ ۱۰ مورد اندازه گیری واقع شده و در نهایت دامنهٔ Shear rate ($^{1}/_{s}$ ۳۰۰- ۰) با فواصل ($^{1}/_{s}$ ۱۵) برای اندازه گیری خاص رئولوژیکی انتخاب گردید [۷].

۳-۲- طرح آماری و نرم افزارهای مورد استفاده :

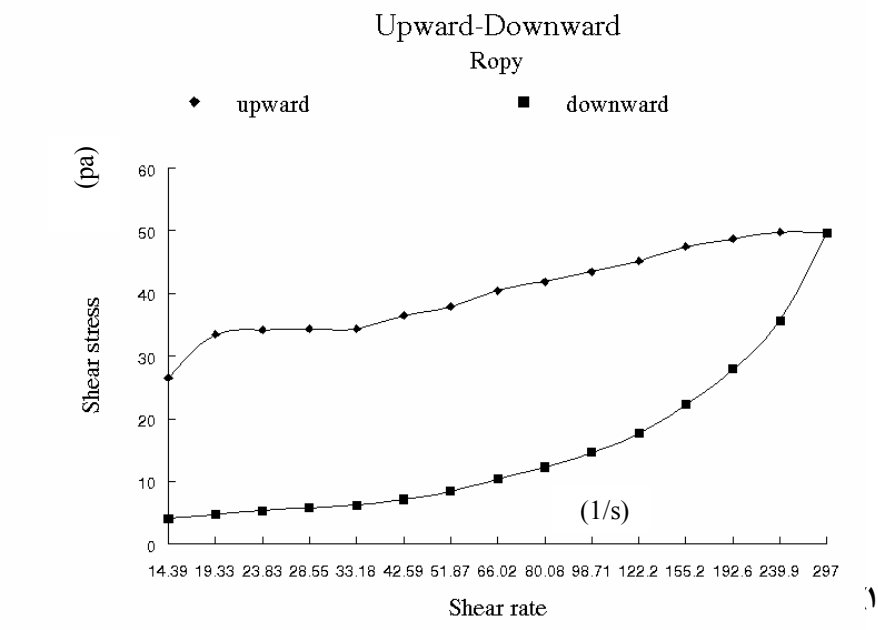
پس از حصول نتایج در دو تکرار، به منظور ارزیابی خواص رئولوژیکی سه نوع ماست تولید شده، شرایط تولید ماست، میزان ترکیبات و میزان استارتر تلقیح شده یکسان در نظر گرفته شده . پس از حصول داده ها از نرم افزار، Sigma Stat (Version 1.0) برای دستیابی به بهترین مدل و همچنین از نرم افزار Slide write برای رسم و برازش معادلات مدل استفاده شد .

2- L.bulgaricus
3- St. thermophilus

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی پارامترهای رئولوژیکی ماست تولید شده با استارتر Ropy :

جدول(۱) نشان دهنده بهترین مدلهای برازش شده به همراه پارامترهای رئولوژیکی برای ماست Ropy می باشد، همانطور که از این جدول و شکل (۱) مشخص است، ماست Ropy یک سیال تیکسوتروپیک، وابسته به زمان می باشد . بهترین مدل برای برازش در این ماست مدل power (توان) در Upward منحنی و Herschel – Bulkey در Down ward منحنی می باشد (شکلهای ۲ و ۳) . نکته حائز اهمیت این است که اندیس جریان (n) در منحنی Down ward از ۱ بیشتر می باشد (۱/۳۵۳۴) . همچنین بر اساس شکل (۱) Hysteresis حاصله در این ماست بیشترین مقدار را در میان سه نوع ماست تولیدی دارا می باشد . همچنین کاهش شدید ویسکوزیته ظاهری در منحنی Down ward معرف تخریب ساختمان پلی ساکاریدی حاصل از فعالیت استارتر Ropy می باشد (شکل ۴) . نتایج حاصل از سایر تحقیقات نشان می دهد که ماست تولید شده از استارترهای Ropy که ایجاد شبکه ای از پلی ساکارید به همراه میکروارگانیسم و پروتئینها می نماید نسبت به تنش های برشی از استحکام کمتری برخوردار بوده و در صورت تبدیل ساختار از ژل[۴] به سُل[۵]، برگشت به ساختار اولیه ژل نامحتمل به نظر می رسد، در حالیکه این تخریب ساختمان در استارترهای Ropy تولید کننده کپسول پلی ساکاریدی کمتر بوده و برگشت به ساختار اولیه (ویسکوزیته ظاهری اولیه) در صورت اعمال تنش تا حد زیادی وجود دارد [۶] .

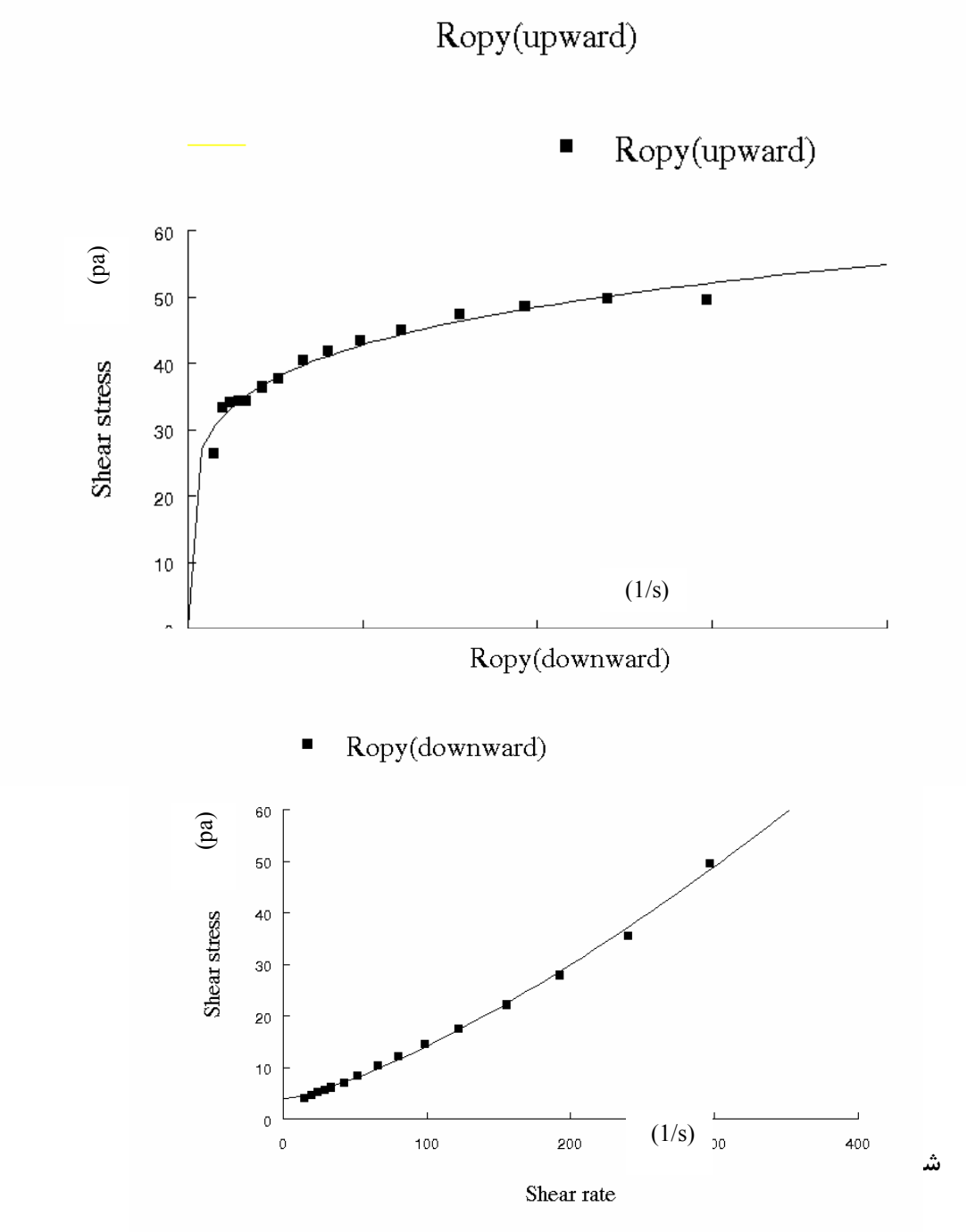


شکل (۱)

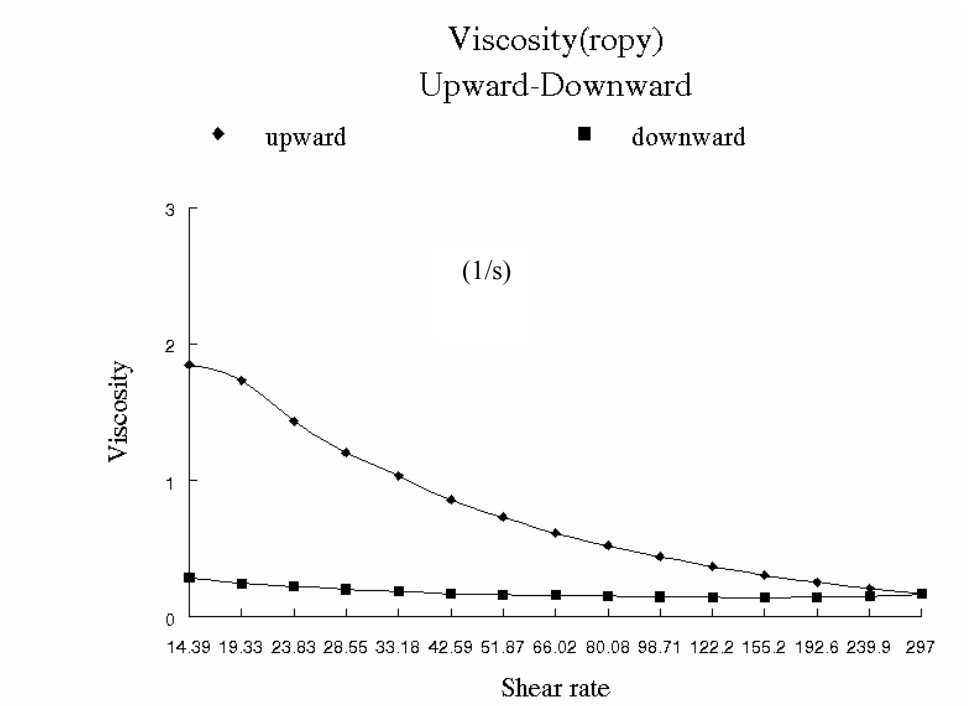
4- Gel
5- Sol

جدول (۱)- پارامترهای رئولوژیکی ماست Ropy

منحني	برازش	k	n	R^2	Hysteresis
Up ward	Power	18.74	0.179	0.95988	6070.8
Down ward	Herschel Bulkley	0.0199	1.353	0.99725	———

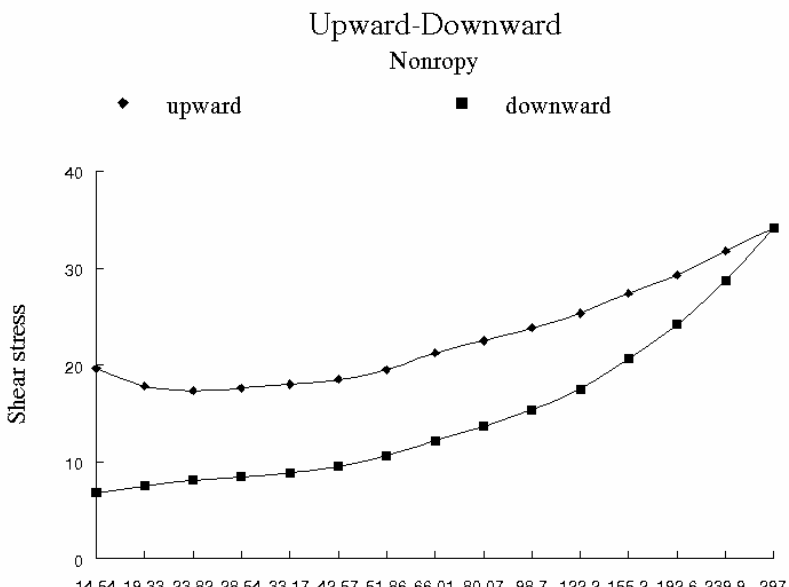


شکل (۴) - منحنی ویسکوزیته ظاهری در برابر Shear rate برای ماست Ropy



۲-۳- ارزیابی پارامترهای رئولوژیکی ماست تولید شده با استارتر Nonropy :

همانطور که از جدول (۲) مشخص است، این ماست نیز مانند ماست Ropy به طور کامل خواص تیکسوتروپیک از خود نشان می دهد (شکل ۵)، با این تفاوت که بهترین مدل برازش شده برای هر دو منحنی Up ward و Down ward، مدل Herschel-Bulkley می باشد (شکل ۶ و ۷) . همچنین بر اساس شکل (۵) مشخص می شود که Hysteresis حاصل از این ماست نسبت به ماست Ropy از مقدار کمتری برخوردار است . در شکل (۸) تغییرات ویسکوزیته ظاهری در سرعتهای برشی مختلف مبین این نکته است که تخریب ساختمان اولیه ژل به دلیل وابستگی کمتر به متابولیتهای تولیدی استارتر و همچنین وابستگی بیشتر به ترکیبات شیر، قابلیت برگشت بیشتری به ویسکوزیته ظاهری اولیه نسبت به ماست تولید شده با استارتر Ropy دارد .



(Pa)

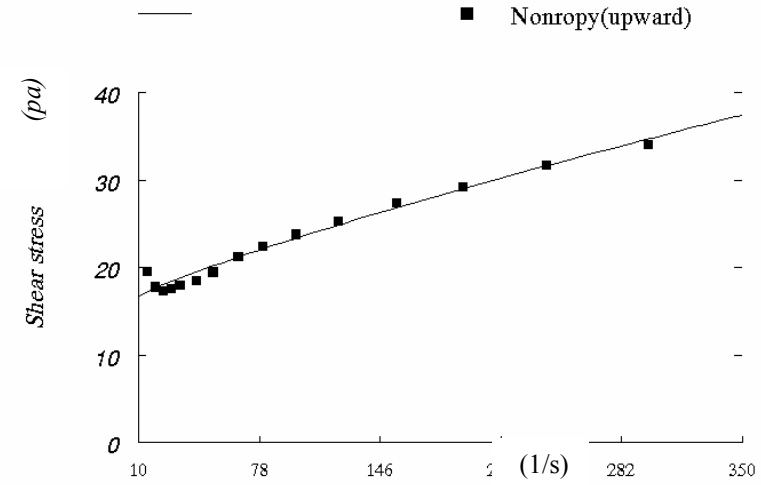
شکل (۵)- منحنی Shear stress در برابر Shear rate برای ماست Nonropy

(1/s)

جدول (۲)- پارامترهاي رئولوژيكي ماست Nonropy

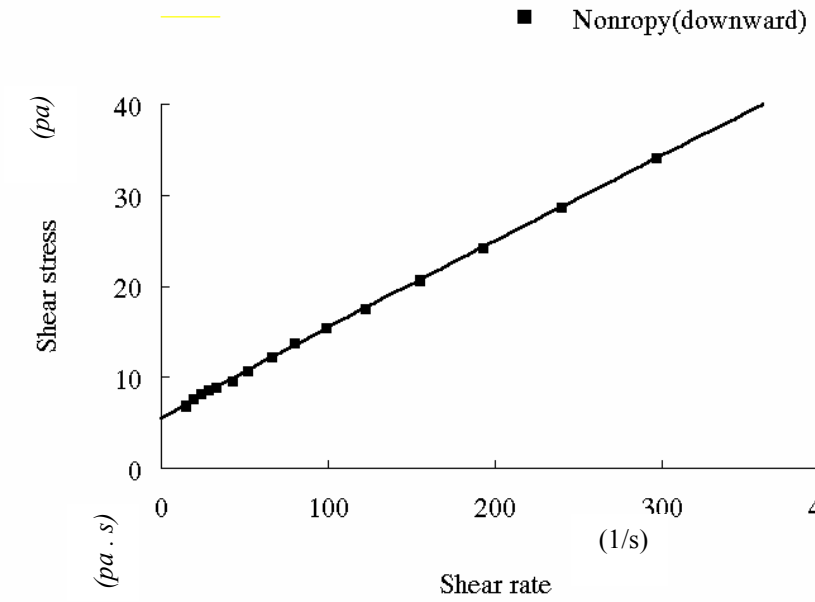
منحني	برازش	k	n	R^2	Hysteresis
Up ward	Herschel Bulkley	0.1806	0.818	0.9756	7698
Down ward	Herschel Bulkley	0.1161	0.967	0.9997	———

Nonropy



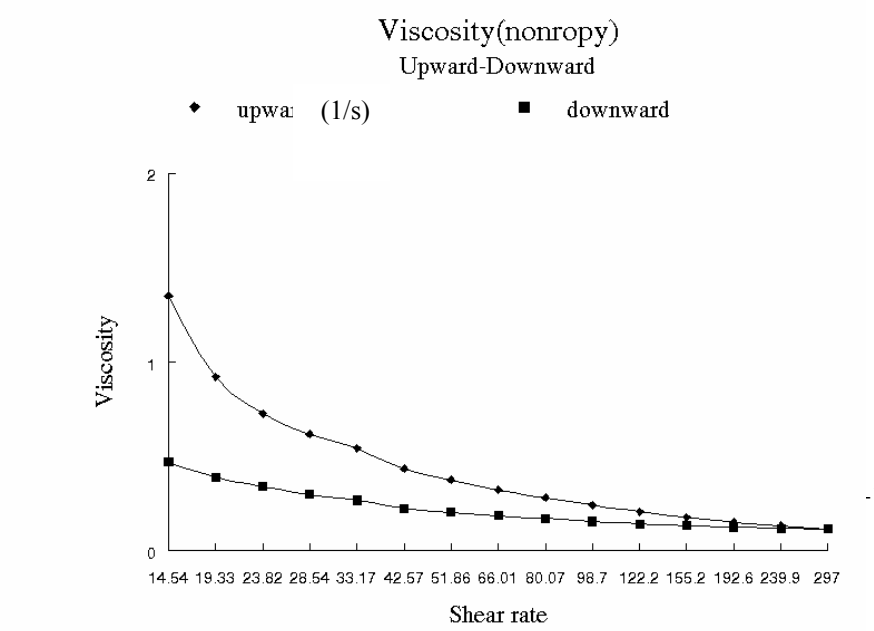
شکل

Nonropy(downward)



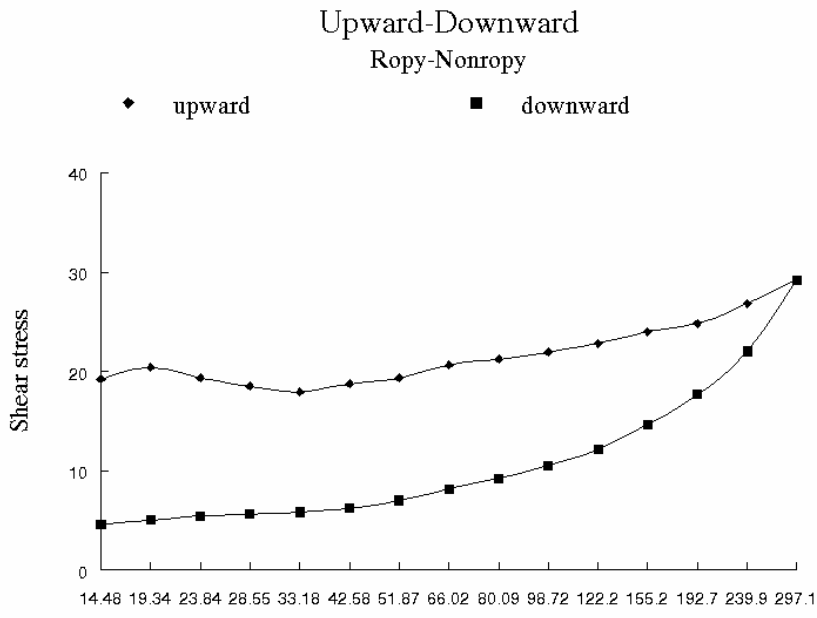
شکل (۷)

شکل (۸) - منحنی ویسکوزیته ظاهری در برابر Shear rate برای ماست Nonropy



] -۳-۳

جدول (۳) و اشکال (۱۰) و(۱۱) معرف مدل برازش شده و پارامترهای رئولوژیکی این ماست می باشد، نتایج مانند ماستهای تولید شده Ropy و Nonropy مبین رفتار تیکسوتروپیک بوده و بهترین مدل برازش شده در آن Herschel-Bulkley می باشد . همچنین براساس شکل(۹)، Hysteresis حاصل از این ماست حاوی مقدار کمتری نسبت به ماست Ropy و مقدار بیشتری نسبت به ماست Nonropy می باشد . بر اساس شکل (۱۲) و ترسیم ویسکوزیته ظاهری در برابر سرعتهای برشی می توان نتیجه گرفت که تخریب ساختار ژل در اثر اعمال تنش نسبت به ماست Ropy کمتر در قیاس با ماست Nonropy بیشتر می باشد (بازگشت به ویسکوزیته ظاهری اولیه نسبت به ماست Nonropy کمتر ولی نسبت به ماست Ropy بیشتر است) .

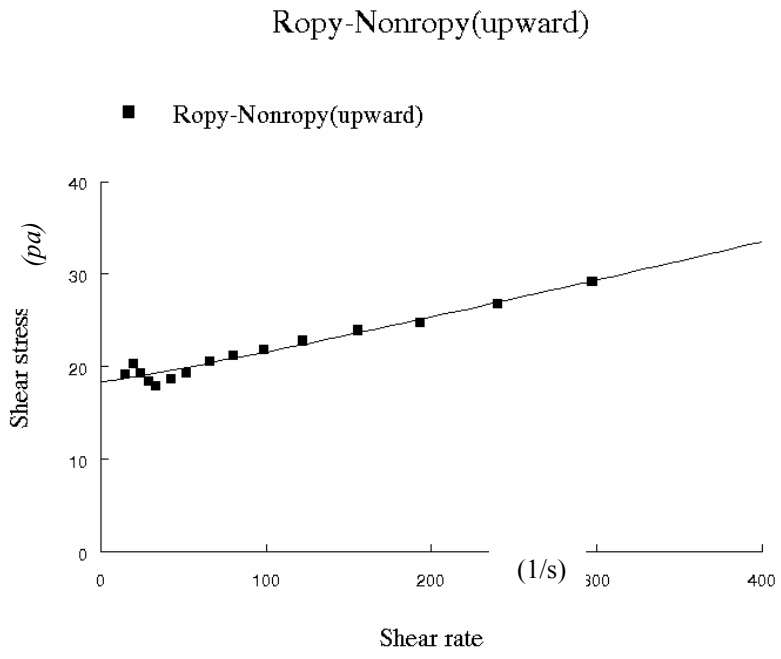


(pa)

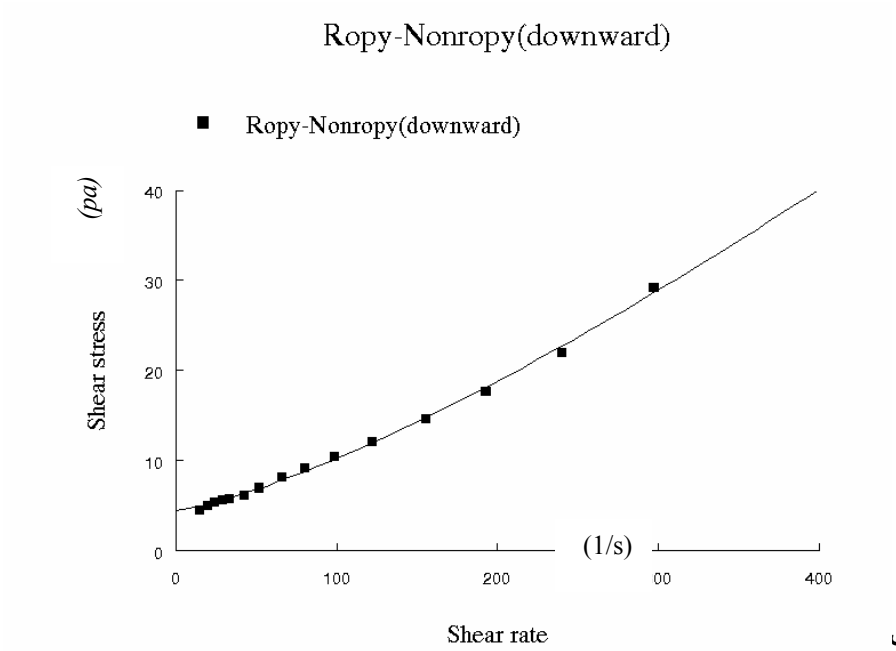
شکل(۹) - منحنی Shear stress در برابر Shear rate برای ماست Ropy-Nonropy

جدول (۳) - پارامترهای رئولوژیکی ماست Ropy-Nonropy

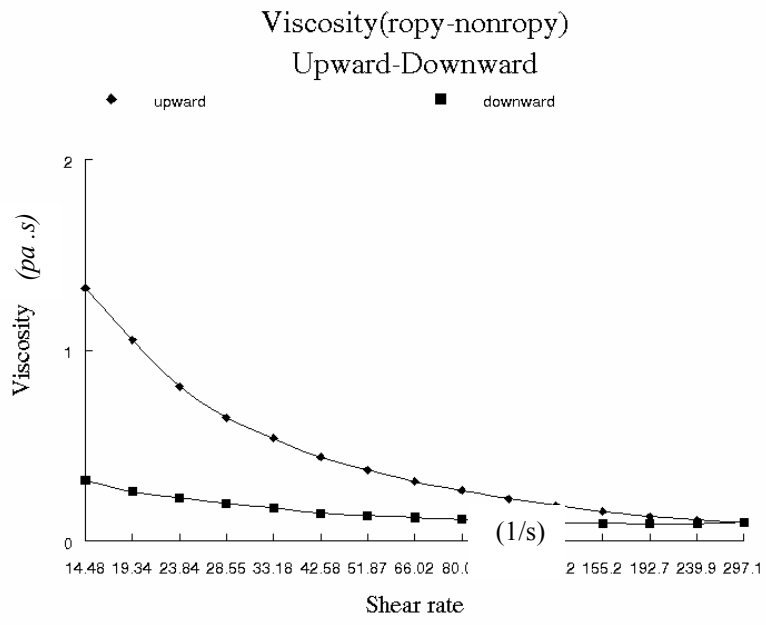
منحنی	برازش	k	n	R^2	Hysteresis
Up ward	Herschel Bulkley	0.0195	1.1102	0.9571	2376.1
Down ward	Herschel Bulkley	0.0134	1.3156	0.99758	—



شکل (۱۰) - برازش مدل Herschel - Bulkley در منحنی Up ward



شکل



شکل (۱۲) - منحنی ویسکوزیته ظا

۴-۳- تنش تسلیم :

جدول (۴) معرف تنشهای تسلیم در سه نوع ماست می باشد، هر چند که تنش تسلیم براساس مقادیر به دست آمده از ماستهای، Ropy – Nonropy, Ropy و Nonropy به ترتیب کاهش می یابد، اما از آنجائیکه تنش تسلیم به شدت وابسته به شرایط کار با ویسکومتر و شرایط محیطی است، نمی توان بر اساس مقادیر بدست آمده، به نتایج مطمئنی دست یافت .

جدول (۴) – نقش های تسلیم مربوط به ماستهای تولید شده

نوع ماست	Up ward (Pa)	Down ward (Pa)
Ropy	—	4.003
Nonropy	15.646	5.440
Ropy - Nonropy	18.376	4.516

۴- نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده از این پژوهش می توان گفت، هر چند ماستهای تولید شده با استارتر تولید کننده پلی ساکارید می تواند اثرات سلامتی بخش و مفید بجای گذارد، اما اینگونه ماستها در برابر تنشها (حمل و نقل) دچار تخریب بیشتری در ساختار فیزیکی (ژل) می گردند . (خصوصاً استارترهای تولید کننده شبکه پلی ساکاریدی) لذا به منظور حفظ ساختار ژل ماست رعایت دقت در حمل و نقل ضروری است، همچنین می توان با تعیین پارامترهای رئولوژیکی یک ماست Ropy تا حدودی به نوع استارتر به کارگرفته شده در آن پی برد . به منظور کاهش تخریب ساختار ژل در ماست و همچنین بهره مندی از مزایای سلامتی بخش پلی ساکاریدهای میکروبی می توان از استارترهای Ropy-Nonropy بهره جست .

منابع :

] Nielsen, V. 1975. Factors which control the body and texture of commercial yogurts. Am. Dairy ۱ [Rev. 37:36-40 .

[۲] Parnell-Clunies, E., Kakuda, Y.and Deman, J. 1986. Influence of heat treatment of milk on the flow properties of yogurt. J. Food Sci. 57: 1459-1465.

[۳] Vlahopoulou, I. and Bell, A. 1993. Effect of various starter cultures on the viscoelastic properties of bovine and caprine yogurt gels. J. Soc. Dairy Technol. 46:61-66.

[۴] Toba, T., Uemura, H., Mukai, T., Fuji, T., Itoh, T. and Adachi, S. 1991. A new fermented milk using capsular polysaccharide producing lactobacillus kefiranofaciens isolated from kefir grains. J. Dairy Res. 58:497-502.

[۵] Schellhass, S. and Morris, H. 1985. Rhelogical and Scanning electron microscopic examinations of skim milk gels obtained by fermenting with ropy and nonropy strains of lactic asid bacteria. Food Microstructure. 4:279-285.

[۶] Robinson, R.K., Tamime, A.Y and wszolek, M. 2002. Microbiology of Fermented Milks. In Dairy Microbiology Handbook. Robinson, R.K. Edit. pp: 395-397.

[۷] Hassan, A.N., Frank, J.F., Schmidt, K.A. and Shalabi, S.I. 1996. Rheological properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. J. Dairy Sci. 79: 2091-2097.

[۸] International Standards organization. 1992. Milk and Milk Products: enumeration of colony forming units of microorganisms, colony count technique at $30^{\circ}C$. ISO 6610.