

## تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی بر خواص کیفی محصولات غذایی به خصوص فرآورده های لبنی پروبیوتیک

فاطمه سعیدی<sup>۱\*</sup>، سیده زهرا مهدی پور<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع غذایی دانشگاه پیام نور ساری

۲- دانشجوی دکترای بهداشت مواد غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

### چکیده

آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی جز آنزیمهای ترانسفراز می باشد که می تواند بین اسید آمینه گلوتامین از یک پروتئین و لایزین از پروتئین دیگر اتصالات عرضی ایجاد می کند و باعث تقویت ساختار مبتنی بر پروتئین تأثیر مثبتی بر ظرفیت نگهداری سرم و استحکام ژل در مواد غذایی گردد. افزودن این آنزیم بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی و حسی (PH، اسیدیته، میزان آب اندازی، ویسکوزیته، طعم، بو، بافت، پذیرش کلی) مواد غذایی لبنی، گوشتی، غلات، پروبیوتیک مؤثر است. این آنزیم از گونه مهم باکتریایی به نام *Streptonerticillum* استخراج وخالص سازی می شود اپتیمم فعالیت این آنزیم بین ۶ تا ۷ و بهترین دما عملکرد آن ۳۷ تا ۵۰ درجه سانتی گراد است. آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی وابسته به یون کلسیم نمی باشد و فرآیند آسیل ترانسفراز را کاتالیز می کند و با ایجاد باند کووالانت بین پروتئین ها، باعث بهبود بافت و کیفیت محصول غذایی می گردد و پروتئین های جدید با ویژگی های منحصر به فرد ایجاد می کند بنابراین می توان با استفاده از میکروارگانسیم ها کیفیت محصولات غذایی را تا حد امکان افزایش داد. به طور کلی افزودن غلظت های مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی ضمن جلوگیری از تغییرات مشخص در PH و اسیدیته و ویسکوزیته محصولات لبنی مثل ماست پروبیوتیک را افزایش و باعث کاهش آب اندازی در ماست شد که تلفیق این آنزیم و کازئینات سدیم در تولید ماست پروبیوتیک بدون چربی پیشنهاد می گردد این آنزیم و کازئینات سدیم به طور معنی داری موجب افزایش مقدار و ویسکوزیته و درصد نگهداری آب در محصولات پروبیوتیک غنی شده با کازئینات سدیم می گردد. در فرآورده های غلات با افزودن ترانس (MTG) گلوتامیناز میکروبی در سطوح مشخص می توان رنگ فرآورده ها را روشن تر نمود و حتی از بیاتی نام ها جلوگیری و باعث بهبود ویژگی های کیفی فرآورده های غلات گردد با بررسی (MTG) می توان در صنایع غذایی باعث بهبود و ویژگی های فیزیکی شیمیایی در محصولات غذایی گردید.

**کلمات کلیدی:** آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی، اتصالات عرضی، پروبیوتیک، کازئینات سدیم، *Sereptovrticillum*

## مقدمه

در دو دهه اخیر به دلیل تأثیر سوء ناشی از چربی اضافی به سلامتی انسان تمایل به مصرف محصولات لبنی کم چرب یا بدون چربی مخصوصاً ماست بدون چربی به طور چشم گیری افزایش یافته است با این وجود مصرف کنندگان محصولات کم چربی با کیفیت مشابه با محصولات پرچرب می طلبند. ماست دارای خواص درمانی مانند افزایش هضم مواد غذایی، تقویت سیستم ایمنی، فعالیت ضدسرطانی و کاهش کلسترول سرم می باشد ماست یک فرآورده شیری است که به وسیله تخمیر لاکتیکی توسط دو باکتری آغازگر ماست لاکتوباسیلیوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس به دست می آید. این فرآورده غذایی از نظر که ارزش غذایی بالایی دارد. (عمدتاً به دلیل کاهش میزان لاکتوز و حاوی غلظت بالای کلسیم) و توسط متخصصان تغذیه مورد توجه قرار گرفته است. و همچنین امروزه مصرف مواد غذایی فلاسودمند از جمله غذاهای حاوی پروبیوتیک ها بسیار مورد توجه قرار گرفته اند پروبیوتیک ها دارای ویژگی سلامت بخش و مصرف ارفا روشی برای بازسازی تعادل میکروفلوروده می باشد.

برای تأمین سلامتی نیز لازم است تعداد باکتری های پروبیوتیک زنده در ماده غذایی دست کم  $10^6$ - $10^7$  واحد سازنده ی کلنی در گرم یا در میلی لیتر باشد. صنعت تمایل روبه رشدی به توسعه روش هایی دارد که موجب حفظ تعداد کافی و موثر باکتری های ماست و فرآورده های لبنی بخصوص باکتری های پروبیوتیک در طول دوره نگهداری فرآورده شود.

لذا برای از آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی توسط روش های نوین و مؤثر در جلوگیری از مشکلات رایج در تولید فرآورده های لبنی بهره جست این آنزیم با ایجاد شبکه سه بعدی ژل ماست با برقراری پیوندهای عرضی بین زنجیره های پروتئینی از این مشکلات جلوگیری کرد.

آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی جز آنزیم های ترانسفراز است که واکنش انتقال آسیل، بین گاما- کربوکسی آمیداسید آمینه گلوتامین و آمین های نوع اول از جمله گروه اپسیلون- آمین لیزین در پروتئین ها را کاتالیز می کند. و در نتیجه پیوندهای عرضی کووالانسی درونی و بین مولکولی موجب تشکیل پلیپپتیدهایی باورزن مولکولی بالا می شود

در حقیقت این آنزیم با در هم تنیدن پروتئین های شیر منجر به اصلاحاتی در ویژگی های کارکرد پروتئین ها و تشکیل فرآورده هایی با ویژگی های حسی و رئولوژیکی بهتر می شود.

امروزه در اصلاح پروتئین های روش های آنزیمی بر روش های شیمیایی ترجیح دارد زیرا در روش های آنزیمی تولید مواد سمی ناشی از روش های شیمیایی به حداقل می رسد. جالب توجه است که این آنزیم هیچ گونه اثر نامطلوبی بر دسترسی زیستی لایزین نداشته و ارزش تغذیه ای پروتئین های شیر را نیز تغییر نمی دهد. این آنزیم از یک گونه باکتریایی به نام استرپتوتوریتسیلوم (*Streptoverticillum*) استخراج و خلاص سازی شهر ابتدا این آنزیم از کبد خوک استخراج می شد که استخراج میکروبی آن برخلاف استخراج از کبد خوک غیروابسته به یون کلسیم می باشد. از طرفی آنزیم ترانس گلوتامیناز با ایجاد شبکه پروتئینی متفاوت ممکن است رشد و زنده مانی پروبیوتیک ها را تحت تأثیر قرار دهد.

کاربرد منحصر به فرد آنزیم ترانس گلوتامیناز در بهبود کیفیت محصولات گوشتی، لبنی و غلات و... حفظ ارزش تغذیه ای محصولات و افزایش مدت نگهداری و بهبود خواص رئولوژیکی و حسی سبب شد تا در این مقاله این آنزیم میکروبی که جز آنزیم های تجاری است، به صنعت غذا و تغذیه کشور معرفی می گردد.

## متن اصلی

در این تحقیق به بررسی ویژگی های محصولات لبنی پروبیوتیک به خصوص ماست و غنی شدن آن با کازئینات سدیم و پروتئین های شیر می پردازیم. نمونه ای از ماست که با آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی کازئینات سدیم به آن اضافه شده را مورد بررسی قرار می دهیم.

در این مبحث تاثیر اینولین و ترانس گلوتامیناز بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی وحسی ماست قالبی بررسی می کردند نشان داد که نمونه های حاوی اینولین و ترانس گلوتامیناز نسبت به نمونه های شاهد که عاری از این وارد بود، از سینترزیس کمتر واستحکام ژل بالاتری برخوردار بوده و پلیمریزاسیون پروتئین های شیر توسط ترانس گلوتامیناز موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب و استحکام ژل ماست می شود.

آنزیم ترانس گلوتامیناز موجب افزایش ویسکوزیته و مقبولیت نمونه های تیمار شده با این آنزیم شد و حتی می تواند راندمان پنیسازی و حفظ رطوبت در دلمه را افزایش دهد.

واکنش های انجام شده توسط آنزیم علاوه بر افت PH در طول تخمیر بر غنی سازی پروتئین و تیمارهای حرارتی شیر در تولید ماست موثر است که جز اصلی پروتئین شیر، کازئین می تواند سوبسترای خوبی برای ترانس گلوتامیناز باشد.

بخش هیدروفیلیک در کاپاکازئین شیر شناخته شده به کازئوماکروپتید تمایل زیادی به واکنش با ترانس گلوتامیناز دارد در مقابل پروتئین های سرمی در حالت عادی به علت پایداری آن با پیوندهای دی سولفیدی، خیلی کم تحت تأثیر آنزیم قرار می گیرد که در میان پروتئین های جدا شده از شیر کازئینات سدیم بهترین سوبسترا برای ترانس گلوتامیناز میکروبی شناخته شده است.

هر روشی که تعادل میان ترکیبات شیر را بر هم بزند تأثیر مستقیم بر خواص رئولوژیکی بافتی ماست دارد. به عنوان مثال افزایش سطح پروتئین شیر منجر به افزایش در قدرت ژل ماست می شود.

آب انداختن ماست یک مشکل متداول است برای جلوگیری از این مشکل از مواد پایدار کننده مختلف و یا انواع ماده خشک در جهت کاهش آب اندازی استفاده می شود.

افزایش محتوای پروتئینی و همچنین افزودن هیدروکلوئیدها مانند ژلاتین ونشاسته برای جلوگیری از آب اندازی ماست استفاده می شود.

استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و کاهش در نفوذ پذیری ژل و اندازه منافذ آن منجر به ساختار متراکم تر و پایدارتر با فضاهای کوچکتر در ماست می شود. از این رو بیشتر آب آزاد در شبکه ژلی ماست به دام میافتد. علاوه بر این ظرفیت نگهداری آب را در شبکه ژلی ماست بهبود می بخشد. به طور کلی وجود کازئینات سدیم و آنزیم ترانس گلوتامیناز و اضافه کردن آنها به شیر بالاترین

ویسکوزیته را در ماست ایجاد می کند. زیرا این آنزیم اتصال عرضی پروتئین های شیر به صورت کوالانسی و در نتیجه تشکیل یک ژل قوی در ماست می دهد.

خواص حسی از عوامل اساسی پذیرش بسیاری از فراوردها و کسب رضایت مصرف آنهاست. این آنزیم با تأثیر اندک بر رشد استارتر ماست باعث اختلاف کم در بو و طعم فراورده می شود.

هر چه آنزیم را افزایش دهیم از طعم و بو کاسته می شود ولی ویسکوزیته آن افزایش می یابد. در این روش اصلاح پروتئین های شیر (خصوصاً کازئین های و پروتئین های سرمی دناتوره شده از طریق پیوندهای عرضی توسط ترانس گلوتامیناز میکروبی روشی کارآمد و مفید در تولید ماست کم چرب یا بدون چربی است که برای حفظ سلامتی بدن نیز مفید می باشد.

افزایش ویسکوزیته در طول زمان و مدت نگهداری محصول در اثر استفاده از ترانس گلوتامیناز به دلیل توانایی آنزیم در تشکیل پلی مرهایی با وزن مولکولی بالا از مونومرهای پروتئین می باشد.

### نتیجه گیری

مواد غذایی پروبیوتیک از غذاهای عملگرا که اثرات سلامت بخش در انسان دارد در این مطالعه تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی و کازئینات سدیم و پروتئین های شیر بر شاخص های کیفی ماست پروبیوتیک مورد بررسی قرار گرفت. که این آنزیم و موارد غنی سازی آن موجب افزایش زنده ماننی لاکتوباسیلوس کازئی شدند و علاوه بر آن ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری و ویژگی های تغذیه ای و حسی و کیفی آن را بهبود بخشیدند. لذا می توان به نقش مفید میکروارگانسیم ها در صنعت غذایی پی برد. و بستر مناسبی را به منظور استخراج آنزیم ترانس گوتامیناز را از میکروارگانسیم ها فراهم نمود.

### منابع

- Bari M, Ashrafi R, Alizadeh M, Rofehgarineghad L. Effects of different of yogurt starter or probiotic bacteria, storage time & different concentration of cysteine on the microflora characteristics of Bio – Yogurt. *Res J Biological Sci* 2009; 4 (2): 137-42.
- Benkovic; M. Kos, B. Tonkovic, K. Lebos, A. Suskovic, J. and Gregurek, L. 2008. Influence of probiotic strain *Bifidobacterium animalis subsp. lactis lafti b94*, inulin and transglutaminase on the properties of set- style yoghurt. *Mljekarstvo*, 58: 95-115.
- Bonisch, M.P., Huss, M., Weitzl, K. and Ku lozik, U., 2007b, Transglutaminase cross-linking of milk proteins and impact on yoghurt gel properties. *International Dairy Journal*, 17: 1360–1371.
- Burgain, J. Gaiani, C. Linder, M. and Scher, J. 2011. Encapsulation of probiotic living cells: from laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 104: 467–483.
- Coisson J.D, Travaglia F, Piana G, Capasso M, Arlorio M. *Euterpe oleracea* juice as a functional pigment for yogurt. *Food Res Int* 2005; 38: 893–97.
- Farnsworth, J.P. Li, J. Hendricks, G.M. and Guo, M.R. 2006. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Journal of Food Science*, 77: 113-121.
- Fernandez-Garcia E, McGregor J.U, Traylor S. The addition of oat fiber and natural alternative sweeteners in the manufacture of plain yogurt. *J of Dairy Sci* 1998; 81: 655-63.
- Gauche, C. Tomazi, T. and Barreto, P.L.M. 2009. Physical properties of yoghurt manufactured with milk whey and transglutaminase. *LWT*, 42: 239–243.

Jaros, D. Partschefeld, C. Henle, T. and Rohm, H. 2006. Transglutaminase in dairy products: chemistry, physics, applications. *Journal of Texture Studies*, 37: 113–155.

Kuraishi C, Yamazaki K, Susa Y. Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Reviews Int* 2001; 17: 221-46.

Motoki M, Seguro K. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Sci and Technol* 1998; 9: 204- 10.

Ozer, B. Kirmaci, H.A. and Oztekin, S. 2007. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat. *International Dairy Journal*, 17: 199–207.

S,anlı T, Sezgin E, Devecim O, S,enel E, Benli, M. Effect of using transglutaminase on physical, chemical and sensory properties of set-type yoghurt. *Food Hydrocolloids* 2011; 25:1477-81.

Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, AguirreMandujano E, Vernon-Carter E.J. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *Int Dairy J* 2004; 14: 151-59.

Sanli, T. Sezgin, E. Deveci, O. Senel, E. and Benli, M. 2011. Effect of using transglutaminase on physical, chemical and sensory properties of set-type yoghurt. *Food Hydrocolloids*, 25: 477-1481.

Schorsch C, Carrie H, Norton IT. Cross link in casein micelles by a microbial transglutaminase: Influence of crosslinks in acid-induced gelation. *Int Dairy J* 2000; 10: 529–39.

Tolkach, A. and Kulozik, U. 2005. Fractionation of whey proteins and caseinomacropptide by means of enzymatic crosslinking and membrane separation by means by enzymatic crosslinking and membrane separation techniques. *Journal of Food Engineering*. 67: 13-20.

Trachoo N, Mistry V.V. Application of ultrafiltered sweet buttermilk and sweet buttermilk powder in the manufacture of nonfat and low fat yogurts. *J Dairy Sci* 1998; 81: 3163- 71.

Wroblewska, B. Kolakowski, P. and Pawlikowska, K. 2009. Influence of the addition of transglutaminase on the immunoreactivity of milk proteins and sensory quality of kefir. *Food Hydrocolloids*. 23: 2434-2445.