













## بحث

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، دما و زمان بهینه فعالیت آنزیم اهمیت بسزایی در بهبود پایداری امولسیون دارد. به طوری که خارج از محدوده بهینه، با افزایش دما و زمان فعالیت آنزیم پایداری امولسیون کاهش خواهد یافت. در مطالعه Ionescu و همکاران در سال (۲۰۰۸) بیان شد که با افزایش دما و زمان واکنش آنزیم ترانس گلوتامیناز بر پروتئین میوفیبریلار گوشت گاو، خواص امولسیون کنندگی کاهش می‌یابد. آنها دلیل این نتایج را دگرگونی در تعادل سطح های هیدروفیل و هیدروفوب پروتئین در اثر افزایش بسیار زیاد تعداد اتصالات عرضی می‌دانند که با افزایش درجه پلیمریزاسیون سطح های هیدروفیل کاهش یافته و سبب کاهش خواص امولسیون کنندگی پروتئین می‌شود. طبق نتایج این تحقیق پایداری امولسیون در زمان های نگهداری از ۴ ساعت به ۲۴ ساعت افزایش یافت. این نتیجه احتمالاً به دلیل ادامه فعالیت آنزیم در دمای یخچال و تشکیل پیوند های عرضی  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamyl)lysine درون و بین مولکولی قوی تر در ساختار پروتئین است که موجب افزایش سرعت جذب سطحی پروتئین و بهبود خصوصیت ویسکوالاستیک آن در سطح مشترک می‌شود و به موجب آن پایداری امولسیون افزایش می‌یابد (Xiong, & Chen, 2008). اما با توجه به تاثیر دما بر فعالیت آنزیم، در دمای ۴ درجه سانتی گراد (دمای یخچال) آنزیم فعالیت کندی خواهد داشت، بنابراین زمان طولانی تری جهت تشکیل بهینه باند های عرضی نیاز است. به طوریکه بالاترین میزان پایداری امولسیون طی ۲۴ ساعت مشاهده شده که احتمالاً به دلیل افزایش بهینه پیوند های عرضی در ساختار پروتئین، توانایی آن جهت کاهش کشش سطحی بین اجزای امولسیون و لذا افزایش پایداری امولسیون می‌باشد. نتایج تحقیقات پایداری امولسیون، پیرامون پیوندهای عرضی تشکیل شده بعد از امولسیون سازی توسط Dicknson و همکاران در سال (۱۹۹۶) و Sharma و همکاران در سال (۲۰۰۲) موید نتایج این پژوهش بوده است. Gauche و همکاران در سال (۲۰۰۸) در مطالعه تاثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر پروتئین شیر، بیشینه خواص عملکردی، در دمای یخچال (۶ درجه سانتی گراد) به مدت ۲۴ ساعت گزارش نمودند که نشان دهنده تاثیر دما و زمان بر فعالیت آنزیم است. Ahhmed و همکاران (۲۰۰۹) در

اندازه گیری های فلورسنس بر پروتئین گوشت جوجه و خوک عمل آوری شده با میزان بهینه آنزیم ترانس گلوتامیناز، کاهش چشمگیر سطح هیدروفوب را در میوزین نشان دادند و به اعتقاد آنها این کاهش سبب تغییرات بیشتر در خصوصیات عملکردی پروتئین می‌شود. نتایج حاصل از اثر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر خواص کاری پروتئین ویسلین (پروتئین غنی دانه لوبیای قرمز) حاکی از کاهش تدریجی شاخص امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون نسبت به نمونه غیر عمل آوری می‌باشد (Tang et al., 2008). آنها دلیل آن را، کاهش حلالیت پروتئین در نتیجه تشکیل بیوپلیمرهایی با وزن مولکولی بالا گزارش نمودند. عدم تطابق نتایج این محققین با نتایج پژوهش حاضر ممکن است بدلیل تفاوت در سوبسترای آنزیم و خواص کاری بیشینه پروتئین ویسلین باشد که فعالیت آنزیم سبب کاهش عملکرد آن شود.

## نتیجه گیری

تیمار آنزیمی پروتئین عضله ماهی فیتوفاگ با آنزیم ترانس گلوتامیناز در این پژوهش سبب بهبود پایداری امولسیون شده است که می‌تواند امر مهمی در کاربرد و بهبود ویژگی های بافتی محصولات گوشتی باشد. بر اساس نتایج بدست آمده دما و زمان فعالیت آنزیم تاثیر بسزایی در افزایش پایداری امولسیون دارد. این در حالی است که می‌توان با افزایش زمان نگهداری امولسیون در دمای یخچال از ۴ ساعت به ۲۴ ساعت، پایداری را بهبود بخشید.

## منابع

- Ahhmed, M. A., Kuroda, R., Kawahara, S., Ohta, K., Nakada, K., Aoki, T. & Muguruma, M. (2009). Dependence of microbial transglutaminase on meat type in myofibrillar proteins cross-linking. *Food Chemistry*, 112: 354–361.
- Ahhmed, A. M., Nasa, T., Huy, D. Q., Tomisaka, Y., Kawahara, S. & Muguruma, M. (2009). Effect of microbial transglutaminase on the natural actomyosin cross-linking in chicken and beef. *Meat Science*, 82: 170–178.
- Anuradha, S. N. & Prakash, V. (2009). Altering functional attributes of proteins through cross linking by transglutaminase – A case study with whey and seed proteins. *Food Research International*, 42: 1259–1265.

Dickinson, E., Ritzoulis, C., Yamamoto, Y. & Logan, H. (1999). Ostwald ripening of protein-stabilized emulsions: effect of transglutaminase crosslinking. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 12, 139–146.

Gauche, C., Joana, T. C., Vieira, P., Ogliari, J. & Marilde T. B. (2008). Crosslinking of milk whey proteins by transglutaminase. *Process Biochemistry* 43, 788–794

Gerrard, J. A. (2002). Protein–protein crosslinking in food: methods, consequences, applications. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 391–399.

Gornall, A. G., Bardawill, C. J. & David, M. M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*.

Hu, R. (1999). Food product design, technomic publishing company Inc., USA.

Ionesca, A., Aprodu, I., Daraha, A. & Porneala, L. (2008). The effects of transglutaminase on the functional properties of the myofibrillar protein concentrate obtained from beef heart. *Meat Science*, 79: 278–284.

Leal-calderon, F., Thivilliers, F. & Schmitt, V. (2007). Structured emulsions. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 12: 206–212.

Lorena, M. A., Crupkin, M. & Paredi, M. P. (2008). Surface hydrophobicity and functional properties of myofibrillar proteins of mantle from frozen-stored squid (*Illex argentinus*) caught either jigging machine or trawling. *LWT*, 41; 678–685.

Norziah, M. H., Al-Hassan, A., Khairalnizam, A. B., Mordi, M. N. & Norita,

M. (2009). Characterization of fish gelatin from surimi processing wastes: Thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties. *Food Hydrocolloids*, 23: 1610–1616.

Pacheco-Agiuilar, R., Mazorra-Manzano, M. & Ramirez-Suarez, J. C. (2008). Functional properties of fish protein hydrolysates from Pacific whiting (*Merluccius productus*) muscle produced by a commercial protease. *Food Chemistry*, 109: 782–789.

Sharma, R., Zakora, M. & Qvist, K. B. (2002). Characteristics of oil–water emulsions stabilised by an industrial  $\alpha$ -lactalbumin concentrate, cross-linked before and after emulsification, by a microbial transglutaminase. *Food Chemistry*, 79: 493–500.

Stangierski, J., Baranowska, H. M., Rezler, R. & Kijowski, J. (2008). Enzymatic modification of protein preparation obtained from water-washed mechanically recovered poultry meat. *Food Hydrocolloids*, 22: 1629–1636.

Tang, C., Xin, S., Shou-Wei, Y. & Ching-Yung, M. (2008). Chuan-He. *Food Research International* 41, 941–947.

Wild, P., Mackie, A., Husband, F., Gunning, P. & Morris, V. (2004). Proteins and emulsifiers at liquid interfaces. *Advances in Colloid and Interface Science*, 108 –109: 63–71.

Xiong, L. Y. & Chen, J. (2008). Application of microbial transglutaminase to improve muscle protein functionality. *Journal of Biotechnology*, 136S: S711–S716.