

Verkefnaskýrsla til  
Rannsóknarráðs Íslands  
3 - 97



# Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

STÖÐUGLEIKI

FROSINNA

MATVÆLA

Sólveig Ingólfssdóttir

## Útdráttur

Í þessari greinargerð er heimildaskrá yfir greinar er fjalla um notkun DSC (Differential scanning calorimetry) við mat á ýmsum breytingum fiskpróteina auk greina er fjalla um mat á glermarki í matvælum. Þar sem þessi skýrsla er greinargerð fyrir heimildavinnu í forverkefni þá er lítið hana sem fyrsta skrefið eða grunninn að síðari rannsóknarvinnu.

## **Efnisyfirlit**

|  |   |
|--|---|
| 1. Inngangur.....  | 3 |
| 2. Stutt samantekt á notkun DSC ( Differential scanning calorimetry) við mat á<br>ýmsum breytingum fiskpróteina..... | 4 |
| 2.1 DSC ( Differential scanning calorimetry).....  | 4 |
| 2.2 Glermark Tg ( Glass transition).....   | 4 |
| 3. Heimildaskrá.....   | 6 |

## 1. Inngangur

Ásetningur þessa verkefnis var að afla þekkingar fyrir frystiðnaðinn um stöðugleika frosinna fiskafurða, einkum með tilliti til glermarks afurðanna og að móta rannsóknarverkefni á þessu sviði með innlendum og erlendum aðilum. Útkoman átti að vera: Skýrsla um samantekt stöðu þekkingar á þessu sviði, umsókn skrifuð í samstarfi við innlenda aðila og unnið að umsókn til Evrópusambandsins (Sjá Tæknisjóður-Stöðugleiki frosinna fiskafurða (matvæla) nr 96216). Niðurstöður verkefnisins eru þær að skrifuð var umsókn til Tæknisjóðs í samstarfi við innlenda aðila (Tæknisjóður-Stöðugleiki frosinna þorskafurða (nr. 971140097)) og hafin eru samskipti við erlenda aðila með skrif á umsókn til Evrópusambandsins í huga. Þessir erlendu aðilar eru meðal annars frá Skotlandi, Englandi, Finnlandi og Portúgal. Einn þessara aðila hefur samþykkt að taka að sér verkefnisstjórn og er það Dr. Paul Nesvadba við Food Science and Technology Research Center, Robert Gordon University, Aberdeen, Skotlandi. Allir samstarfsaðilar eru framarlega í rannsóknum á geymslupoli matvæla og flestir sérstaklega við rannsóknir á fiskafurðum. Er mikill fengur fyrir íslenskt rannsóknarumhverfi að ná samstarfi við þá. Í þessari skýrslu er að finna heimildaskrá og stutta samantekt um niðurstöður heimildaleitar og þekkingaröflunar á þessu sviði. Vinna þessa forverkefnis verður síðan notuð við áframhaldandi rannsóknir á þessu sviði.

## 2. Stutt samantekt á notkun DSC ( Differential scanning calorimetry) við mat á ýmsum breytingum fiskpróteina

### 2.1 DSC ( Differential scanning calorimetry)

Vinnslu- og áferðareiginleikar fiskvöðva eru að miklu leiti háðir vöðvapróteinum þeirra og er þetta enn meira áberandi hjá fiski en landdýrum þar sem mun minna er af kollageni í fiskvöðva en vöðvum landdýra. Eðlisbygging próteina á meðal annars rætur að rekja stöðugleika sinn í innri tengslum sem yfirleitt veikjast þegar hitastig próteinanna er hækkað. Við afmyndun próteina getur átt sér stað samfelling (aggregation) sem annað hvort leiðir til botnfellingar eða gelmyndunar annarsvegar eða próteinin verða áfram leysanleg í þeirri lausn sem þau voru í fyrir.

DSC ( Differential scanning calorimetry) er mjög góð aðferð til að rannsaka þær breytingar sem verða á próteinum við hitaafmyndun þeirra. Hægt er að skoða próteinin *in situ* og ekki er þörf á því að ná þeim í lausn. Einnig getur DSC aðferðin gert greinamun á hvort samfelling próteina leiði til fellingar próteinanna eða hvort þau haldast í lausn. DSC mæliaðferðin hefur verið notuð til að kanna áhrif ýmissa þátta á fiskprótein. Má þar nefna áhrif ýmskonar vinnslu þar á meðal frýstingar, *rigor mortis* og margskonar efna svo sem súkrósa og fleiri kolvetna, salts auk ýmissa jóna. Þess til viðbótar hefur DSC verið notað til að mæla glermark ýmissa matvæla (Sych *et al.*, 1991; Iso *et al.*, 1994; Paredi *et al.*, 1995; Park, 1990; Hastings *et al.*, 1985; Chen, 1995; Davies *et al.*, 1994; Park and Lanier, 1988; Beas *et al.*, 1990).

### 2.2 Glermark T<sub>g</sub> ( Glass transition)

Algengasta mælitæki við mat á glermarki í matvælum er DSC. Í töflu 2.1 er að finna yfirlit yfir fleiri aðferðir notaðar við mat á glermarki matvæla (Slade *et al.*, 1993; Schenz, 1995).

DSC mælitæknin hefur verið notuð við mat á glermarki ýmissa matvæla. Má þar nefna ýmis kolvetni eins og sterkju sykur (súkrósa) og maltodextrin, ís, casein, jarðarber, fiskprótein (Aguilera *et al.*, 1993; Goff *et al.*, 1993; Roos, 1987; Kalichevsky *et al.*, 1993; Blond, 1994; Wang and Jane, 1994).

Tafla 2.1. Yfirlit yfir aðferðir sem hægt er að nota við mat á glermarki

---

DSC ( Differential scanning calorimetry)

TMA (Thermomechanical analysis)

TDEA ( Thermodielectirical analysis)

TSC/RMA (Thermal stimulated current/relaxation map analysis spectroscopy)

ESR (Electron spin resonance)

NMR (Nuclear magnetic resonance)

FTIR (Fourier transform infrared)

Seigjumælingar

Áferðarmælingar

---

### 3. Heimildaskrá

Aguilera, J. M., Levi, G., and Karel, M. 1993. Effect of water content on the glass transition and caking of fish protein hydrolyzates. *Biotechnol. Prog.*, 9, 651-654.

Beas, V. E., Wagner, J.R., Crupkin, M., and ANON, M. 1990. Thermal denaturation of hake (*merluccius hubbsi*) myofibrillar proteins. A differential scanning calorimetric and electrophoretic study. *Journal of food science*, 55, 683-687, 696.

Biliaderis, C. G. 1983. Differential scanning calorimetry in food research - A review. *Food Chemistry*, 10, 239-265.

Blond, G. 1994. Mechanical properties of frozen model solutions. *Journal of Engineering*, 22, 253-269.

Chen, H.-H. 1995. Thermal stability and gel-forming ability of shark muscle as related to ionic strength. *Journal of Food Science*, 60(6), 1237-1240.

Davies, R. J., Ledward, D.A., Bradsley, R. G., and Poulter, G. 1994. Species dependence of fish myosin stability to heat and frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 29, 287-301.

Eggleston, G. T.-M., B. J., and Vercellotti, J. R. 1996. Use of differential scanning calorimetry and thermogravimetric analysis to characterize the thermal degradation of crystalline sucrose and dried sucrose- salt residues. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 3319-3325.

Goff, H. D., Caldwell, K. B., and Stanley, D. W. 1993. The influence of polysaccharides on the glass transition in frozen sucrose solution and ice cream. *Journal of Dairy Science*, 76, 1268-1277.

Goff, H. D. 1994. Measuring and interpreting the glass transition in frozen foods and model systems. *Food Research International*, 27, 187-189.

Hastings, R. J., Rodger, G. W., Park, R., Matthews, A. D., and Anderson, E. M. 1985. Differential scanning calorimetry of fish muscle: The effect of processing and species variation. *Journal of Food Science*, 50, 503-506, 510.

Hatae, K., Yoshimatsu, F., and Matsumoto, J. J. 1990. Role of muscle fibers in contributing firmness of cooked fish. *Journal of Food Science*, 55(3), 693-696.

Howell, B. K., Matthews, and Donnelly, A.P. 1991. Thermal stability of fish myofibrils: a differential scanning calorimetric study. *International Journal of Food Science Technology*, 26, 283-295.

Iso, N., Mizuno, H., Ogawa, H., Mochizuki, Y. 1994. Kinetic analysis of the sol-gel

- transition of fish paste (surimi). *Fisheries Science*, 60(2), 163-164.
- Kalichevsky, M., T., Blanshard, J., M., V., and Tokarczuk, P., F. 1993. Effect of water content and sugars on the glass transition of casein and sodium caseinate. *International Journal of Food Science and Technology*, 28, 139-151.
- Karel, M., and Roos, Y. 1991. Applying state diagrams to food processing and development. *Food Technology*(December), 66--71, 107.
- Kokini, J. L., Cocero, A. M., Madeka, H., and de Graaf, E. 1994. The development of state diagrams of cereal proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 5(September), 281-288.
- Kristjánsson, M. M., and Kinsella, J. E. 1991. *Protein and enzyme stability: structural, thermodynamic, and experimental aspect*. (Vol. 35). San Diego, New York, Boston, London: Academic Press Inc.
- Levine, H. a. S., L. 1988. Principles of "cryostabilization" technology from structure/propoerty relationships of carbohydrate/watersystems-- A review. *Cryo-Letters*, 9, 21-63.
- Lo, J.-R., Mochizuki, Y., Tanka, M., Iso, N., and Taguchi, T. 1991. Thermal transition of myosins/subfragments from black marlin (*Makaira mazara*) ordinary and dark muscle. *Journal of Food Science*, 56(4), 954-957.
- Lovric, T., Pilizota, V., and Jankekovic, A. 1987. DSC study of the thermophysical properties of aqueous liquid and semi-liquid foodstuffs at freezing temperatures. *Journal of Food Science*, 42(3), 772776.
- Mitchell, J., Fisher, M., Nye, M., Redfern, J., Miller, D., and Newbatt, P. 1991. DSC: A new design for evaluating the thermal behavior of materials. *American Laboratory*, 23(8), 35-38.
- Paredi, E. M., Tomas, C. M., de Mattio, N. D.-V., Crupkin, M., and Anón, C. M. 1995. Postmortem changes in adductor muscle from *Aulacomya ater ater* (Molina) stored at 2-4 C. A differential scanning calorimetric study. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 1758-1761.
- Park, J. W., and Lanier, T. C. 1988. Calorimetric changes during development of rigor mortis. *Journal of Food Science*, 53(5), 1312-1314,1372.
- Park, J. W., and Lanier, T. C. 1989. Scanning calorimetric behavior of tilapia myosin and actin due to processing of muscle and protein purification. *Journal of Food Science*, 54(1), 49-51.
- Park, J. W., and Lanier, T. C. 1990. Effects of salt and sucrose addition on thermal denaturation and aggregation of water-leached fish muscle. *Journal of Food Biochemistry*, 14, 395-404.
- Peleg, M. 1994. A model of mechanical changes in biomaterials at and around their

- glass transition. *Biotechnol. Prog.*, 10, 385-388.
- Perez, J. 1994. Theories of liquid-glass transition. *Journal of Food Engineering*, 22, 89-114.
- Quinn, J. R., Raouf, D. P., and Harwalkar, V. R. 1980. Differential scanning calorimetry of meat proteins as affected by processing treatment. *Journal of Food Science*, 45, 1146-1149.
- Reid, D. S. 1996. Effects of glass transition in foods. *Food Technology*, November, 20.
- Roos, Y. H., 1987. Effect of moisture on the thermal behavior of strawberries studied using differential scanning calorimetry. *Journal of Food Science*, 52(1), 146-149.
- Roos, Y. H. 1995. *Phase transition in foods*. (1 ed.). San Diego, New York, Boston, London: Academic press.
- Roos, Y. H., Karel, M., and Kokini, J.L. 1996. Glass transitions in low moisture and frozen foods: effects on shelf life and quality. *Food Technology*, November, 95-107.
- Schenz, W. T. 1995. Glass transition and product stability - an overview. *Food Hydrocolloids*, 9(4), 307-315.
- Simatos, D., and Blond, G. 1993. *The glassy state in foods*.
- Sirois, M. E., Slaby, B.M., and True, R.H. 1991. Effect of vacuum packaging on changes associated with frozen cod fillets. *Journal of Muscle Foods*, 2, 197-208.
- Slade, L., Levine, H., Ivello, J., and Wang, M. 1993. The glassy state phenomenon in applications for the food industry: Application of the food polymer science approach to structure - function relationships of sucrose in cookie and cracker systems. *J Sci Food Agric*, 63, 133-176.
- Slade, L., and Levine, H. 1995. *Glass transition and water-food structure interaction*. (Vol. 38). San Diego, New York, Boston, London: Academic press.
- Sochava, I. V., and Smirnova, O. I. 1993. Heat capacity of hydrated and dehydrated globular proteins. Denaturation increment of heat capacity. *Food Hydrocolloids*, 6(6), 513-524.
- Sych, J., Lacroix, C., and Adambounou, L. T. 1991. The effect of low-or non-sweet additives on the stability of protein functional properties of frozen cod surimi. *International Journal of Food Science and Technology*, 26, 185-197.
- Taylor, J. R. 1995. Glassy-state molecular mobility. *Food Industry of South Africa*, March, 29-31.
- Wang, Y.-J., and Jane, J. 1994. Correlation between glass transition temperature and starch retrogradation in the presence of sugars and maltodextrins. *Cereal chem.*,

71(6), 527-531.

Yoshimura, M. T., T., and Nishinari, K. 1996. Effects of Konjac-Glucomannan on the gelatinization and retrogradation of corn starch as determined by rheology and differential scanning calorimetry. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 2970-2976.