ชื่อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มสัดส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า-3 และการผลิตน้ำมันปลาทูน่าในรูปผงแบบไมโครเอนแคบซูเลท
ผู้เขียน	นางสาวอุทัย กลิ่นเกษร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิ (60 70 และ 80 องศาเซลเซียส) อัตราส่วนโดยโมลของสารตั้งต้น (1:2 1:3 และ 1:4) และความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา (0.5 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์) ต่อการเพิ่มสัดส่วนของกรดไขมันโอเมก้า-3 (กรดไขมันอีพีเอและดีเอชเอ) ในน้ำมันปลาทูน่า ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชั่นระหว่างน้ำมันปลาทูน่าและเมทธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันที่มีสารโซเดียมเมทอกไซด์ ($NaOCH_3$) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา โดยทำการวัดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของไขมันและกรดไขมัน พบว่ากรดไขมันอีพีเอและดีเอชเอในน้ำมันปลาทูน่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปนาน 5 ชั่วโมง ($P<0.05$) และระดับการเพิ่มไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจนกระทั่งสิ้นสุดปฏิกิริยาที่ 24 ชั่วโมง การเพิ่มของกรดไขมันดังกล่าวในน้ำมันปลาทูน่ามากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 1.5 เปอร์เซนต์ ($P<0.05$) กรดไขมัน อีพีเอและดีเอชเอในน้ำมันปลาทูน่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนให้ค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนโดยโมลของสารตั้งต้น (น้ำมันปลาทูน่าต่อเมทธิลเอสเทอร์ของกรดไขมันโอเมก้า-3) กรดไขมันอีพีเอและดีเอชเอในน้ำมันปลาทูน่าเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มมากที่สุดเมื่ออัตราส่วนดังกล่าวเท่ากับ 1:4 ปริมาณไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันปลาทูน่ามีปริมาณลดลงระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเมื่อเพิ่มระดับอุณหภูมิ ความเข้มข้น และอัตราส่วนโดยโมลของสารตั้งต้น ($P<0.05$)

จากการศึกษาผลของผงคอร์นไซรับ (Corn syrup solids) ผลของสภาวะแวดล้อม และผลของกระบวนการแปรรูป (การแช่แข็ง การให้ความร้อน การทำแห้ง) ต่อความคงตัวของอิมัลชั่นแบบน้ำมันในน้ำของน้ำมันปลาทูน่าที่ทำให้อยู่ตัวด้วยเลซิทีน (อิ

มัลชั่นปฐมภูมิ) และเลซิทีน-ไคโตแซน (อิมัลชั่นทุติยภูมิ) พบว่าอิมัลชั่นทุติยภูมิมีความคงตัวต่อการเกิดการรวมตัวกันของเม็ดไขมันดีกว่าอิมัลชั่นปฐมภูมิหลังผ่านการให้ความร้อน (อุณหภูมิ 30-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที) ผ่านการแช่แข็งและละลาย (-18 องศาเซลเซียส นาน 22 ชั่วโมง/30 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง) และในสภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือสูง (200 มิลลิโมลาร์ของโซเดียมคลอไรด์) รวมทั้งหลังผ่านการทำแห้งด้วย การเติมผงคอร์นไซรับลงในอิมัลชั่นเป็นการลดความคงตัวต่อการเกิดการรวมตัวกันของเม็ดไขมันในอิมัลชั่นปฐมภูมิ แต่เพิ่มความคงตัวของเม็ดไขมันในอิมัลชั่นทุติยภูมิ

การศึกษาความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชั่นของอิมัลชั่นปฐมภูมิ และอิมัลชั่นทุติยภูมิ ทั้งในรูปของเหลวและผ่านการทำแห้ง (Freeze dried) โดยทำการวัดปริมาณสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ และสารไทโอบาร์บิวทิริก (TBARS) พบว่าอิมัลชั่นทุติยภูมิมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชั่นสูงกว่าอิมัลชั่นปฐมภูมิทั้งในรูปของเหลวและแห้ง ($P<0.05$) สำหรับการศึกษาการต้านออกซิเดชั่นในอิมัลชั่นน้ำมันปลาทูน่าของสารโทโคฟีรอลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าสารโทโคฟีรอลที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1000 พีพีเอ็ม มีความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นไม่แตกต่างกัน ($P\geq0.05$) แต่สามารถต้านการเกิดออกซิเดชั่นได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ($P<0.05$) การศึกษาผลการต้านออกซิเดชั่นร่วมระหว่างสารโทโคฟีรอลและอีดีทีเอ (EDTA, Disodium ethylenetetraacetic acid) พบว่าการใช้สารโทโคฟีรอลร่วมกับอีดีทีเอ สามารถต้านการเกิดออกซิเดชั่นของน้ำมันปลาทูน่าในอิมัลชั่นได้สูงกว่าการใช้สารโทโคฟีรอลเพียงอย่างเดียว ($P<0.05$)

การศึกษาการผลิตไมโครแคบซูลของน้ำมันปลาทูน่าโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying) อิมัลชั่นทุติยภูมิที่เติมผงคอร์นไซรับ (Corn syrup solids) เป็นสารห่อหุ้ม พบว่าอุณหภูมิในการทำแห้ง (165-190 องศาเซลเซียส) ไม่มีผลต่อโครงสร้างของไมโครแคบซูลที่ได้ โดยไมโครแคบซูลหรืออิมัลชั่นผงที่ได้จะมีความชื้นน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่ามากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และสามารถละลายน้ำได้เร็วภายใน 2 นาที จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และการเกิดออกซิเดชั่นระหว่างการเก็บรักษาของไมโครแคบซูลของน้ำมันปลาทูน่าดังกล่าว พบว่า

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีค่าความเหลือง (b value) สูงกว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ($P<0.05$) ส่วนไมโครแคบซูลที่เก็บในสภาวะที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (11 และ 33 เปอร์เซ็นต์) ค่าความเหลืองเพิ่มขึ้นน้อยกว่าตัวอย่างที่เก็บในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์สูง (52 เปอร์เซ็นต์) น้ำมันปลาทูน่าแบบไมโครแคบซูลมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชั่นดีกว่าน้ำมันปลาทูน่าทั่วไป ($P<0.05$) อัตราการเกิดออกซิเดชั่นของไมโครแคบซูลที่เก็บรักษาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 11 และ 33 เปอร์เซ็นต์ เกิดขึ้นเร็วกว่าที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 52 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) การใช้สารต้านออกซิเดชั่น (500 พีพีเอ็ม โทโคฟีรอล ร่วมกับ 12 โมโครโมลาร์ อีดีทีเอ) สามารถเพิ่มความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชั่นของไมโครแคบซูลน้ำมันปลาทูน่าระหว่างการเก็บรักษาได้ ($P<0.05$) จากการวัดขนาดของเม็ดไขมันในอิมัลชั่น พบว่าขนาดของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้นหลังการเก็บรักษา โดยการเพิ่มขนาดของเม็ดไขมันในอิมัลชั่นที่เก็บในความชื้นสัมพัทธ์ 52 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าเก็บที่ 32 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) ขนาดเม็ดไขมันของอิมัลชั่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา ($P<0.05$) แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดเม็ดไขมันตลอดการเก็บรักษา ($P\geq0.05$)

Thesis Title	Enrichment of n-3 Fatty Acid and Production of Microencapsulated Tuna Oil
Author	Miss Utai Klinkesorn
Major Program	Food Technology
Academic Year	2005

ABSTRACT

The effect of reaction condition, reaction temperature (60, 70 and 80°C), mole ratio of tuna oil to n-3 fatty acids methyl ester (1:2, 1:3 and 1:4) and sodium methoxide ($NaOCH_3$) concentration (0.5, 1.0 and 1.5 wt% of reactants), on enrichment of n-3 fatty acid, primarily EPA and DHA, in tuna oil by transesterification of tuna oil with n-3 fatty acid methyl ester (n-3 FAME) using sodium methoxide as catalyst was studied. The lipid and fatty acid composition of the reaction products were analyzed. The time course of the reaction indicated that the highest incorporation of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) occurred after 5 h ($P < 0.05$), and did not change significantly up to 24 h. The catalyst concentration of 1.5 wt% of reactants showed the highest incorporation of EPA and DHA ($P<0.05$). Incorporation of EPA and DHA were increased with increasing reaction temperature ($P<0.05$) and the highest incorporation was observed at 80°C. The highest EPA and DHA incorporation occurred at a mole ratio of tuna oil and n-3 FAME of 1:4 ($P<0.05$). The remaining of triglyceride (TG) was decreased with the increasing of all reaction factors ($P<0.05$).

Tuna oil-in-water emulsions (5 wt% tuna oil, 100 mM acetate buffer, pH 3.0) containing droplets stabilized either by lecithin membranes (primary emulsions) or by lecithin-chitosan membranes (secondary emulsions) were produced. Primary and secondary emulsions were prepared in the absence and presence of corn

syrup solids (a carbohydrate widely used in the microencapsulation of oils) and then their stability to environmental stresses was monitored. The secondary emulsions had better stability to droplet aggregation than primary emulsions exposed to thermal processing (30 to 90□C for 30 minutes), freeze-thaw cycling (-18□C for 22 hours/30□C for 2 hours), high sodium chloride contents (200 mM NaCl) and freeze drying. The addition of corn syrup solids decreased the stability of primary emulsions, but increased the stability of secondary emulsions.

The oxidative stability of tuna oil in emulsions coated by lecithin alone or by lecithin-chitosan before and after freeze drying was studied. The ability of the antioxidants mixed-tocopherol (100, 500 and 1000 ppm) and/or EDTA (12, 60 and 120 μM) on the stability of the emulsions was also examined. Both liquid and dried tuna oil-in-water emulsions droplets coated by lecithin and chitosan are more oxidatively stable than emulsion coated by lecithin alone as indicated both lipid hydroperoxide and TBARS concentration ($P<0.05$). No difference in effectiveness in the ability of 500 and 1000 ppm mixed tocopherol ($P\geq0.005$) to inhibit lipid oxidation and their inhibiting lipid oxidation more effectively ($P<0.05$) than 100 ppm. The combination of mixed tocopherol and EDTA was more effective than mixed tocopherol alone ($P<0.05$).

Spray dried tuna oil emulsions containing droplets stabilized by lecithin-chitosan membranes were produced using a two-stage process in the presence of corn syrup solids. The impact of drying temperature (165, 180 and 195°C) on the properties of microencapsulated tuna oil powders was examined. The structure of the microcapsules was unaffected by drying temperature from 165 to 195°C. Emulsion powder consisting of smooth spheroid powder microcapsules (diameter = 5-30 □m) containing small tuna oil droplets (diameter < 1 □m) embedded within a carbohydrate wall matrix. The powders had relatively low moisture contents (< 3%), high oil retention levels (> 85%) and rapid water dispersibility (< 2 minute).

Physicochemical and oxidative stability of the spray dried emulsions were determined as a function of storage temperature and relative humidity (RH). At higher temperature (37°C), the increasing of b-values was higher than low temperature (20°C) ($P<0.05$). The powders stored at low humidity (11 and 33% RH) showed the lower b-values than the powder stored at high humidity (52% RH) during storage ($P<0.05$). Lipid oxidation as indicated by lipid hydroperoxide and TBARS concentration was more rapid during storage at lower relative humidity (11 and 33% compared to 52% RH) ($P<0.05$). The combination of EDTA and mixed tocopherol was able to increase the oxidative stability of control (no antioxidants) dried emulsions ($P<0.05$). The mean particle diameter increased for all samples with the order of increase being 52% > 33% > 11% RH ($P<0.05$). No change in mean droplet diameter was observed during storage at 20°C ($P\geq0.05$), while significant increased at storage temperature of 37°C ($P<0.05$).

\