

การพัฒนาเทคนิคการละลายปลาทูน่าแช่แข็งด้วยเทคโนโลยีไฟฟ้าสถิตจากไฟฟ้าแรงสูง Development of Frozen Tuna Thawing Technique Using High Voltage Electrostatic Technology

ชนนิกานต์ เกื้อทาน¹, ปริญญ์ บุญนิษฐ², สหรัตน์ วงษ์ศิริระ³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Chonnigan_14@hotmail.com

²ฝ่ายผลิต บริษัท โกลเด้นไพร์ชแคนนิ่ง จำกัด

บทคัดย่อ

การใช้ระบบไฟฟ้าสถิตจากไฟฟ้าแรงดันสูงเหนี่ยวนำในการทำละลายปลาทูน่าแช่แข็ง เป็นเทคนิคการควบคุมอุณหภูมิเนื้อปลา จาก -18°C เป็น $1-2^{\circ}\text{C}$ เท่าๆ กันตลอดทั้งตัวปลา ก่อนถึงกระบวนการนึ่ง และเมื่อนึ่งให้สุกที่อุณหภูมิ 60°C ผลปรากฏว่า ปลาที่มีผิวไหม้เล็กน้อย จากนั้นเมื่อเข้าสู่กระบวนการขูดปลาโดยการแยกหัวปลา หนังปลา และก้างปลาออกให้เหลือเพียงเนื้อปลาและเลือดปลา ปรากฏว่าปริมาณเนื้อปลาที่ได้คิดเป็น 45% ปริมาณเลือดที่ได้คิดเป็น 5% เมื่อเทียบกับวิธีการเดิม อุณหภูมิในตัวปลาก่อนนึ่งที่แกนกลางและผิวปลาแตกต่างกัน มีอุณหภูมิ -2°C และ 12°C ตามลำดับ ทำให้เมื่อทำการนึ่งปลาเกิดผิวไหม้ และเป็นสาเหตุของการสูญเสียเนื้อปลาบริเวณผิวไหม้ ให้ผลผลิตเนื้อปลาเพียง 42% และทำให้เนื้อปลาแห้ง ปริมาณเลือดเพียง 3% สรุปได้ว่า กระบวนการละลายปลาด้วยเทคนิคไฟฟ้าสถิตจากไฟฟ้าแรงดันสูง สามารถทำให้เกิดผลผลิตที่สูงขึ้น

คำสำคัญ: คุณภาพ; การละลายปลา; เทคโนโลยีไฟฟ้า; อุณหภูมิ

Abstract

Use of static electricity from high voltage. It is a technique to control tuna temperature from -18°C to $1-2^{\circ}\text{C}$ all together. Before the cooking process and when cooked to the temperature 60°C . Appear tuna have a little burn skin. Then, when entering the tuna de-skinning process. By separating the heads, skin and bone from the body. Leave only meat and blood tuna. Appear the amount of tuna meat accounted for 45 %. The amount of tuna blood accounted for 5 %. Compared to the original method the temperature in the backbone and tuna skin are different. The temperature is -2°C to 12°C . When cooking tuna, the skin tuna has burned, and Cause loss of tuna meat at burn skin. Only tuna meat 42 % and Dried tuna fillets. The amount of blood tuna is only 3 %. Concluding that the process of tuna thawing using Static electricity from high voltage, can produce higher yields.

Keywords: Quality; Tuna Thawing; Electricity Technology; Temperature

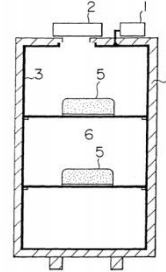
1. บทนำ (Introduction)

การละลายอาหารแช่เยือกแข็งเป็นขั้นตอนในการเตรียมที่สำคัญอย่างยิ่งในการแปรรูปอาหาร ปัจจุบันวิธีการละลายที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม ได้แก่ การแช่ในบ่อน้ำ เพื่อให้ น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ซึ่งเป็นวิธีที่มีหลักการที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แต่ใช้เวลาในการละลายที่ยาวนาน และส่งผลกระทบต่อ การสูญเสียคุณภาพของอาหารอย่างมาก เกิดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการละลาย และการเสื่อมเสียของคุณภาพในสีและเนื้อสัมผัส รวมทั้งการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารพิษจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการละลายที่ยาวนาน [4]

การละลายอาหารแช่เยือกแข็ง สามารถแบ่งออกได้ 2 วิธีการตามลักษณะของกลไกการถ่ายเทความร้อนในระหว่างการละลาย ได้แก่ การใช้ตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนสู่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวิธีการแบบดั้งเดิม และการสร้างความร้อนให้เกิดขึ้นภายในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ [2] แต่ในปัจจุบันวิธีการละลายอาหารแช่เยือกแข็งในอุตสาหกรรม การแปรรูปในประเทศไทยนั้น ยังใช้วิธีการละลายด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม เนื่องจากมีวิธีการควบคุมการทำงานที่ง่าย และค่าใช้จ่ายต่ำ อาทิเช่น การละลายปลาแช่เยือกแข็งด้วยวิธีการแช่ในบ่อน้ำ โดยใช้ น้ำเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน หรือที่เรียกว่า การละลายโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง [1] เช่น การวางซูริมิแช่เยือกแข็งทิ้งไว้ให้เกิดการละลายตามธรรมชาติ วิธีการละลายแบบดั้งเดิมนี้ มีอัตราการละลายช้า และใช้เวลานาน และใช้พื้นที่เป็นจำนวนมากซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสีย น้ำหนักของอาหารระหว่างการละลาย เนื่องจากในระหว่างการละลายผลึกน้ำแข็งขนาดเล็กที่อยู่รอบๆ โครงสร้างเซลล์ในอาหารจะรวมตัวกันเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ซึ่งแทรกอยู่ระหว่างโครงสร้างเซลล์และคมของผลึกน้ำแข็งมีเกิดขึ้นจะทำให้ลายโครงสร้างเซลล์ในอาหาร ส่งผลทำให้ของเหลวภายในเซลล์เกิดการสูญเสีย หรือการสูญเสีย น้ำหนักในระหว่างการละลายแบบช้าๆ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ อาหารสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกายภาพ และเคมีของอาหารแช่เยือกแข็งอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีโอกาสเกิดความเสี่ยงของการปนเปื้อนสารพิษเนื่องจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ [3]

การละลายด้วยการใช้ไฟฟ้า เป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนากระบวนการละลายด้วยวิธีการแช่ในน้ำ เนื่องจากช่วยเร่งการเปลี่ยนเฟสของน้ำแข็งให้มีระเบียบมากขึ้น สามารถช่วยเร่งอัตราการเปลี่ยนเฟสของผลึกน้ำแข็งและการถ่ายเทความร้อนจากภายในเนื้ออาหารแช่เยือกแข็ง ส่งผลให้เกิด

การสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการละลายลดลง กลไกการละลายของอาหารแช่เยือกแข็ง เทียบกับการละลายโดยกลไกการถ่ายเทความร้อนแบบธรรมชาติ พบว่าการประยุกต์ไฟฟ้ามาใช้ในการละลายอาหารแช่เยือกแข็งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการละลาย



1. negative electron generator,
2. freezer,
3. conductive part,
4. insulating part,
5. frozen food,
6. thawing chamber.

ภาพที่ 1 การละลายของอาหารแช่เยือกแข็งด้วยวิธีการใช้ไฟฟ้า [5]

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tatsukiyo [5] ซึ่งศึกษาการละลายเนื้อวัวและเนื้อปลาทูน่าแช่เยือกแข็งด้วยไฟฟ้า ซึ่งแม้ว่าการละลายโดยใช้ไฟฟ้าจะช่วยลดอัตราการสูญเสียคุณภาพของอาหารแช่เยือกแข็งได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการละลายไฟฟ้ายังมีอยู่น้อย จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อแปรรูปปลาทูน่าแช่แข็งให้มีคุณภาพมากขึ้น ในด้านของเปอร์เซ็นต์เนื้อขาว เปอร์เซ็นต์เลือด และมีความต่างของอุณหภูมิแกนกลางและผิวปลาลดน้อยลง

2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

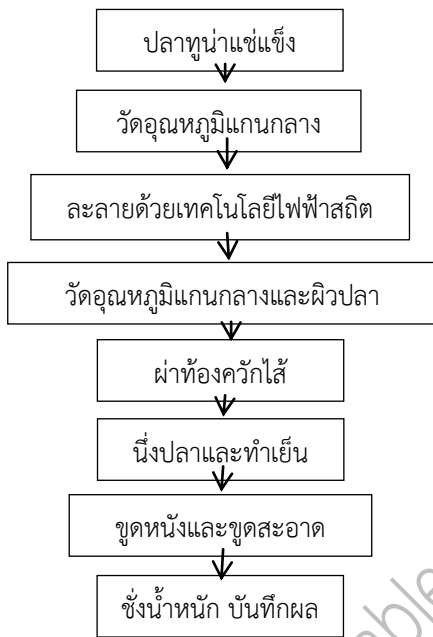
ศึกษากระบวนการละลายปลาทูน่าแช่แข็งในปัจจุบันของโรงงานที่ทำการศึกษา โดยชนิดปลาที่มีการนำมาละลายเพื่อเข้าสู่ไลน์ผลิตคือ ปลาทูน่าสายพันธุ์ท้องแถบ (Skipjack) ลักษณะการละลายปัจจุบัน คือ ทำการเบิกปลาทูน่าแช่แข็งจากคลังห้องเย็น และนำมาละลายโดยใช้รอกเกี่ยวตะแกรงลงไปแช่ในบ่อน้ำ เมื่อทำการละลายเสร็จครบตามเวลาที่ระบุไว้ในวิธีการปฏิบัติงานแล้ว จะนำตะแกรงปลาขึ้นจากบ่อน้ำโดยใช้รอกเกี่ยวขึ้น แล้วเทลงบนรางผ่าปลา เพื่อวัดอุณหภูมิและทำการผ่าท้องควักไส้ในลำดับถัดไป



ภาพที่ 2 ปลาทูน่าท้องแถบที่ใช้ในการทดลอง

จากนั้นปรับเปลี่ยนการละลาย โดยใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าแรงดันสูง 1300 โวลต์ แผนการทดลองและแผนผังการศึกษาคุณภาพของวิธีการละลายปลาทูน่าแช่แข็ง มีการแสดงแผนผังการทดลองสำหรับการศึกษานี้ไว้ในภาพที่ 3

วิธีการละลายโดยการใช้อิฟฟ้าสถิต : นำปลาทูน่าใส่ถังสแตนเลส แล้วใส่น้ำอุณหภูมิ 36-40 องศาเซลเซียส วัดโดยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดดิจิตอล จนอุณหภูมิแกนกลางของปลาทูน่าสูงขึ้นถึง -2 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 แผนผังการศึกษาคุณภาพหลังการละลายโดยใช้ไฟฟ้าสถิตของปลาทูน่าแช่แข็ง

หลังการละลายปลาทูน่าแช่แข็ง จะนำมาวัดอุณหภูมิแกนกลางตัวปลาและผิว เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างจากนั้นนำไปผ่าท้อง ควักไส้เพื่อดูสภาพปลา และนำไปนึ่งที่ตู้นึ่ง แล้วดูสภาพปลาหลังนึ่ง รวมถึง % เนื้อขาว % เลือดที่ได้ และเปรียบเทียบกับวิธีการละลายแบบแช่ในบ่อน้ำ

3. ผลการวิจัย (Results)

ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิแกนกลางตัวปลาและอุณหภูมิผิว : พบว่า เกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของทั้ง 2 วิธีการละลาย

การละลายโดยแช่ในบ่อน้ำ อุณหภูมิแกนกลางหลังละลายเฉลี่ยอยู่ที่ -1.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวเฉลี่ยอยู่ที่ 11.6 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างกัน 12 องศาเซลเซียส

การละลายโดยใช้ไฟฟ้าสถิตจากไฟฟ้าแรงดันสูง ใช้เวลาละลาย 5 ชั่วโมง อุณหภูมิแกนกลางหลังละลายเฉลี่ยอยู่ที่ -

2.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผิวเฉลี่ยอยู่ที่ 1.7 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างกัน 3.7 องศาเซลเซียส

ความแตกต่างหลังนึ่ง : พบว่า การละลายโดยใช้น้ำสภาพปลาหลังนึ่งมีผิวไหม้ หนังถลอก และผิวแห้ง ส่วนการละลายโดยใช้ไฟฟ้าสถิต สภาพปลาหลังนึ่ง เกิดการไหม้เล็กน้อยที่ผิวปลา ผิวปลาดลอกน้อยกว่า และผิวไม่แห้งมาก



ภาพที่ 4 สภาพปลาที่ละลายโดยแช่ในบ่อน้ำหลังนึ่ง



ภาพที่ 5 สภาพปลาที่ละลายโดยแช่ในบ่อน้ำหลังชูดหนัง



ภาพที่ 6 สภาพปลาที่ละลายโดยใช้ไฟฟ้าสถิตหลังนึ่ง



ภาพที่ 7 สภาพปลาที่ละลายโดยใช้ไฟฟ้าสถิตหลังชูดหนัง

ความแตกต่างของจำนวนเนื้อปลา หรือ %Yield : พบว่า ปลาทูน่าแช่แข็งที่ละลายโดยแช่ในบ่อน้ำ ผ่านกระบวนการผ่าท้อง ควักไส้ นึ่ง ชูดหนัง แกะก้าง ชูดเลือดแล้ว ได้จำนวนปลา 6,376 กิโลกรัม ได้จำนวนเนื้อปลาเท่ากับ 2,703 กิโลกรัม คิดเป็น 42.40 เปอร์เซ็นต์

และปลาทูน่าแช่แข็งจำนวน 6,487 กิโลกรัม หลังละลายโดยใช้ไฟฟ้าสถิต ผ่านกระบวนการผ่าท้อง ควักไส้ นึ่ง ชูด

หนัง แกะก้าง ขูดเลือดแล้ว ได้จำนวนเนื้อปลาทั้งหมด 2,934 กิโลกรัม เท่ากับ 45.23 เปอร์เซ็นต์

ความแตกต่างของจำนวนเลือดปลา : พบว่า จำนวนเลือดปลาทั้งหมดที่ได้จากปลาทูน่าแช่แข็งที่ผ่านการละลายแบบแช่ในบ่อน้ำเกลือ 3.82 % และจำนวนเลือดปลาทั้งหมดที่ได้จากปลาทูน่าแช่แข็งที่ผ่านการละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิต คือ 332.8 กิโลกรัม คิดเป็น 5.13 %

การทดลองทำทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้
ตารางที่ 1 สรุปจำนวนเนื้อขาวและเลือดปลาของการละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิต

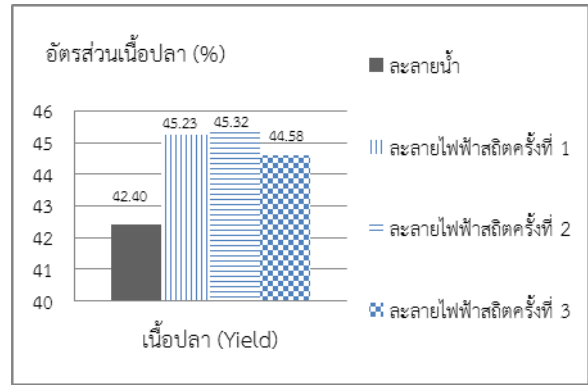
การทดลองที่	จำนวนปลาทูน่าแช่แข็ง (ตัน)	จำนวนเนื้อปลา(ตัน)	% Yield	จำนวนเลือดปลา(ตัน)	% เลือด
1	6.487	2.934	45.23	0.333	5.13
2	5.642	2.557	45.32	0.314	5.48
3	6.148	2.741	44.58	0.337	5.12

4. อภิปรายผล (Discussion)

จากผลการทดลอง พบความแตกต่างของคุณภาพปลาในด้านต่างๆ จากวิธีการละลายปลาทูน่าแช่แข็งที่ต่างกัน ความแตกต่างในด้านของอุณหภูมิแกนกลางตัวปลา และผิวที่พบว่า การละลายปลาโดยไฟฟ้าสถิต ทำให้ความต่างของ BBT และผิวแตกต่างกันน้อยที่สุด ซึ่งเนื่องมาจากกลไกการถ่ายเทความร้อนเป็นการค่อยๆ ถ่ายเทความร้อน และจัดเรียงเฟสของน้ำแข็งให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิของปลาในถังทั้งแกนกลางตัวปลาและผิวปลา มีความแตกต่างกันเล็กน้อย

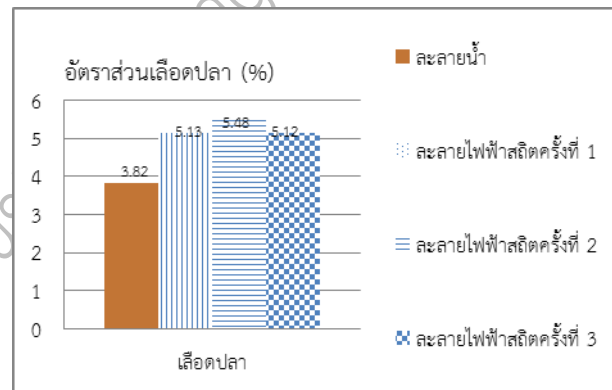
ความแตกต่างในด้านของสภาพหลังการนึ่งปลา พบว่า ปลาทูน่าแช่แข็งที่ผ่านการละลายปลาโดยใช้ไฟฟ้าสถิต มีสภาพที่ดีกว่าปลาทูน่าที่ละลายแบบแช่ในบ่อน้ำ และมีน้ำมันปลาบริเวณผิวปลาที่มากกว่า เนื่องมาจาก อุณหภูมิตั้งต้นของปลาทูน่าหลังละลายหรือก่อนการนึ่งที่สม่ำเสมอทั้งตัวปลา

ความแตกต่างของจำนวนเนื้อปลา หรือ %Yield พบว่า % Yield ของปลาทูน่าที่ละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิตสูงกว่าปลาทูน่าที่ละลายแบบแช่ในบ่อน้ำ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ความแตกต่างของ % Yield ปลาทูน่าแช่แข็งระหว่างการละลายแบบใช้น้ำและการละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิต

ความแตกต่างของจำนวนเลือดปลา หรือ %เลือด พบว่า % เลือด ของปลาทูน่าที่ละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิตสูงกว่าปลาทูน่าที่ละลายแบบแช่ในบ่อน้ำดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ความแตกต่างของ % เลือดปลาทูน่าแช่แข็งระหว่างการละลายแบบใช้น้ำและการละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิต

5. สรุปผล (Conclusion)

การวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงความแตกต่างของคุณภาพในด้านต่างๆ หลังการละลาย ของปลาทูน่าแช่แข็งที่วิธีการละลายที่ต่างกัน คือ การละลายแบบใช้น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน และการละลายแบบใช้ไฟฟ้าสถิตเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ทั้งความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิแกนกลางตัวปลาและผิวปลา ความแตกต่างของคุณภาพปลาหลังทำการนึ่ง % Yield และ % เลือด ที่แตกต่างอย่างชัดเจน ซึ่งจากการวิจัยสรุปได้ว่า การละลายปลาโดยการใช้น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนส่งผลให้คุณภาพของปลาทูน่า ในการนำเนื้อปลาไปใช้ในกระบวนการผลิตถัดไปได้ดีกว่า การละลายโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนเพียงอย่างเดียว

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิศวกรรมการจัดการ อุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งได้ให้คำแนะนำต่างๆในการทดลอง โดยเฉพาะท่าน ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล ผศ.สหรัตน์ วงษ์ศิระชะ ที่ให้การสนับสนุน รวมทั้งคำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มิวิศวกรรม จากพัฒนาอาสา ที่ได้คำแนะนำในการละลายปลาและอุปกรณ์ ในการละลายปลาโดยใช้ไฟฟ้าสถิต และคุณไพศาล หวังธำรงค์วิทย์ กรรมการผู้จัดการ บริษัทโกลเด้นไพร์ซ์ แคนนิ่ง จำกัด ที่ช่วยเหลือในการทดลองต่างๆด้วยดีตลอดมา ซึ่งให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] น้ำฝน ไชยลังกา, ผลกระทบของวิธีการละลายต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อไก่แช่เยือกแข็ง, คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555
- [2] ฤทธิชัย อัครวราชันย์, การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าและวิธีการละลายด้วย Ohmic ของซูริมิแช่เยือกแข็ง, โครงการงานวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี (วพ 149231), 2546
- [3] Miao, Y., Chen, J.Y. and Noguchi, A, Studies on ohmic Thaw of frozen surimi, Food Sci. Technol.Res.13(4), 296-300, 2007
- [4] Shirai, T. and Yoshikawa, T. Changes in components during freezing and thawing for food storage, Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi 50, 151-156, (in Japanese), 1999
- [5] Tatsukiyo, O. Process for thawing foodstuffs.Saiwaicho, Okayama-shi, 9-25, 1990

RMUTP & FTI 5th Sustainable Industrial Management Engineering