โครงงานที่ 31/2562 (วศบ.อุตสาหการ)

การศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำแข็งพลาสมาต่อความสามารถในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

นางสาวธนัญญา ธนะสมบัติ รหัสนักศึกษา 590610288

นางสาววราภรณ์ กุนแสง รหัสนักศึกษา 590610334

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงงาน	การศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำแข็งพลาสมาต่อความสามารถในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ
โดย	นางสาวธนัญญา ธนะสมบัติ รหัสนักศึกษา 590610288
	นางสาววราภรณ์ กุนแสง รหัสนักศึกษา 590610334
ภาควิชา	วิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วัสสนัย วรรธนัจฉริยา
ปีการศึกษา	2562

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับโครงงานนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.วัสสนัย วรรธนัจฉริยา)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.ชนนาถ กฤตวรกาญจน์)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.อลงกต แก้วโชติช่วงกูล)

หัวข้อโครงงาน	การศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำแข็งพลาสมาต่อความสามารถในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ
โดย	นางสาวธนัญญา ธนะสมบัติ รหัสนักศึกษา 590610288
	นางสาววราภรณ์ กุนแสง รหัสนักศึกษา 590610334
ภาควิชา	วิศวกรรมอุสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.วัสสนัย วรรธนัจฉริยา
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาหาพารามิเตอร์ในการผลิตและยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย รวมทั้งศึกษาความสัมพันธของระยะเวลาการเก็บรักษาความเย็นของน้ำแข็งพลาสมา งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะนำน้ำพลาสมาที่กระตุ้นจากเครื่องผลิตพลาสมาผลิตเป็นน้ำแข็งพลาสมา เพื่อนำมาใช้เก็บรักษาสัตวน้ำที่จะนำมาบริโภค โดยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวกับพลาสมาและสัตว์น้ำ ศึกษากระบวนการผลิตน้ำพลาสมาจากเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา โดยน้ำที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ น้ำประปา และน้ำดื่มตราเนสท์เล่ หาความสัมพันธ์โดยใช้หลักการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลมาสร้างกราฟเปรียบเทียบค่า H_2O_2 ต่อเวลาที่เปลี่ยนแปลง และศึกษาทฤษฎีการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) โดยใช้ประสาทสัมผัสจากการมองเห็น และการได้กลิ่น เพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลผลจากการคัดเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการวัดคา H_2O_2 โดยการทดลองกับเนื้อปลานิลและทำการทดสอบเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเป็นการแช่เนื้อปลานิลด้วยน้ำแข็งโดยทั่วไป

จากผลการทดลองพบว่าเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบหัวเดียวมีประสิทธิภาพในการสปาร์คน้ำพลาสมามากกว่า และพบว่าเวลาที่ 30 นาที สามารถตรวจค่าความเข้มข้น H_2O_2 ได้มากกว่า อีกทั้งจากการทดลองใช้น้ำทั้ง 3 ชนิด พบว่า น้ำประปาที่นำมาสปาร์คด้วยเครื่องกระตุ้นพลาสมาให้ค่า H_2O_2 ที่มากที่สุดในการทดลอง จึงสรุปได้ว่าน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาทำน้ำแข็งพลาสมา ได้แก่ น้ำประปา และใช้เวลาในการสปาร์คที่ 30 นาที

Project Title	Study of Relationship of Plasma Ice on Ability of Aquatic Animals Preservation		
Name	Thananya	Thanasombut	Code 590610288
	Waraporn	Koonsang	Code 590610334
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Associate Professor Wassanai Wattanutchariya, Ph.D.		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

This research aims to study the parameters for the production and inhibition of bacteria. Including the study of the relationship between the duration of keeping cold of plasma ice. This research with the idea to use plasma water that stimulated from a plasma machine to produce a plasma ice. To be used for keeping aquatic animals to be consumed. With the study of literature related to plasma and aquatic animals. Study the process of producing plasma water from plasma water stimulators machine to produce plasma ice. Which the water used in the experiment was tap water and drinking water, Nestle brand. Finding relationships by using data correlation principles to create a graph to compare H_2O_2 values with the changing times. Study the theory of sensory evaluation by using Appearance and Odour senses for analyze and process from the selection of suitable conditions from H_2O_2 measurement by experimenting with tilapia meat and tested compared with the control set to freeze the tilapia meat in general ice.

From the experimental results, it was found that the single-head plasma stimulator was more efficient in sparking the plasma water and found that at 30 minutes it was able to detect more H_2O_2 values. Sparked using a plasma stimulator that gave the highest H_2O_2 value in the experiment. Therefore, it can be concluded that the most suitable water for plasma ice making is tap water and the sparking time is 30 minutes.

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำแข็งพลาสมาต่อความสามารถในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ สามารถสำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน หากไม่มีบุคคลเหล่านี้โครงงานวิจัยนี้อาจไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งทางผู้จัดทำโครงงานวิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วัสสนัย วรรธนัจฉริยา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ที่ได้ให้คำแนะนำ ความรู้ ช่วยประสานงาน ชี้แนะแนวทางในการดำเนินโครงงานวิจัย เสนอแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขความถูกต้องของโครงงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณพี่แนท พี่เอิงเอย พี่การ์ตูน พี่ฝ้าย ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการดำเนินโครงงาน ตลอดจนบุคลากรภาควิชาอุตสาหการทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณพี่อ้อย เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ห้องตรวจสอบคุณภาพน้ำ ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ คำแนะนำ สอนวิธีการตรวจหาค่าปริมาณ H_2O_2 และพี่อี๊ด เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการพลาสมา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ให้ความรู้และคำแนะนำในการใช้เครื่องสปาร์คน้ำพลาสมา

นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายท่านที่คอยให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ จึงได้ขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำโครงงานวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้จากโครงงานวิจัยเล่มนี้จะสามารถเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและได้ทำการศึกษา หากโครงงานวิจัยเล่มนี้มีส่วนใดบกพร่องหรือมีความผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัยเป็นอย่างสูง และน้อมรับคำเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ทุกประการ

ธนัญญา ธนะสมบัติ
วราภรณ์ กุนแสง

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ค

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

สารบัญตาราง ซ

สารบัญภาพ ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตการศึกษา 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บท 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลาสมา 5

2.2 ทฤษฎีการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) 10

2.3 การวิเคราะห์ถดถอย 11

2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาในระหว่างการเก็บรักษา 15

2.5 ผลงานวิจัยในอดีต 19

2.6 การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยในอดีต 21

บท 3 ระเบียบวิธีการทำวิจัย

3.1 ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวของกับพลาสมา และสัตวน้ำ 23

3.2 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำพลาสมาจากเครื่องกระตุนน้ำพลาสมา ทำการผลิตน้ำแข็งพลาสมา 24

3.3 วัดค่า H_2O_2 ในน้ำแข็งพลาสมา เพื่อหาความสัมพันธและสร้างสมการถดถอย 29

3.4 คัดเลือกเงื่อนไขที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบคา H_2O_2 มาทดลองกับเนื้อปลานิล 33

3.5 สรุปผลและจัดทำรายงาน 40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บท 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลการศึกษาปัจจัยของเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา	41
4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะการเก็บรักษาน้ำแข็งพลาสมาต่อคุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมา	41
4.3 การวิเคราะห์ต้นทุน	48
4.4 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเก็บรักษาสัตว์น้ำของน้ำแข็งพลาสมา	49
บท 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	57
5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	61
ภาคผนวก ข	72
ประวัติผู้เขียน	ฎ

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.1 แสดงผลค่า H_2O_2 ของน้ำประปาและน้ำดื่ม 43

4.2 แสดงผลค่า H_2O_2 ของน้ำประปาและน้ำเกลือของน้ำแข็งพลาสมาที่แช่ไว้ 24 ชั่วโมง 46

4.3 แสดงต้นทุนในการผลิตน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปา ปริมาณ 1 ลิตร 48

4.4 แสดงต้นทุนในการผลิตน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือ ปริมาณ 1 ลิตร 48

4.5 ค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสของน้ำแข็งพลาสมาครั้งที่ 1 51

4.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสของน้ำแข็งพลาสมาครั้งที่ 2 54

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1.1 ปริมาณสัตวน้ำเค็มและสัตวน้ำจืดที่จับได้ปี 2551-2560 2
1.2 แสดงสัตวน้ำที่พบเห็นได้ในตลาดสดทั่วประเทศไทย 3
2.1 ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันของแต่ละสถานะ 5
2.2 แสดงสถานะทั้ง 4 สถานะของสสาร 6
2.3 แสดงการจัดแบ่งการวิเคราะห์การถดถอยตามชนิดของข้อมูลที่ต้องการจะวิเคราะห์ 12
2.4 แสดงลำดับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใชการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) 13
2.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกุ้งระหว่าง TW และ PAW ice 20
2.6 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ในกุ้งระหว่างการเก็บรักษาด้วยTW และPAW ice 20
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 22
3.2 ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันของแต่สถานะ 23
3.3 เครื่องกระตุนน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว 24
3.4 ภาพน้ำประปา 25
3.5 น้ำดื่ม 25
3.6 เครื่องกระตุนน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว 26
3.7 แสดงการสปาร์คน้ำพลาสมา 27
3.8 แสดงการจับเวลาในการสปาร์คน้ำพลาสมา 27
3.9 ถาดน้ำแข็ง 28
3.10 เทน้ำพลาสมาลงในถาดน้ำแข็ง 28
3.11 ตู้แช่แข็ง 29
3.12 ตัวอย่างสารละลายจากน้ำแข็งพลาสมา 29
3.13 แสดงการตั้งค่าเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ 30
3.14 สารทดลองที่เตรียมทิ้งไว้ 10 นาที 31
3.15 สารทดลองในหลอดทดสอบ 31
3.16 ใส่หลอดทดลองในช่องตรวจแสง 32
3.17 แสดงปริมาณค่า H_2O_2 32
3.18 น้ำเหลือ 33
3.19 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาหัวเดียว 34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

3.20 น้ำที่เตรียมสปาร์ค 34
3.21 บีกเกอร์ที่วางบนฐานยก 35
3.22 ปั๊มลม 35
3.23 เครื่องกระตุ้นพลาสมา 36
3.24 แสดงการสปาร์คน้ำพลาสมา 36
3.25 สารทดลองที่เตรียมทิ้งไว้ 10 นาที 37
3.26 แสดงปริมาณค่า H_2O_2 38
3.27 แหล่งขายปลานิลที่เลือก 38
3.28 เนื้อปลานิลสด 39
3.29 เนื้อปลานิลสดหั่นเป็นชิ้น 39
3.30 เนื้อปลานิลที่แช่น้ำแข็งในกล่องโฟม 40
4.1 แสดงน้ำพลาสมาที่ผลิตได้ 42
4.2 ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ 42
4.3 เครื่องทดสอบคุณภาพน้ำ 43
4.4 แสดงการแจกแจงแบบปกติของน้ำประปา 44
4.5 แสดงการแจกแจงแบบปกติของน้ำดื่ม 44
4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ของการทดสอบ 2 Sample T-Test 45
4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ของการทดสอบ ANOVA 45
4.8 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิดหัวเดียว 48
4.9 แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ของ H2O2 และ เวลา 47
4.10 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของน้ำทั้งสามชนิด 47
4.11 แสดงเนื้อปลานิลที่แช่น้ำแข็งพลาสมาที่สปาร์คจากน้ำเกลือ 30 นาที และ 15 นาที 49
4.12 แสดงเนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาที่สปาร์คจากน้ำประปา 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง 50
4.13 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการมองเห็น 51
4.14 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการสัมผัส 52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

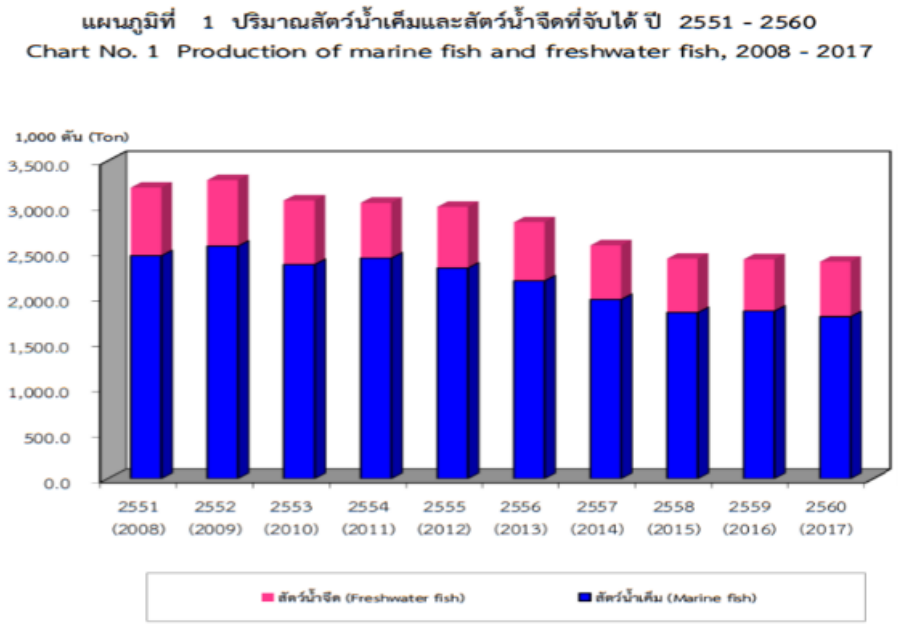
4.15 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการดมกลิ่น 52
4.16 ภาพเนื้อปลาสด 53
4.17 น้ำแข็งที่ฐานภาชนะ 54
4.18 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการมองเห็น 55
4.19 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการสัมผัส 55
4.20 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการดมกลิ่น 56
5.1 แสดงเนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปา 58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

สินค้าประมงนับเป็นสินค้าอาหารประเภทหนึ่งของสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีการแข่งขันสูงและได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทย อาชีพการประมงเป็นวิถีชีวิตดั้งเดิมที่อยู่คู่กับสังคมไทยมานาน ปัจจุบันประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตและแปรรูปสินค้าอาหารทะเลมากกว่า 3 ล้านตันต่อปีโดยมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมการประมงของไทยสูงกว่า 1 แสนล้านบาท อุตสาหกรรมการประมงจึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งด้านการเป็นแหล่งอาหารสำหรับประชากรในประเทศ แหล่งการจ้างงาน สร้างรายได้และความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ ด้วยการทำเกษตรประมงในเชิงธุรกิจมากขึ้น เพาะพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อขายเป็นอาหาร ทำให้มีความต้องการในตลาดค่อนข้างสูง ซึ่งมีข้อมูลการบริโภคสัตว์น้ำในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา อยู่ระหว่าง 25 – 30 กิโลกรัม/คน/ปี นับว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้จากการส่งออกทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งยังมีศักยภาพในการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังภาพ 1.1 ตามการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก นอกจากนี้ ประเทศไทยยังนับว่าเป็นผู้ผลิตอาหารทะเลที่สำคัญประเทศหนึ่งของโลก และประเทศไทยยังติดอันดับต้น ๆ ของผู้ส่งออกสินค้าประมงมาตั้งแต่ปี 2535 โดยผลผลิตมวลรวมของภาคเกษตรในสาขาประมงมีมูลค่ากว่า 98.9 พันล้านบาท คิดเป็น 11.87 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตมวลรวมของภาคเกษตร และโดยข้อมูลจาก FAO (TheState of World Fisheries and Aquaculture, 2016) ปี 2557 ไทยติดอันดับ 1 ใน 20 ของการประมงโลก โดยสามารถผลิตสัตว์น้ำได้ประมาณ 2.70 ล้านตัน ประกอบด้วยผลผลิตสัตว์น้ำจากการจับจากธรรมชาติ 1.77 ล้านตัน และจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 0.93 ล้านตัน



ภาพ 1.1 ปริมาณสัตว์น้ำเค็มและสัตว์น้ำจืดที่จับได้ ปี 2551-2560

ตามคำนิยามของสัตว์น้ำ ในมาตรา 4(1) จาก พ.ร.บ.การประมง พ.ศ.2490 ที่ระบุว่า “สัตว์น้ำ หมายความว่า สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ หรือวงจรส่วนหนึ่งอยู่ในน้ำหรืออาศัยอยู่ในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง” สัตว์น้ำที่นำมาเลี้ยงเพื่อการบริโภคและเพื่อการค้ามีหลายชนิด ได้แก่ ปลา กุ้ง หอย ปู ลูกน้ำ ไรน้ำ ปลิง จระเข้ ตะพาบน้ำ และกบ สัตว์เหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์น้ำจืดและสัตว์น้ำเค็ม สัตว์น้ำที่เป็นที่นิยมได้แก่ กุ้ง หอย ปู ปลา ปลาหมึก เป็นต้น ซึ่งสามารถพบเห็นได้ในตลาดสดทั่วประเทศ ดังแสดงในภาพ 1.2 การรักษาความสดใหม่จึงเป็นจุดขายของอาหารประเภทนี้ การขนส่งจึงมีทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมขนส่งทางบกไปยังพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศ ระยะทางในการขนส่งที่ต่างกันทำให้ใช้เวลาในการเดินทางนานไปด้วย จึงต้องมีขั้นตอนของการรักษาอุณหภูมิความเย็นเพื่อรักษาความสดของอาหารให้มีคุณภาพดี จนถึงผู้บริโภค ส่วนใหญ่จะนิยมใช้วิธีการแช่เย็นโดยใช้น้ำแข็ง เกลือ หรือฟอร์มาลีน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพวัตถุดิบทั้งต่อรสชาติ สภาพทางกายภาพ กลิ่น จากการเกิดเชื้อแบคทีเรียหรืออาจมีสารตกค้างในอาหาร

จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีการศึกษานำเทคโนโลยีต่างๆมาประยุกต์ใช้ ซึ่งการประยุกต์เทคโนโลยีพลาสมาเป็นทางเลือกหนึ่ง โดยทั่วไปการจะทำให้เกิดสถานะพลาสมานั้น สามารถทำได้โดยให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความเข้มข้นสูงกับแก๊สที่เป็นกลางทางไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งอิเล็กตรอนอิสระที่ได้รับพลังงานสูงชนกับอะตอมของแก๊สจนหลุดออกมาเป็นการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) การประยุกต์ใช้พลาสมานี้กำลังเป็นที่สนใจอย่างแพร่หลายทั้งในวงการแพทย์และอุตสาหกรรม เช่น การ

ฆ่าเชื้อ เทคโนโลยีการแพทย์ และการปรับผิวหน้าให้สมบัติต่างๆ อีกทั้งในปัจจุบันเริ่มมีการนำพลาสมามาใช้ในทางการเกษตรมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การนำน้ำพลาสมาที่ผ่านการสปาร์คหรือการปลดปล่อยแบบสปาร์คมาสลายสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ เป็นต้น เพื่อยืดอายุและลดการปนเปื้อนสารเคมี

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำน้ำพลาสมาที่กระตุ้นจากเครื่องผลิตพลาสมาผลิตเป็นน้ำแข็งพลาสมา เพื่อมาใช้เก็บรักษาสัตว์น้ำที่จะนำมาบริโภค โดยวิธีการนำน้ำแข็งพลาสมาไปใช้แทนน้ำแข็งปกติทั่วไปในท้องตลาด เพื่อหาแปรในการผลิต รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเก็บรักษาความเย็นของน้ำแข็งพลาสมา

ภาพ 1.2 สัตว์น้ำที่พบเห็นได้ในตลาดสดทั่วประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาปัจจัยของเครื่องผลิตน้ำกระตุ้นพลาสมาสำหรับการผลิตน้ำแข็งพลาสมา พร้อมวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมา

1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเก็บน้ำแข็งพลาสมาต่อคุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมา

1.2.3 วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเก็บรักษาสัตว์น้ำของน้ำแข็งพลาสมา

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สัตว์น้ำที่เลือกใช้ คือ เนื้อปลานิล ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่เน่าเสียง่าย และใช้การแช่น้ำแข็งในการขนส่ง

1.3.2 ตัวแปรในกระบวนการผลิตน้ำแข็งพลาสมา ได้แก่ เวลาในการกระตุ้นพลาสมาในน้ำก๊าซที่ใช้ในการผลิตพลาสมา และชนิดของน้ำที่นำมาผลิตน้ำแข็งพลาสมา

1.3.3 การประเมินประสิทธิภาพในการเก็บรักษาจะอ้างอิงการวิเคราะห์เชิงเทคนิค ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และวิเคราะห์เชิงประสาทสัมผัส ได้แก่ การมองเห็น การสัมผัส และกลิ่น

1.3.4 กระบวนการผลิตน้ำแข็งจะแช่ในตู้แช่แข็งในห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา ชั้น 3 ตึกภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ข้อมูลคุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมา

1.4.2 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเก็บต่อคุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมา

1.4.3 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

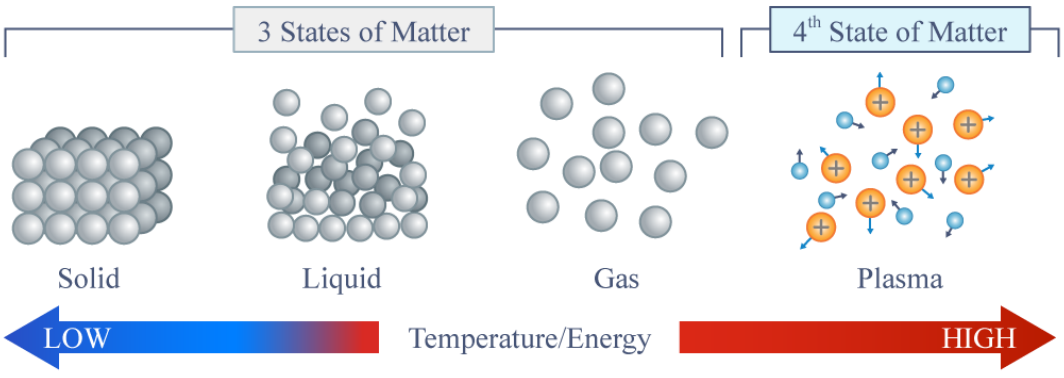
บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลาสมา

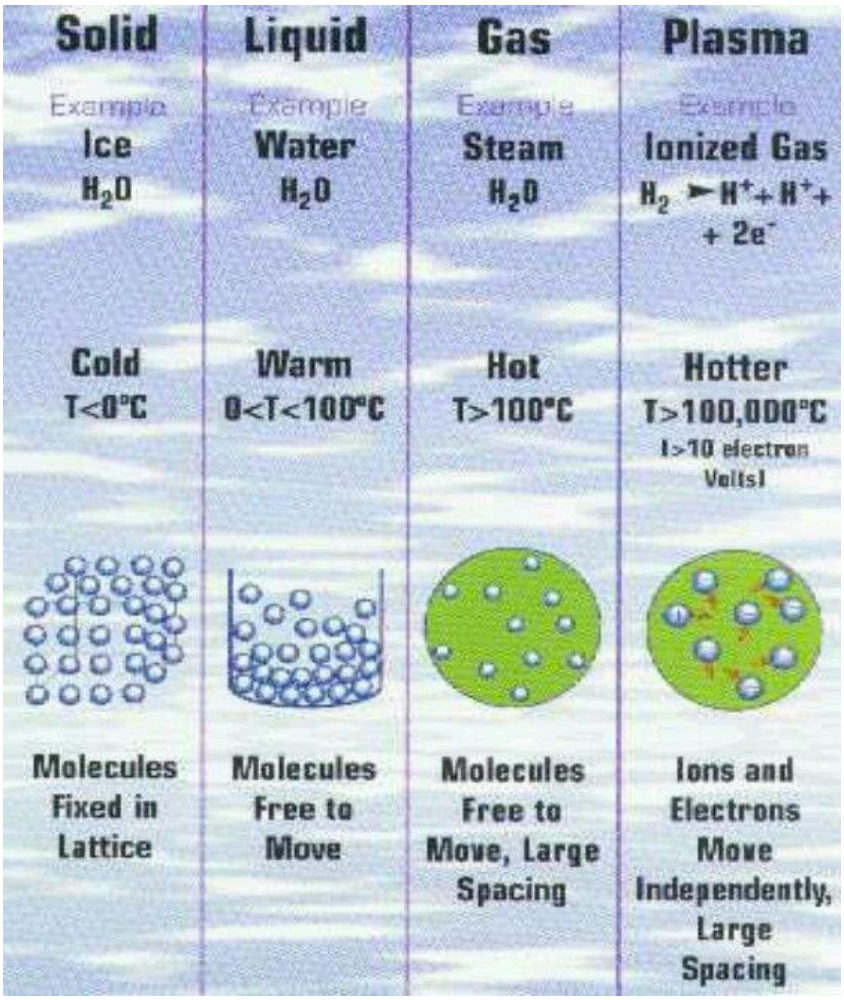
2.1.1 ความหมายของพลาสมา

พลาสมา (Plasma) คือ สภาวะที่ก๊าซเกิดการแตกตัว (Ionized) ประกอบด้วยอิเล็กตรอน ไอออน และอนุภาคของก๊าซ พลาสมามีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากสถานะอื่นอย่างชัดเจนดังแสดงในภาพ 2.1 การมีสภาพเป็นไอออนดังกล่าวนี้หมายความว่า จะมีอิเล็กตรอนอย่างน้อย 1 ตัว ถูกดึงออกจากโมเลกุล ประจุไฟฟ้าอิสระ จึงทำให้พลาสมา มีสภาพการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นนั่นเอง โดยในปี ค.ศ. 1879 เซอร์ วิลเลียม ครูกส์ (Sir William Crookes) นักเคมีและนักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้มีการกล่าวถึงสถานะนี้เป็นครั้งแรก และในปี ค.ศ. 1928 เออร์วิง แลงเมียร์ (Irving Langmuir) นักเคมีและนักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน เป็นคนแรกที่เรียกสถานะของสสารนี้ว่า พลาสมา (Plasma)



ภาพ 2.1 ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันของแต่ละสถานะ

ดังนั้นจึงถือได้ว่าพลาสมาเป็นสถานะที่ 4 ของสสาร เนื่องจากมีลักษณะที่แตกต่างไปจากสถานะอื่นอย่างชัดเจน หากพิจารณาช่วงเปลี่ยนสถานะ ของแข็ง - ของเหลว - ก๊าซ (Solid - Liquid - Gas) ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ (หรือคือการให้พลังงานจลน์แก่อนุภาคของก๊าซ) ให้แก่ก๊าซต่อไปเรื่อย ๆ เช่น ถึง 20,000 องศาเคลวิน (K) เราจะได้พลาสมาของก๊าซนั้น ดังแสดงในภาพ 2.2 (อุณหภูมิอาจต่ำกว่าได้ แล้วแต่กลไกการทำให้เป็นไอออนของก๊าซ)



ภาพ 2.2 แสดงสถานะทั้ง 4 สถานะของสสาร

ที่มา : ถิรพัฒน์ วิลัยทอง (2549)

พลาสมามีลักษณะพิเศษที่น่าสนใจ เพราะว่าแรงไฟฟ้าถือเป็นแรงชนิดไกล (Long Range force) และอนุภาคของพลาสมาทุกตัวกระทำต่ออนุภาคข้างเคียงกันและกัน เรียกว่าเป็นพฤติกรรมร่วม (Collective Behavior) พฤติกรรมร่วมนี้หมายถึง การเคลื่อนที่ของอนุภาคในพลาสมา ซึ่งไม่

เพียงจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในบริเวณนั้น ๆ เท่านั้น แต่เป็นผลโดยรวมจากพลาสมาส่วนใหญ่มากกว่าจะเป็นผลมาจากการชนกันของอนุภาคที่อยู่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากอนุภาคในพลาสมาที่สถานะสมดุลจะมีการสั่นด้วยความถี่สูงกว่าความถี่ในการชนกันของอนุภาค 2 ตัว ที่อยู่ใกล้กัน ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมที่กลุ่มพลาสมาแสดงออกมาร่วมกัน พลาสมาสามารถเกิดได้โดยการใช้สนามไฟฟ้าปริมาณมากแก่ก๊าซที่เป็นกลาง เมื่อพลังงานส่งผ่านไปยังอิเล็กตรอนอิสระมากพอจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระชนกับอะตอม และทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอม กระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้อิเล็ตรอนที่หลุดออกมานี้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากซึ่งจะทำให้ก๊าซแตกตัว และกลายเป็นพลาสมาในที่สุด

2.1.2 ประเภทของพลาสมา

พลาสมาสามารถแบ่งออกเป็น พลาสมาที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (Nature Plasma) เช่น ดาว หรือ Interstellar Matter และพลาสมาที่สามารถสร้างขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ (Laboratory Plasma) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ พลาสมาอุณหภูมิสูงหรือพลาสมาฟิวชัน (Fusion Plasma) และพลาสมาอุณหภูมิต่ำหรือก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge)

โดยทั่วไปนิยมแบ่งก๊าซดิสชาร์จออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ พลาสมาอุณหภูมิสูงหรือพลาสมาร้อน (Hot Plasma) และพลาสมาอุณหภูมิต่ำหรือพลาสมาเย็น (Cold Plasma) ดังนี้

2.1.2.1 พลาสมาร้อน (Hot Plasma)

พลาสมาร้อน คือ ก๊าซดิสชาร์จแบบพลาสมา LTE มีลักษณะการปล่อยประจุแบบอาร์คดิสชาร์จ (Arc Discharge) ซึ่งจากการเกิดกระบวนการดิสชาร์จนั้นเมื่อให้กระแสไฟฟ้าแก่ขั้วอิเล็กโทรด ทำให้เกิดความต่างศักดิ์ขึ้นระหวางขั้วบวกและขั้วลบที่สูงจนกระตุ้นให้ก๊าซบางส่วนเกิดการแตกตัวอย่างรุนแรงกลายเป็นประจุบวกและอิเล็กตรอนที่มีความหนาแน่นสูง อิเล็กตรอนจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้าที่อยู่ข้างหน้าขั้วลบ และเคลื่อนที่ไปชนกับอะตอมหรือโมเลกุลของก๊าซด้วยความถี่สูงและรุนแรง เกิดการปล่อยประจุในลักษณะของสปาร์ค (Spark) ของประจุเป็นเส้นเล็ก ๆ จำนวนมาก (Filament) ทำให้เกิดสถานะของพลาสมาที่มีความดันและพลังงานสูง โดยพลาสมาร้อนนี้จะถูกสร้างที่ ความดันใกล้ความดันบรรยากาศหรือมากกวานั้น ใช้ในการผลิตพลาสมาสเปรย์ หรือให้ในการหลอม เชื่อม และตัดโลหะ

2.1.2.2 พลาสมาเย็น (Cold Plasma)

พลาสมาเย็น คือ ก๊าซดิสชาร์จแบบพลาสมา Non - LTE มีลักษณะการปล่อยประจุแบบโกลว์ดิสชาร์จ (Glow Discharges) เป็นการสร้างพลาสมาที่พัฒนามาจากพลาสมาร้อนเป็นการลดความดันในการเกิดพลาสมาให้ต่ำลง โดยเกิดที่ประมาณ 10^{-3}- 10 ทอร์ โดยอุณหภูมิของอนุภาคหนักจะมีค่าต่ำและมักจะไม่สูงกว่าอุณหภูมิห้อง แต่สำหรับอิเล็กตรอนจะมีอุณหภูมิสูงมากเพราะมี

อุณหภูมิน้อยจึงถูกเร่งในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ง่าย การที่อิเล็กตรอนมีอุณหภูมิสูงทำให้เกิดการชนกันแบบไม่ยืดหยุน ซึ่งจากกระบวนการดิสชาร์จเมื่อให้กระแสไฟฟ้าแก่ขั้วอิเล็กโทรดทำให้เกิดความต่างศักดิ์ขึ้นระหว่างขั้วบวกและขั้วลบที่สูงพอจนกระตุ้นให้ก๊าซบางส่วนแตกตัวและกลายเป็นประจุบวกและอิเล็กตรอนจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้าที่อยู่ข้างหน้าขั้วลบ และเคลื่อนที่ไปชนกับอะตอมหรือโมเลกุลของก๊าซ ทำให้เกิดการกระตุ้นและแตกตัวเป็นประจุ อนุภาคที่อยู่ในสภาวะกระตุ้นจะปลดปล่อยรังสีออกมาและลงมาอยู่ในสถานะที่ต่ำลงมาทำให้เกิดแสงสว่าง นิยมใช้ในงานที่ไม่ต้องการความร้อน เช่น การกัด (Etching) หรือการทำฟิล์มบาง (Thin Film) เป็นต้น

2.1.3 กระบวนการเกิดพลาสมา

2.1.3.1 การแตกตัวเป็นไอออน (Ionization)

ในการเกิดปฏิกิริยาของพลาสมาในห้องสุญญากาศซึ่งมีก๊าซไหลผ่านในระดับคงที่และความดันต่ำมาก ๆ โมเลกุลหรืออะตอมของก๊าซในสุญญากาศอาศัยการชนกันของอิเล็กตรอนอิสระกับโมเลกุลหรืออะตอมเป็นสำคัญ โดยคลื่นวิทยุหรือคลื่นไมโครเวฟทำหน้าที่เร่งอิเล็กตรอนให้มีพลังงานจลน์ไปชนกับโมเลกุลหรืออะตอม ทำให้อะตอมกลายเป็นไอออนและเกิดการรุ่งแสง (Glow Discharge) เปลี่ยนสถานะเป็นพลาสมาจะได้ชนิดของก๊าซที่มีการเปล่งแสง แสงเหนือม่วง (Ultraviolet) ที่เกิดขึ้น ความถี่ในช่วงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจะอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ตัวอย่างเช่นการรุ่งแสงของก๊าซอาร์กอนให้แสงสีขาวอมน้ำเงิน ดังสมการการแตกตัวและพลังงานมีค่าดังแสดงในสมการ 2.1 2.2 และ 2.3

Ionization Energy of Argon

$e^- + Ar \longrightarrow Ar^+ + e^-$ First Ionization Energy 15.7 eV (2.1)

$e^- + Ar^+ \longrightarrow Ar^{2+} + e^-$ Second Ionization Energy 27.6 eV (2.2)

$e^- + Ar^{2+} \longrightarrow Ar^{3+} + e^-$ Third Ionization Energy 40.7 eV (2.3)

2.1.3.2 การถูกกระตุ้น (Excitation)

พลังงานที่ส่งผ่านเมื่ออิเล็กตรอนกระโดดไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่าอะตอมนั้น กระบวนการนี้คือกระบวนการกระตุ้นสถานะของอะตอม ซึ่งแสดงวาพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนมีค่าน้อยกว่าพลังงานในการแตกตัวเป็นไอออนดังแสดงในสมการ 2.4

$e^- + Ar \longrightarrow Ar^* + e^-$ (2.4)

2.1.3.3 การแยกตัวออก (Dissociation)

เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่ก๊าซถูกกระทำโดยศักดิ์ของคลื่นความถี่วิทยุเช่น กระบวนการแยกตัวออกของก๊าซออกซิเจน ซึ่งสามารถแยกตัวออกได้เป็นออกซิเจน 2 อะตอม ดังสมการ 2.5

$$O^2 + e^- \longrightarrow O + O + e^- \qquad (2.5)$$

ผลของการแยกตัว จะเพิ่มประสิทธิภาพของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี กล่าวคือ ผลผลิตที่ได้จะมีปฏิกิริยาความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาที่เร็วกว่าตอนที่อะตอมยังไม่แยกตัว

การแยกตัว(Dissociation) อาจเกิดคู่กับการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) หรือไม่ก็ได้ ถ้าเกิดคู่กันจะเรียกว่า Dissociative Ionization ตัวอย่างดังแสดงในสมการ 2.6 และ 2.7

$$e^- + CF_4 \longrightarrow e^- + CF_3 + F \quad \text{(Dissociation)} \qquad (2.6)$$

$$e^- + CF_4 \longrightarrow 2e^- + CF_3^+ + F \quad \text{(Dissociation Ionization)} \qquad (2.7)$$

ผลของการรุ่งแสงของก๊าซที่ลดความดันและศักย์ของคลื่นวิทยุที่ถูกกระตุ้น จะสังเกตเห็นพลาสมาที่เปล่งแสงที่เรียกว่า Glow Discharge ซึ่งหมายถึงแสงของพลาสมาที่เปล่งออกมาเนื่องจากพลังงานภายนอกที่ทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนถูกกระตุ้นจากสถานะพื้นเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น โดยปกติอิเล็กตรอนสามารถอยู่ในสถานะกระตุ้นในช่วงเวลาที่สั้นมาก ๆ ประมาณ 10^{-18} วินาที จากนั้นเวเลนซ์อิเล็กตรอนจะกลับสู่สภาวะพื้น และปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและความถี่ของแสงในช่วงที่มองเห็น (Visible Light)

2.1.3.4 การแลกเปลี่ยนประจุ (Charge Exchange)

เป็นการถ่ายเทประจุกับอะตอมจะเกิดขึ้นได้ง่ายมาก หากเป็นการแลกเปลี่ยนไอออนกับอะตอมของธาตุเดียวกัน ดังแสดงในสมการ 2.8 และ 2.9

$$e^- + CF_4 \longrightarrow e^- + CF_3 + F \qquad (2.8)$$

$$Ar^+ + Ar \longrightarrow Ar + Ar^+ \qquad (2.9)$$

ในทำนองเดียวกันจะยากขึ้น แต่ก็มีโอกาสเกิดขึ้นได้ กรณีเป็นธาตุต่างชนิดกัน ดังแสดงในสมการ 2.10

$$Cu^{+} + Ar \longrightarrow Cu + Ar^{+} \qquad (2.10)$$

2.1.3.5 การถ่ายเทโมเมนตัม (Momentum Transfer)

เป็นกลไกเบื้องต้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของแรง จากการชนของอะตอม กรณีก๊าซที่เป็นกลาง การถ่ายเทโมเมนตัมของอิเล็กตรอนไม่ได้มีความสำคัญมากนักในการรุ่งแสง (Glow Discharge) แต่เป็นกระบวนการที่สามารถเกิดพลาสมาได้ เช่น ก๊าซไนโตรเจน ดังแสดงในสมการ 2.11 และ 2.12

$$N^{+}_{2} + N_{2} \longrightarrow N_{2} + N_{2}^{+} \qquad (2.11)$$

$$e^{-} + N_{2} \longrightarrow N_{2} + e^{-} \qquad (2.12)$$

2.1.4 ก๊าซอาร์กอน (Argon, Ar)

2.1.4.1 สมบัติทางกายภาพของอาร์กอน

ก๊าซอาร์กอน (Ar) เป็นก๊าซเฉื่อย เป็นธาตุที่มีอะตอมเดี่ยว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสชาติ และไม่เป็นพิษกบสิ่งแวดล้อม อาร์กอนที่พบนี้มีทั้งสถานะของเหลวและก๊าซ ซึ่งมีความหนาแน่นของก๊าซ (Gas Density) เท่ากับ 1.784 กรัมต่อลิตร ที่ STP มีจุดเดือด (Boiling Point) อยู่ที่ -184.35 องศาเคลวิน และมีอุณหภูมิวิกฤต (Critical Temperature) จุดหลอมเหลวเท่ากับ -308.8 องศา ฟาเรนไฮต์

2.1.4.2 สมบัติทางเคมีของอาร์กอน

อาร์กอนมีความเสถียรโดยที่ไม่ต้องมีพันธะทางเคมี อาร์กอนสามารถละลายน้ำได้มากกว่าไนโตรเจน (N_2) ถึง 25 เท่าโดยประมาณ และสามารถละลายได้ในออกซิเจน

2.2 ทฤษฎีการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวัดวิเคราะห์และแปลความหมายของลักษณะผลิตภัณฑ์และอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การมองเห็น การได้กลิ่น การรับรส การสัมผัส และการได้ยิน แล้ววิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้หลักการทางสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้วัดความแตกต่างหรือความเหมือนของผลิตภัณฑ์ ใช้วัดคุณภาพหรือปริมาณของลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

2.2.1 การมองเห็น (Appearance)

วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการมองเห็น โดยพิจารณา สีขนาด รูปร่าง ตำหนิและความสม่ำเสมอ เป็นต้น

2.2.2 กลิ่น (Odour)

วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการใช้จมูกดมกลิ่นอาหาร ทำให้บ่งบอกถึงลักษณะของกลิ่นอาหาร เช่น กลิ่นส้ม กลิ่นใบเตย เป็นต้น

2.2.3 กลิ่นรส (Flavor)

วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการใช้ลิ้นรับรส (Taste) และกลิ่นที่ได้หลังโพรงจมูกได้แก่ เปรี้ยว หวานเค็ม ขม หรือกลิ่นสารระเหยต่างๆ เป็นต้น

2.2.4 การสัมผัส (Kinesthetic)

วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการสัมผัสได้แก่ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) ความเหนียว (Toughness) ความหนืด (Viscosity) เป็นต้น

2.2.5 การได้ยิน

วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการบดเคี้ยวอาหารแล้ววัดการได้ยินเสียง เช่น การได้ยินเสียงในขณะเคี้ยวขนมขบเคี้ยว จะแสดงถึงความกรอบของผลิตภัณฑ์เป็นต้น

2.3 การวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis)

2.3.1 ความหมายของการถดถอย (The Meaning of Regression)

การถดถอย (Regression) หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัวหนึ่งที่เรียกว่า ตัวแปรถูกอธิบาย (Explained Variable) หรือตัวแปรตาม (Dependent Variable) และอีกตัวแปรหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งตัวแปรที่เรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หรือตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variable) เช่น นักเศรษฐศาสตร์สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการเสนอซื้อสินค้ากับราคาของสินค้านั้นและระดับรายได้ของผู้บริโภค หรือสนใจศึกษาว่าปริมาณการขายสินค้าจะมีความสัมพันธ์กับรายจ่ายในการโฆษณาสินค้าอย่างไร เป็นต้น

เป้าหมายของการถดถอย คือ

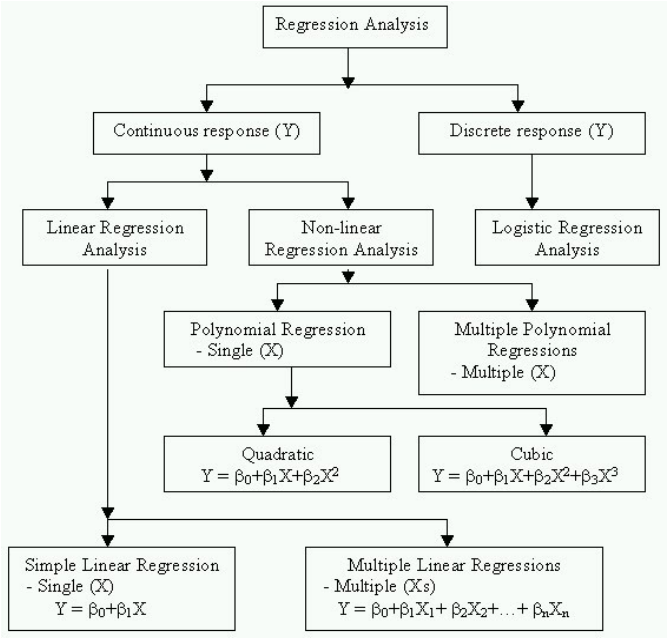
1. เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามเมื่อกำหนดค่าของตัวแปรอิสระมาให้

2. เพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของตัวแปร โดยมีสมมติฐานภายใต้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์

3. เพื่อพยากรณ์ หรือทำนายค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม เมื่อกำหนดค่าของตัวแปรอิสระมาให้

2.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ถือเป็นเครื่องมือทางสถิติที่มีการประยุกต์ใช้ในการประมวลผลข้อมูลในงานวิจัยค่อนข้างมาก นักสถิติยุคก่อนได้คิดค้นทฤษฎีเกี่ยวกับการถดถอย (Regression) เอาไว้มากมาย ภาพ 2.3 แสดงให้เห็นว่าควรจะเลือกใช้เครื่องมือวิเคราะห์แบบใด ถึงจะเหมาะและตรงกับข้อมูลที่มีอยู่

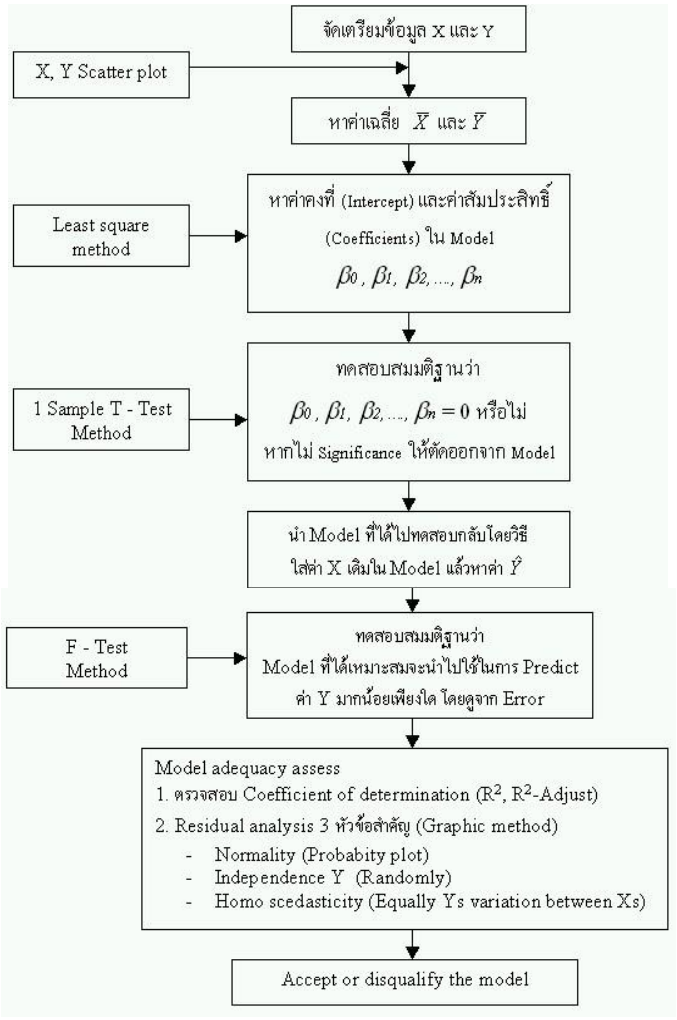


ภาพ 2.3 แสดงการจัดแบ่งการวิเคราะห์การถดถอยตามชนิดของข้อมูลที่ต้องการจะวิเคราะห์

ที่มา : https:// site/mystatistics01/regression-correlation-analysis

2.3.3 ลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

เมื่อตัดสินใจแล้วว่าจะต้องใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนและลำดับการวิเคราะห์จะเป็นดังภาพ 2.4



ภาพ 2.4 แสดงลำดับการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

ที่มา : https:// site/mystatistics01/regression-correlation-analysis

2.3.4 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical Significance)

2.3.4.1 T-Statisitic

เมื่อได้ตัวอย่างแล้วจะต้องพิสูจน์ทางสถิติ ค่าคงที่ (β_0) และสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระทุกค่า ($\beta_1,\beta_2,\ldots,\beta_n$) ว่ามีนัยสำคัญต่อตัวอย่างหรือไม่โดยตั้งสมมติฐานดังสมการ 2.13 และ 2.14

$$H_0 : \beta_i = 0 \quad (2.13)$$

$$H\alpha : \beta_i = 0 \quad (2.14)$$

ถ้าต้องยอมรับสมมติฐานหลัก (Accept H_0) โดยดูจากค่า T ที่คำนวณได้ถ้าน้อยกว่าค่า T-critical ก็แปลว่า ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆไม่มีนัยสำคัญต่อตัวอย่างก็ตัดออกได้ โดยจะไม่ทำให้ตัวอย่างนั้นเกิดความแตกต่างแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้ามต้องปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) เมื่อ T ที่คำนวณได้มากกว่า T-critical ก็แปลว่าค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆมีนัยสำคัญต่อตัวอย่างไม่สามารถตัดออกได้ นี่เองที่ทำให้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ต้องมี T-test หรือมีค่า t ปรากฏในตารางผลการวิเคราะห์

2.3.4.2 F-Statistic

สุดท้ายได้ตัวอย่างที่ถือว่าดีที่สุดเท่าที่จะหาได้ แต่ก็ใช่ว่าตัวอย่างดังกล่าวจะใช้ในการทำนาย (Predict) ค่า Y ได้ถูกต้อง เราจำเป็นต้องพิสูจน์ทราบว่าตัวอย่างที่ได้นั้นเมื่อนำไปทำนาย (Predict) ค่า Y แล้วจะมีความคลาดเคลื่อนมากแค่ไหน หรือก็คือ มีความผิดพลาด (Error) ระหว่าง Y และมากแค่ไหนดังสมการ 2.15 และ 2.16

H_0: Error ที่เกิดขึ้นที่ (Y) เกือบทั้งหมดมาจากตัวแปรอิสระ (2.15)

H_α: Error ที่เกิดขึ้นที่ (Y) ส่วนน้อยเท่านั้นที่มาจากตัวแปรอิสระ (2.16)

หากผลการทดสอบด้วย F-Test พบว่ายอมรับสมมติฐานหลัก (Accept H_0) หรือ F-Statistic ที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่า F-critical ก็ให้ถือว่าตัวอย่างนั้นมีความผิดพลาดสูง จนไม่อาจยอมรับให้นำไปใช้ต่อไปได้ ก็ถือว่าอย่างอื่นก็ไม่ต้องวิเคราะห์ต่อ ในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบด้วย F-Test พบว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Reject H_0) หรือ F-Statistic ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า F-critical ก็ให้ถือว่าตัวอย่างนั้น เมื่อนำไปทำนาย (Predict) ค่า Y แล้วมีความผิดพลาดน้อยสามารถยอมรับได้ จึงเป็นเหตุให้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ต้องมี ANOVA เพราะใน ANOVA มี F-Test อยู่นั่นเอง

2.3.4.3 Coefficient of Determination

ใช้พิสูจน์ว่า Model ที่ได้นั้นมีที่มาที่ดีพอจะใช้ตัวอย่างจากผลการวิเคราะห์ไปทำนาย (Prdedict) ค่า Y ในอนาคตได้หรือไม่ แม้ว่า F-Test จะบอกว่าตัวอย่างมีความผิดพลาดต่ำแค่ไหนก็ตาม แต่หากที่มาของการเก็บข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ไม่เหมาะสม ก็ยังถือว่าตัวอย่างนั้นที่ดีได้อาจเพราะเหตุบังเอิญ

- R^2 เป็นค่าที่บ่งบอกว่าข้อมูลดิบของการวิเคราะห์นั้น เหมาะสมหรือไม่ จะมีค่าระหว่าง 0 - 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 ก็ยิ่งดี โดยทั่วไปควรมีค่า 0.6 ขึ้นไป แต่ก็ไม่ได้มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัว

- R^2 - Adjust เป็นค่าที่บ่งบอกว่า R^2 ที่ได้นั้นเหมาะสมจริงไหม โดยจะทำการลด Sample (N) ลง 1 ตัว แล้วหาค่า R^2 ใหม่อีกครั้ง เลยเรียกว่า Adjust หากมีค่าต่ำกว่า R^2 มากผิดปกติ ก็ ให้สรุปว่า ขนาดตัวอย่าง (Sample Size) ต่ำเกินไป หรือ R^2 มี Sensitivity ต่อการเปลี่ยนแปลง N มากเกินไป มีโอกาสที่ตัวอย่างจะผิดพลาดก็สูงทีเดียว ที่เหมาะสม ค่า R^2 - Adjust จะต้องต่ำกว่า R^2 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงจะถือว่าการทดลองครั้งนี้ เก็บข้อมูลมาดีขนาดตัวอย่าง (Sample Size) เหมาะสม หากกำลังใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) แล้ว ค่า R^2 และ R^2 - Adjust นี้สามารถจะทำให้ตัวอย่างที่ได้นั้นไม่อาจจะยอมรับให้ใช้ได้ ต้องกลับไปดำเนินการเก็บข้อมูลเพิ่มและเริ่มทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง แม้ว่า F-test จะปรากฏผลว่าตัวอย่างนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำก็ตาม

2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาในระหว่างการเก็บรักษา

ปลาเป็นอาหารที่เน่าเสียได้เร็วมาก การเน่าเสียเกิดจากการสลายตัวของโปรตีนด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (Autolysis) การรวมตัวกับออกซิเจนของไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน การเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถนอมปลาโดยรวดเร็วหลังจากจับปลาได้ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหลังการจับและหลังจากปลาตาย ขึ้นกับความเข้มข้นของสารประกอบและผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเมทาโบลิซึม ปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (Endogenous Enzymes) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์และสภาวะ-ลักษณะหลังจากการจับปลา โดยปกติการเน่าเสียของปลาเราจะสังเกตเห็นการสูญเสียกลิ่น รสที่แสดงถึงความสด (Fresh Fish Flavor)เช่น รสหวาน (Sweet) รสชาติคล้ายสาหร่าย (Sea Weedy) หลงจากนั้นกลิ่นเหม็นเน่าและรสที่ผิดปกติก็จะเกิดขึ้นทำให้ปลาไม่เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค

2.4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ

ลักษณะการเน่าเสียทางกายภาพของเนื้อปลาที่สามารถสังเกตเห็นได้ คือ เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีผิวและเนื้อปลาเป็นผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งแบบที่เกิดโดยเอนไซม์ (Enzymatic Oxidation) และแบบที่เกิดโดยไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง (Nonenzymatic Oxidation) พบว่าสีเหลือง ส้ม แดง หรือ ไม่มีสีของปลาและสัตว์น้ำเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบคาร์โรทีนอยส์ (Carotenoids) ซึ่งมีในผิวหนังและสีของปลาเนื้อขาว (White Fish) อาจเปลี่ยนเป็นสีครีมหรือสีเทา เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบที่เกิดโดยเอนไซม์ของรงควัตถุฮีม (Heme Pigment) ส่วนกล้ามเนื้อแดง (Dark Red Muscle) จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและพบว่าเนื้อปลาสดจะใสแต่ปลาที่เน่า

เสียแล้วเนื้อจะขุ่น บางครั้งการเกิดการเปลี่ยนสีของเนื้อปลา มีสาเหตุจากการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น อาจมีเหลืองออกเขียว ที่เกิดจากการเจริญของ Pseudomonas Fluorescens, สีเหลือง จาก Micrococcus, สีแดงหรือชมพูจาก Sarcina , Micrococcus และ Bacillus หรือจะเกิดจากราหรือยีสต์บางชนิด

การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (Texture) ของปลาเกิดโดยสูญเสียการสปริงตัว (Springiness) และความนิ่มจะเพิ่มขึ้นปลาเน่าจะมีลักษณะเนื้อยุ้ย (Paste-Like Texture) ซึ่งในระยะแรกของการเก็บรักษาความนิ่มของเนื้อสัมผัสเกิดจากการย่อยของกล้ามเนื้อและการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissue) และการเกิดการแยกตัวของเส้นใยโดยเอนไซม์โปรทีเอสที่มีในตัวปลาและเอนไซม์ประเภทเดียวกันนี้จากแบคทีเรีย (Endogenous and Bacterial Proteinase) จนทำให้เกิดการเน่าเสีย

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของเนื้อปลาสดพบว่ากลิ่นของเนื้อปลาสดเกิดจากสารประกอบ คาร์บอนิล (Carbonyl Compounds)และแอลกอฮอล์ซึ่งประกอบด้วย hexanal, 1-octan-3-ol, 1,5-octadien-3-ol และ 2,5 –octadien-1-ol และกลิ่นผิดปกติ (Offensive Odors) ซึ่งแสดงว่าการเกิดเน่า เสียเกิดจากการย่อยและแตกตัวของกรดอะมิโนซิสเตอีน (Cysteine) และเมไธโอนีน (Methionine)

2.4.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

กล้ามเนื้อ(myofibril)ในระยะหลังเกิดการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี นิยมใช้ดัชนีคุณภาพทางเคมี(chemical indicators) ซึ่งดัชนีที่นิยมตรวจวัด เพื่อใช้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในเนื้อปลา

1. ไตรเมทิลเอมีนออกไซด์ (Trimethylamine Oxide : TMAO), ไตรเมทิลเอมีน (Trimethylamine :TMA) และ ไดเมทิลเอมีน (Dimethylamine : DMA) การสลายตัวของสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีนแล้วให้สารระเหยที่ก่อให้เกิดกลิ่นคาว และกลิ่นเหม็นเน่าของปลาและสัตว์น้ำ คือ การเปลี่ยนไตรเมทธิลเอมีนออกไซด์ (TMAO) ซึ่งเป็น สารที่ป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากตัวปลา (Water Logout) พบมากบริเวณผิวหนัง โดย TMAO สามารถเปลี่ยนเป็นไตรเมทธิลเอมีน (TMA) ด้วยเอนไซม์ไตรเมธิลเอมีนออกซิเดส (Trimethylamine Oxidase) จากปฏิกิริยารีดักชันของแบคทีเรีย เช่น Shewanella Putrifaciens ซึ่งจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญจากการเปลี่ยนแปลง TMAO ไปเป็น TMA ซึ่ง TMA ที่ผลิตขึ้น ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนแบคทีเรีย,คุณภาพทางประสาทสัมผัสและความสดของปลา และจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในตัวปลา (Endogenous Enzyme) จะเปลี่ยน TMAO ไปเป็น DMA และ Formaldehyde

จากปฏิกิริยาทั้ง 2 จะทำให้ปริมาณเบสที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total Volatile Bases) ค่อยๆเพิ่มขึ้น โดยปกติ TMAO ที่พบในปลาจะมีปริมาณแตกต่างกัน เช่น ในปลาคอดและปลาแซลมอล พบประมาณ 1% และ ปลาฉลาม ประมาณ 1.5% ปริมาณ TMA ที่ผลิตขึ้นสามารถใช้เป็นดัชนีคุณภาพทางเคมี (Chemical Indicator) เพื่อวัดการเสื่อมเสียของปลา ซึ่งกำหนดว่า ปลาที่มีความสดและยังมีคุณภาพดีจะมี TMA น้อยกว่า 1.5 mg TMA-N/100 g ตัวอย่าง แต่ถ้ามีปริมาณสูงถึง 10-15 mg TMA - N/100 g ตัวอย่างจะมีลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับแล้ว เนื่องจากมีกลิ่นเหม็นเน่าและคาวปลาอย่างรุนแรง

2. การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด – ด่าง (pH)

หลังจากปลาตายจะเกิดการใช้ไกลโคเจน (Glycogen)ภายใต้สภาวะที่ไม่มี ออกซิเจน (Anaerobic Condition) เกิดเป็นกรดแลคติกขึ้นทำให้ pH ของเนื้อปลาลดลง โดยทั่วไป pH จะลดลงต่ำที่สุดประมาณ 6.2 เพราะปริมาณของไกลโคเจนในเนื้อปลามีน้อยจึงทำให้ปริมาณกรดแลคติกมีไม่มากนักและหลังจากนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงหลังจากระยะการเกร็งตัว (Post mortem) จะมีการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจน ที่มีคุณสมบัติเป็นเบสส่งผลให้ pH ของเนื้อปลาเพิ่มขึ้น โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของ pH ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา

2.4.3 ลักษณะการเน่าเสียของปลา

โดยปกติการเน่าเสียของปลาจะเริ่มต้นที่การสูญเสียกลิ่นรสที่บ่งบอกถึงความสดของปลา (Fresh Fish Flavor) หลังจากนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นกลิ่นรสที่ผิดปกติขึ้น (Off-Flavor) เช่น กลิ่นเหม็นเน่า, กลิ่นคาวปลา รวมทั้งสารประกอบที่ระเหยได้ต่างๆ พบว่าส่วนของลำไส้ ระบบทางเดินอาหารของปลา และเหงือกเป็นส่วนที่ไวต่อการเน่าเสียมากที่สุด ส่วนใหญ่แล้วจะเกิดจากการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียกับเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (Endogenous Enzyme)

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อชนิดและอัตราเร็วของการเสียของปลา

ชนิดและอัตราเร็วของการเสียของปลาจะแตกต่างกันด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ

1. ชนิดของปลา

ปลาแต่ละชนิดจะเน่าเสียได้ยากง่ายแตกต่างกัน พบว่าปลาตัวแบนจะเน่าเสียเร็ว กว่าปลาตัวกลม เนื่องจากผ่านระยะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าและปลาที่มีไขมันมากจะ เน่าเสียเร็ว เนื่องจากมีไขมันที่ไม่อิ่มตัวจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดการเหม็นหืนเกิดขึ้น

2. สภาพของปลาในขณะถูกจับ

ปลาที่ดิ้นมากในขณะที่ถูกจับจะอ่อนเพลีย ขาดออกซิเจนและบอบช้ำจึงเสียเร็ว กว่าปลาที่ตายทันทีและได้รับการระมัดระวังในการขนส่งเป็นอย่างดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเสียกำลังเพื่อดิ้น

ต่อสู้ทำให้ไกลโคเจนเปลี่ยนไปเป็นกรดแลกติกหมดทำให้ pH ต่ำลงและเมื่อเปรียบเทียบปลาที่มีอาหารเต็มกระเพาะในขณะที่ถูกจับก็จะเสียเร็วกว่าปลาที่ไม่มีอาหารอยู่ในกระเพาะเลย

3. ชนิดและจำนวนของแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับปลาสด

แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียส่วนใหญ่อาจมาจาก โคลน น้ำ เมือก ลำไส้ของ ปลา และการขนส่ง แบคทีเรียเหล่านี้อาจเข้าไปทางเหงือกผ่านเข้าเส้นเลือด และแทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อหรือมีการแทรกจากลำไส้เข้าสู่เนื้อเยื่อโดยผ่านช่องว่างของลำตัว การเจริญของแบคทีเรียมักจะเกิดขึ้นแบบเฉพาะที่แต่ละผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการเจริญจะแพร่กระจายไปทั่วปลาอย่างรวดเร็วและถ้ามีแบคที่เรียปนเปื้อนมามากการเน่าเสียจะเกิดเร็วขึ้น ซึ่งการปนเปื้อนอาจมาจากอวนลาก เรือ จับปลา ภาชนะบรรจุและโรงงาน ปลาที่ไม่ได้ชำแหละเอาไส้ออกและมีการปนเปื้อนแบคทีเรียในลำไส้จะมีกลิ่นเหม็นเมื่อมีการสลายตัวของอาหารในลำไส้และผลผลิตที่เกิดขึ้นจะแพร่เข้าไปในเนื้อปลาซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเอนไซม์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารจะทำการย่อยสลายผนังลำไส้ การชำแหละไส้ทิ้งบนเรือจับปลาจะทำให้แบคทีเรียจากลลำไส้และจากเมือกกระจายไปยังส่วนต่างๆ ของปลาได้และการแตกช้ำของผิวหนังปลาไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ตามจะทำให้การรักษาคุณภาพของปลาทำได้ลำบากมาก

4. อุณหภูมิ

การแช่เย็นปลา เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดในการป้องกันการเจริญของแบคทีเรีย การแช่เย็นปลาควรทำให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยให้มีอุณหภูมิ 0 ถึง -1 °c และคงที่ไว้ที่อุณหภูมิระดับนี้ตลอด ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น อายุการเก็บของปลาจะสั้นลง ซึ่งแช่เยือกแข็งปลาอย่างรวดเร็วจะทำให้การถนอมรักษาและอายุการเก็บรักษาปลาเพิ่มขึ้น

2.4.5 นิยามความหมายของคำที่ใชในมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาตินี้ มีดังต่อไปนี้

1. กลิ่น (Odour/Aroma) หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดจากการกระตุ้นกลุ่มเซลล์รับกลิ่นในโพรงจมูก โดยสารที่ระเหยได้

- กลิ่นเก่า (Stale) หมายถึง กลิ่นที่เกิดจากการเก็บตัวอย่างไว้เป็นเวลานานคล้ายกลิ่นกระดาษลูกฟูกเปียกน้ำหรือ กลิ่นของตัวอย่างที่เก็บรักษาในสภาพเยือกแข็งเป็นเวลานาน ตัวอย่างอาจมีกลิ่นนี้ได้เช่นกัน

- กลิ่นคาว (Fishy) หมายถึง กลิ่นที่เกิดกับสัตว์น้ำไม่สด ถ้าเป็นสัตว์น้ำทะเลจะมีกลิ่นของไทรเมทิลแอมีน (Trimethylamine : TMA) หรือน้ำมันตับปลา ส่วนสัตว์น้ำจืดจะมีกลิ่นของแอมโมเนีย อาจบ่งบอกถึงการเสื่อมสลายหรือไม่ก็ขึ้นกับชนิดของสัตว์น้ำ

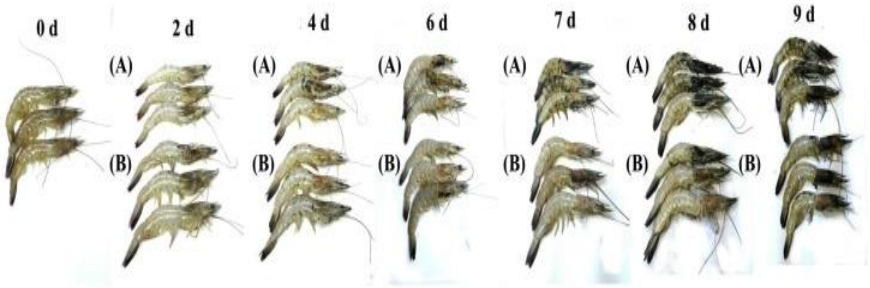
- กลิ่นฉุน (Qungent) หมายถึง กลิ่นที่ทำให้เกิดความรู้สึกระคายเคือง แสบ ฉุนจมูก

2.5 ผลงานวิจัยในอดีต

Application of Atmospheric Cold Plasma-Activated Water (PAW) Ice for Preservation of Shrimps (Metapenaeusensis) บทความนี้มีการเสนอน้ำแข็งที่ถูกกระตุ้นด้วยพลาสมา (Plasma-Activated Water : PAW) เพื่อการเก็บรักษากุ้งสด การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาทางกายภาพทางเคมีและโปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งที่ทำจากน้ำประปา (Tap Water : TW) ธรรมดาและน้ำแข็ง PAW ที่ทำจากน้ำพลาสมา เมื่อเปรียบเทียบกับ TW ice น้ำแข็ง PAW มีข้อได้เปรียบที่สำคัญสำหรับการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ขยายเวลาการเก็บรักษา 4-8 วัน ค่า pH ของกุ้งที่เก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง PAW ยังคงต่ำกว่า 7.7 ในระหว่างการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงลักษณะสีและความแข็งที่ลดลงนั้นล่าช้ากว่าเนื่องจากการเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง PAW ทำให้การผลิตไนโตรเจนพื้นฐานที่ระเหยง่าย (TVBN) ลดลงเหลือต่ำกว่า 20 มก. / 100 กรัมในช่วงที่เก็บน้ำแข็ง PAW ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P <0.05) จากตัวอย่างที่รักษาด้วยน้ำแข็ง TW นอกจากนี้น้ำแข็ง PAW ยังไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับโปรตีนของกุ้ง ดังนั้นการศึกษาแสดงให้เห็นว่าน้ำแข็ง PAW อาจสามารถนำมาใช้ในการเก็บรักษาอาหารทะเลสด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้น้ำแข็ง PAW เพื่อยืดอายุในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารทะเล

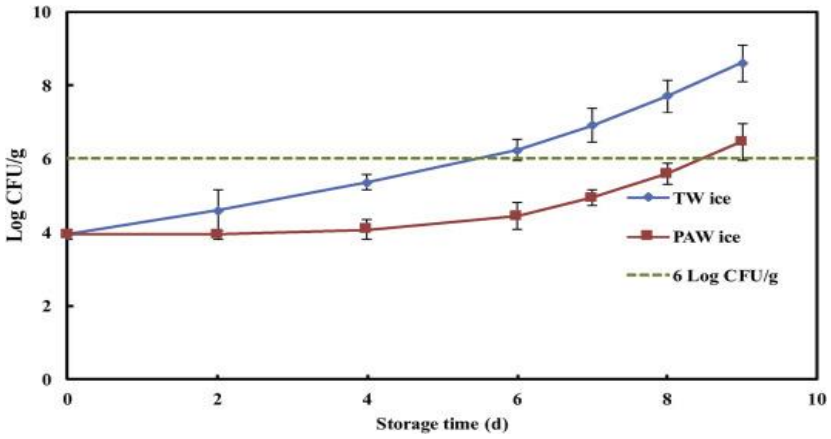
การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิคพลาสมาแบบดิจชาร์จข้ามฉนวน (Dielectric Barrier Discharge : DBD) และระบบพลาสมาเย็นในบรรยากาศ (Atmospheric Cold Plasma : ACP) เพื่อทำน้ำพลาสมาและนำไปทำเป็นน้ำแข็งพลาสมา ส่วนกุ้งสดที่ใช้ในการทดลอง ถูกซื้อจากตลาดท้องถิ่นในเมืองหางโจวประเทศจีน กุ้งจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนโดยการสุ่ม และวางบนน้ำแข็ง TW และ PAW และปิดทับด้วยน้ำแข็ง TW และ PAW อีกชั้นหนึ่ง ระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างทั้งหมด เป็นเวลา 9 วัน จะมีการเปลี่ยนน้ำแข็งทั้งสองชนิดทุก ๆ 12 ชั่วโมง โดยมีการประเมินคุณภาพการเปลี่ยนแปลงของกุ้งในทุก ๆ 48 ชั่วโมงสำหรับ 6 วันแรก และทุก ๆ 24 ชั่วโมงสำหรับ 3 วันถัดไป การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกุ้งระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพ 2.5 ซึ่งเป็นภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกุ้งเปรียบเทียบระหว่างการเก็บรักษาด้วย TW และ PAW ice จากรูป ในวันที่ 0 จะเห็นได้ว่ากุ้งสดที่มีแอสตาแซนธินและฮีโมไซยานิน มีความสว่างและโปร่งใสเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาการเปิดรับแสงเพิ่มมากขึ้นกุ้งที่ได้รับน้ำแข็ง TW และ PAW จะกลายเป็นสีแดงโดยจะมีจุดสีดำเล็ก ๆ และสีจะเข้มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นปรากฏการณ์ของการเกิด

melanosis โดยเฉพาะบริเวณส่วนหัวของกุ้ง แสดงให้เห็นว่าระดับความสว่างของกุ้งที่รับการเก็บรักษาด้วย TW ice ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกุ้งที่ได้รับการเก็บรักษาด้วย PAW ice



ภาพ 2.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกุ้งระหว่าง TW และ PAW ice

นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของประชากรจุลินทรีย์ในกุ้งที่ได้รับการเก็บรักษาด้วย TW และ PAW ice ดังแสดงในภาพ 2.6 จะเห็นได้ว่า PAW ice สามารถชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกุ้งได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเกิดได้จาก ROS หรือ RNS ที่เสถียรใน PAW ice เช่น H_2O_2 โอโซน และไนเตรต การศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าการออกซิเดชั่นของผนังเซลล์ภายนอก และส่วนประกอบภายในเซลล์ (เช่น DNA, โปรตีน) มีหน้าที่ในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่เกิดจากพลาสมาเย็น



ภาพ 2.6 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ในกุ้งระหว่างการเก็บรักษาด้วยTW และPAW ice

ในการศึกษานี้การเก็บรักษากุ้งด้วย PAW ice แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว ชะลอการสูญเสียคุณภาพของกุ้งและความสดใหม่ ซึ่งส่งผลให้อายุในการเก็บรักษานานขึ้น PAW ice ถือได้ว่าเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพมากพอในการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ อาหารสดในอนาคต ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ยังให้ข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญสำหรับการพัฒนาและการประยุกต์ใช้ PAW ice เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร

2.6 การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยในอดีต

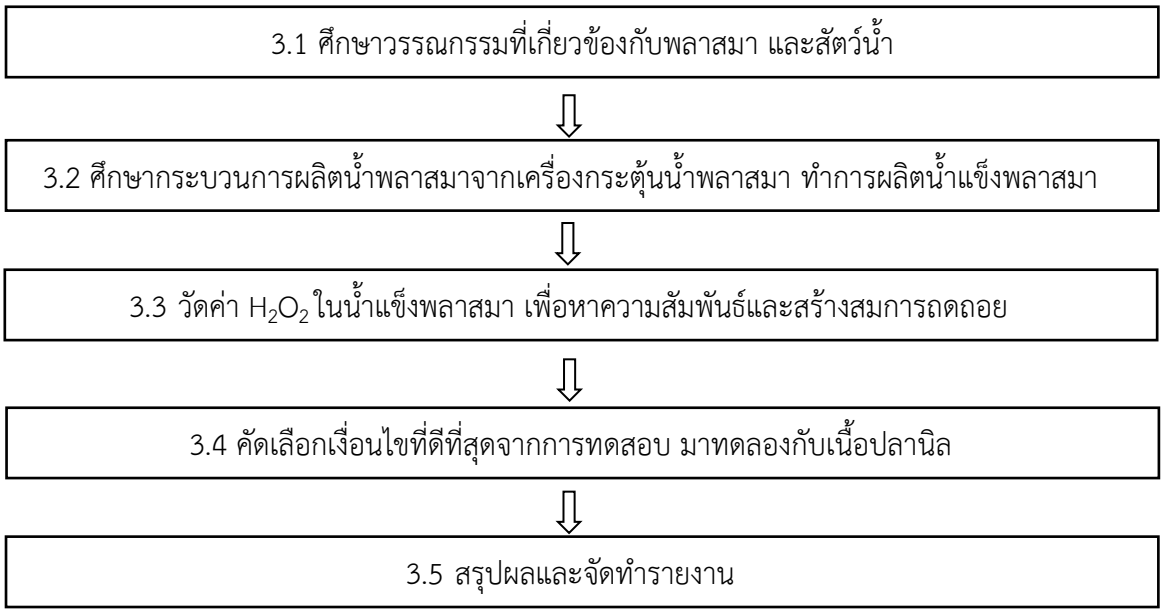
จากการศึกษางานวิจัยในอดีตดังกล่าวพบว่าน้ำแข็งพลาสมาที่ทำมาจากน้ำพลาสมาที่ได้มาจากการใช้เทคนิคพลาสมาแบบดิจชาร์จข้ามฉนวน (Dielectric Barrier Discharge : DBD) และระบบพลาสมาเย็นในบรรยากาศ (Atmospheric Cold Plasma : ACP) นั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว ชะลอการสูญเสียคุณภาพของกุ้งและความสดใหม่ ซึ่งจะส่งผลให้อายุในการเก็บรักษานานขึ้นนั้นเอง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าเทคนิคดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตน้ำพลาสมาเพื่อมาทำเป็นน้ำแข็งเพื่อใช้ในการเก็บรักษาสัตว์น้ำในงานวิจัยของผู้วิจัยได้ โดยสิ่งที่คาดว่าจะได้รับคือพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำพลาสมา เพื่อให้น้ำแข็งพลาสมามีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาสัตว์น้ำได้มากที่สุด

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการทำวิจัย

ในการศึกษาปัจจัยของเครื่องผลิตน้ำกระตุ้นพลาสมาสำหรับการผลิตน้ำแข็งพลาสมา พร้อมศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเก็บน้ำแข็งพลาสมาต่อคุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมาและเนื้อปลานิล มีขั้นตอนดังภาพ 3.1

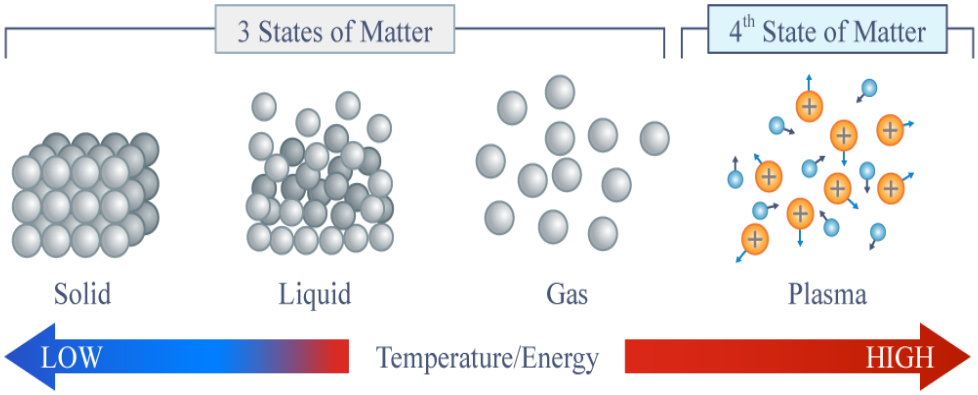


ภาพ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลาสมา และสัตว์น้ำ

3.1.1 พลาสมา

พลาสมา (Plasma) คือ สภาวะที่ก๊าซเกิดการแตกตัว (Ionized) ประกอบด้วยอิเล็กตรอน ไอออน และอนุภาคของก๊าซ เป็นสถานะที่ 4 ของสสาร เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากสถานะอื่นอย่างชัดเจนดังแสดงในภาพ 3.2 การมีสภาพเป็นไอออนดังกล่าวนี้หมายความว่า จะมีอิเล็กตรอนอย่างน้อย 1 ตัว ถูกดึงออกจากโมเลกุล ประจุไฟฟ้าอิสระ จึงทำให้พลาสมา มีสภาพการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นนั่นเอง โดยในปี ค.ศ. 1879 เซอร์ วิลเลียม ครูกส์ (Sir William Crookes) นักเคมีและนักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้มีการกล่าวถึงสถานะนี้เป็นครั้งแรก และในปี ค.ศ. 1928 เออร์วิง แลงเมียร์ (Irving Langmuir) นักเคมีและนักฟิสิกส์ชาวอเมริกัน เป็นคนแรกที่เรียกสถานะของสสารนี้ว่า พลาสมา (Plasma)



ภาพ 3.2 ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันของแต่ละสถานะ

พลาสมาสามารถเกิดได้โดยการให้สนามไฟฟ้าปริมาณมากแก่ก๊าซที่เป็นกลาง เมื่อพลังงานส่งผ่านไปยังอิเล็กตรอนอิสระมากพอ จะทำให้อิเล็กตรอนอิสระชนกับอะตอม และทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม กระบวนการนี้เรียกว่ากระบวนการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้จำนวนอิเล็กตรอนที่หลุดออกมานี้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากซึ่งจะทำให้ก๊าซแตกตัวและกลายเป็นพลาสมาในที่สุด พลาสมามีความแตกต่างจากสถานะของแข็ง สถานะของเหลว และสถานะก๊าซ โดยมีเงื่อนไข 3 ประการ ใน เรื่องดังต่อไปนี้คือ ความยาวคลื่นเดอบาย จำนวนอนุภาค และความถี่พลาสมา ซึ่งทำให้พลาสมามีความจำเพาะเจาะจงที่แตกต่างจากสถานะอื่นออกไป

3.1.2 สัตว์น้ำ

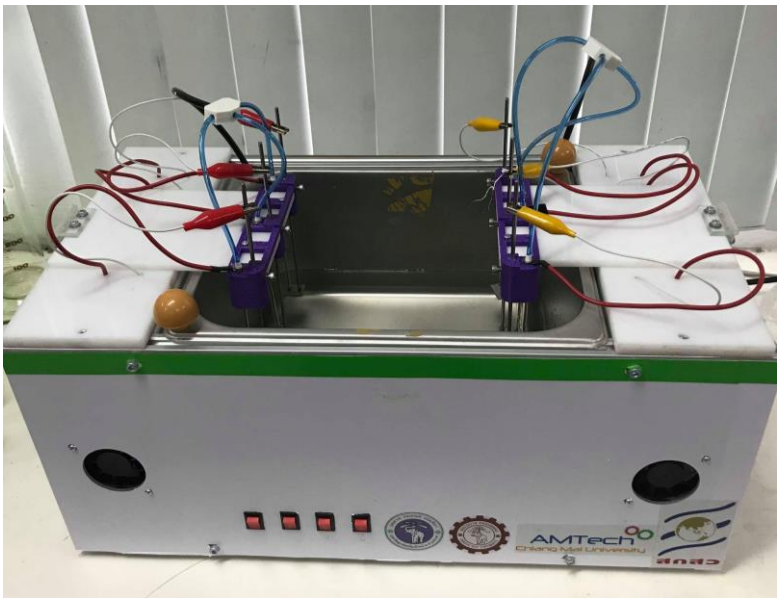
สัตว์น้ำ (Aquatic Animal) หมายถึง สัตว์ที่อาศัยในน้ำหรือมีวงจรชีวิตส่วนหนึ่งอยู่ในน้ำหรืออาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำท่วมถึง เช่น ปลา กุ้ง ปู แมงดาทะเล หอย เต่า ตะพาบน้ำ จระเข้ รวมทั้งไข่ของสัตว์น้ำนั้น สัตว์น้ำจำพวกเลี้ยงลูกด้วยนม ปลิงทะเล ฟองน้ำ หินปะการัง กัลปังหา และสาหร่ายทะเล ทั้งนี้ รวมทั้งซากหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของสัตว์น้ำเหล่านั้น และหมายความรวมถึงพันธุ์ไม้น้ำตามที่ได้มีพระราชกฤษฎีการะบุชื่อ

การโดยสัตว์น้ำที่ได้เลือกใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ เนื้อปลานิล ปลาเป็นอาหารที่เน่าเสียได้เร็วมาก การเน่าเสียเกิดจากสลายตัวของโปรตีนด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (Autolysis) การรวมตัวกับออกซิเจนของไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน การเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถนอมปลาโดยรวดเร็วหลังจากจับปลาได้

3.2 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำพลาสมาจากเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา ทำการผลิตน้ำแข็งพลาสมา

3.2.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำพลาสมาด้วยเครื่องผลิตน้ำกระตุ้นพลาสมา ชนิดกระตุ้น 6 หัว

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมเครื่องผลิตน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว ติดตั้งเครื่องและเสียบปลั๊กไฟ พร้อมทั้งตรวจสอบสายไฟและท่ออากาศที่ใช้ในการสปาร์ค ดังภาพ 3.3



ภาพ 3.3 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว

ขั้นตอนที่ 2 เตรียมน้ำที่ใช้ในการทดลอง โดยน้ำที่ใช้ในการทดลองสปาร์คน้ำพลาสมา ได้แก่ น้ำประปา ดังภาพ 3.4 และน้ำดื่มตราเนสท์เล่ ดังภาพ 3.5 ในปริมาณเท่ากัน

ภาพ 3.4 น้ำประปา

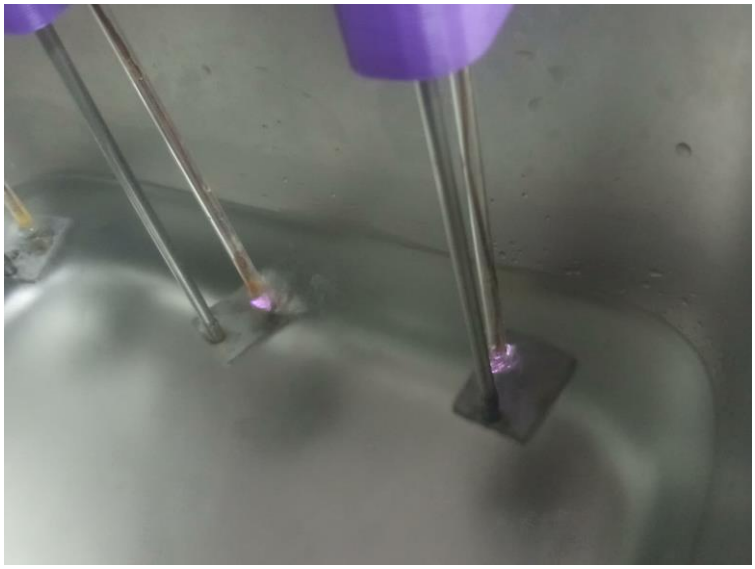
ภาพ 3.5 น้ำดื่ม

ขั้นตอนที่ 3 เปิดใช้เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา ดังภาพ 3.6 โดยมีขั้นตอนการเปิดใช้เครื่อง ดังนี้

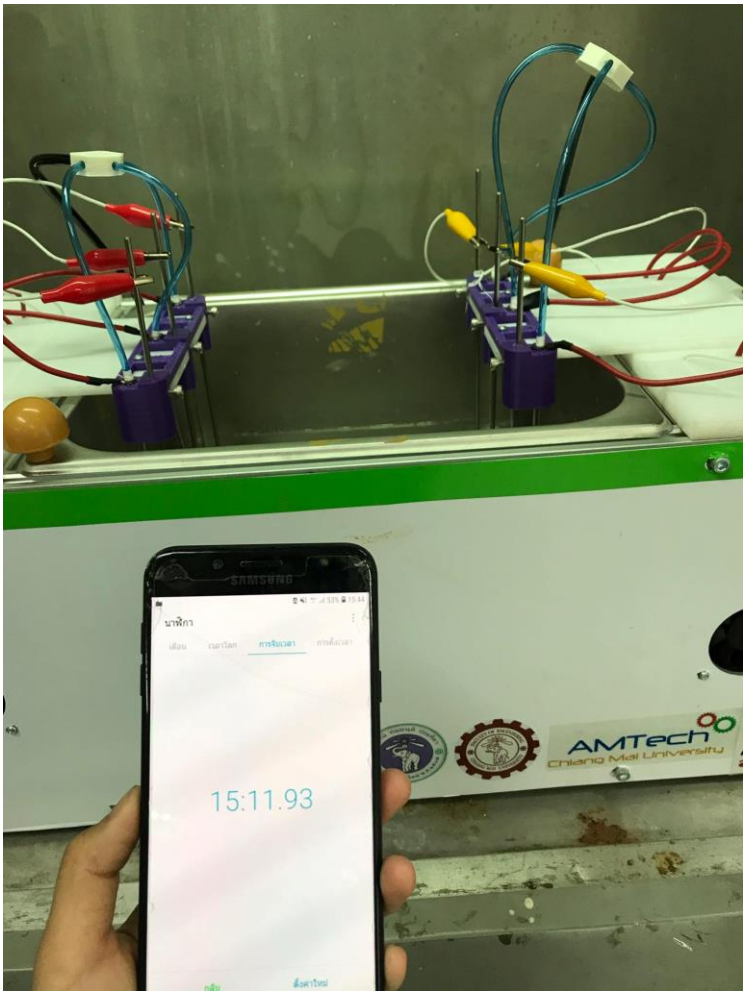
1. เปิดสวิตซ์เปิดเครื่องด้านหลัง
2. เปิดสวิตซ์หมายเลข 4 เปิดท่ออากาศเพื่อใช้อากาศเป็นก๊าซในการสปาร์ค
3. เปิดสวิตซ์เพื่อสปาร์คน้ำ หมายเลข 1 เป็นการเปิดหัวสปาร์คฝั่งขวาและหมายเลข 2 เป็นการเปิดหัวสปาร์คฝั่งซ้าย

ภาพ 3.6 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว

ขั้นตอนที่ 4 จับเวลาในการสปาร์คน้ำพลาสมา จะเกิดการเปร่งแสงสีม่วงที่แสดงถึงกระบวนการสปาร์คน้ำออกมา ดังภาพ 3.7 ใช้เวลาในการสปาร์คน้ำทั้งสองชนิด อย่างละ 15 นาที และ 30 นาที โดยอ้างอิงเวลาในการสปาร์คที่เหมาะสมมาจากงานวิจัยก่อนหน้าของรุ่นพี่เกี่ยวกับการผลิตน้ำพลาสมาจากเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา ดังภาพ 3.8



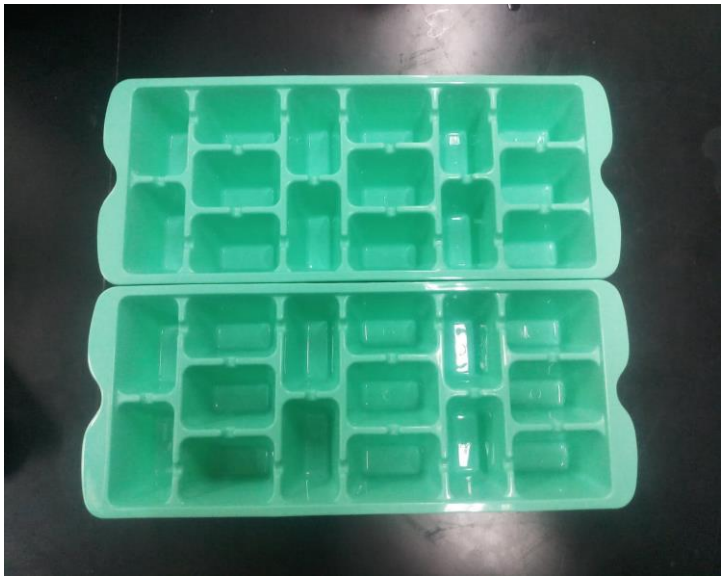
ภาพ 3.7 แสดงการสปาร์คน้ำพลาสมา



ภาพ 3.8 แสดงการจับเวลาในการสปาร์คน้ำพลาสมา

ขั้นตอนที่ 5 ปิดเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา โดยปิดสวิตซ์หมาย 1 และ 2 ก่อน จากนั้นปิดสวิตซ์หมาย 4 และสวิตซ์ปิดเครื่องด้านหลัง ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 6 นำน้ำพลาสมาที่ผลิตได้มาเทลงในถาดน้ำแข็งที่เตรียมไว้ ดังภาพ 3.9 และ 3.10



ภาพ 3.9 ถาดน้ำแข็ง

ภาพ 3.10 เทน้ำพลาสมาลงในถาดน้ำแข็ง

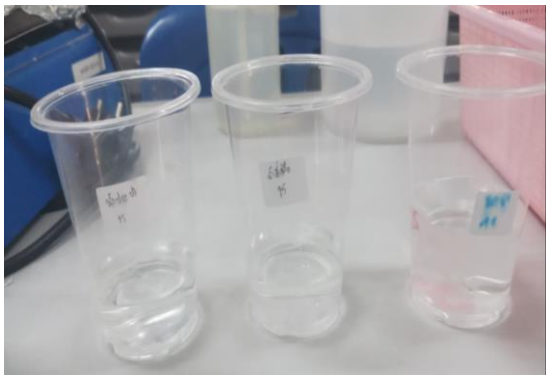
ขั้นตอนที่ 7 นำถาดน้ำแข็งแช่ในตู้แช่แข็ง ดังภาพ 3.11

ภาพ 3.11 ตู้แช่แข็ง

3.3 วัดค่า H_2O_2 ในน้ำแข็งพลาสมา เพื่อหาความสัมพันธ์และสร้างสมการถดถอย

3.3.1 ขั้นตอนการวัดค่า H_2O_2

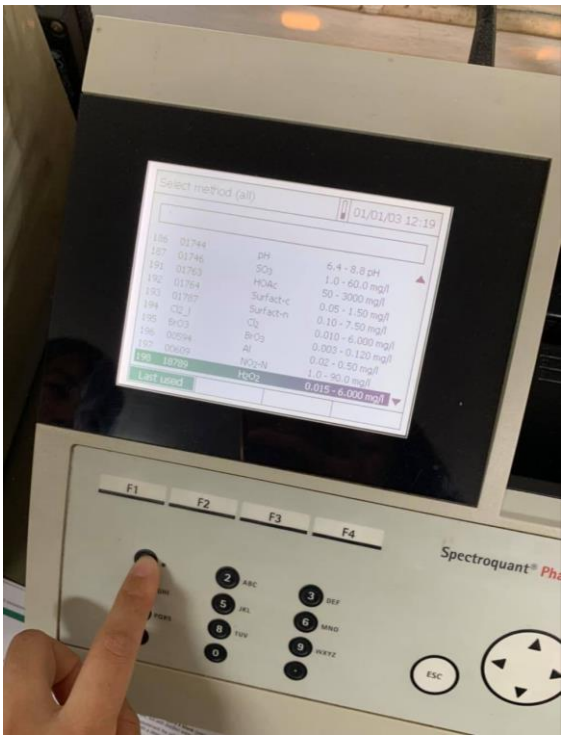
ขั้นตอนที่ 1 นำน้ำแข็งพลาสมาที่ผลิตได้จากการสปาร์คน้ำทั้ง 2 ประเภท ที่เงื่อนไขการผลิตต่างๆ มาละลายให้เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เพื่อนำไปตรวจสอบที่ห้องตรวจสอบคุณภาพน้ำ ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังภาพ 3.12



ภาพ 3.12 ตัวอย่างสารละลายจากน้ำแข็งพลาสมา

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งค่าเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ

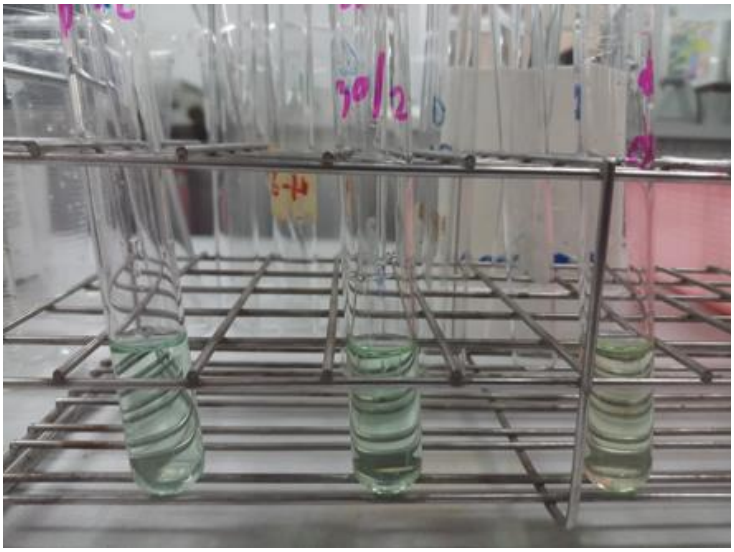
1. เปิดเครื่อง
2. ใส่หลอดคิวอาร์โค้ดจาดชุดทดสอบคุณภาพน้ำเพื่อตั้งค่าเครื่อง
3. เลือกเป็นการตรวจหาค่าปริมาณ H_2O_2 ดังภาพ 3.13



ภาพ 3.13 แสดงการตั้งค่าเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ

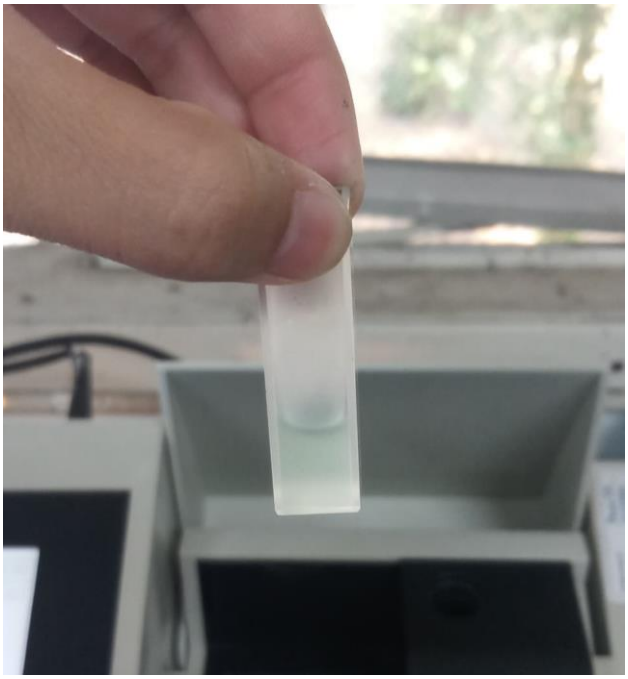
ขั้นตอนที่ 3 เตรียมสารทดลองใส่สารจากชุดทดสอบคุณภาพน้ำ (Test Kit) และสารตัวอย่างตามลำดับลงในหลอดทดลองโดยใช้ปิเปตในการดูดสาร ดังนี้

1. ใส่ H_2O_2-1 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร
2. ใส่สารตัวอย่าง ปริมาณ 4 มิลลิลิตร
3. ใส่ H_2O_2-2 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร
4. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที



ภาพ 3.14 สารทดลองที่เตรียมทิ้งไว้ 10 นาที

ขั้นตอนที่ 4 นำสารทดลองใส่ในหลอดทดสอบของเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ โดยใส่สารทดลองในปริมาณ 2 หรือ 3 ใน 4 ของหลอดทดสอบ ดังภาพ 3.15



ภาพ 3.15 สารทดลองในหลอดทดสอบ

ขั้นตอนที่ 5 วัดค่า H_2O_2 โดยใส่หลอดทดลองลงในช่องตรวจแสง ดังภาพ 3.16

ภาพ 3.16 ใส่หลอดทดลองในช่องตรวจแสง

ขั้นตอนที่ 6 อ่านค่าจากเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ โดยอ่านค่าจากหน้าจอเครื่องวัดคุณภาพน้ำ โดยอยู่ในหน่วยของมิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพ 3.17

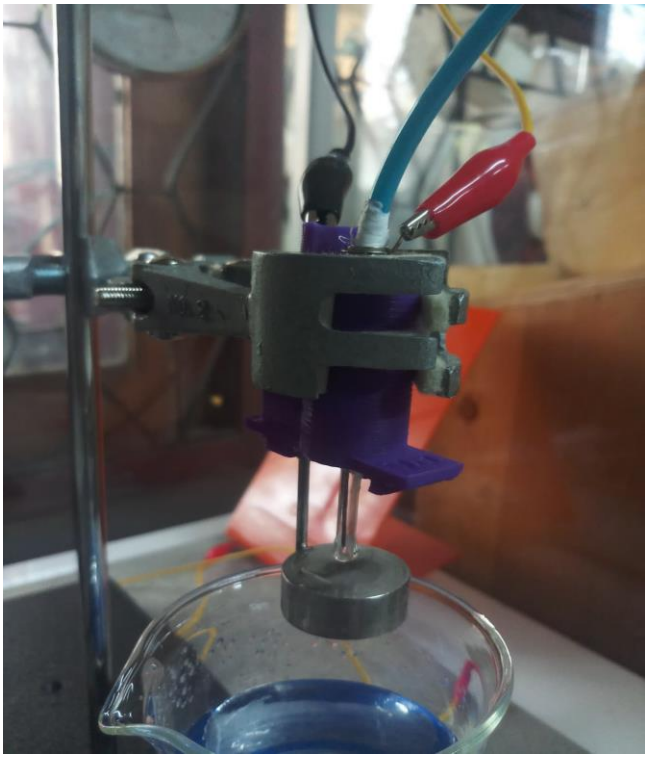
ภาพ 3.17 แสดงปริมาณค่า H_2O_2

3.3.2 ใช้หลักการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลมาสร้างกราฟเปรียบเทียบค่า H_2O_2 ต่อเวลาที่เปลี่ยนแปลง เพื่อหาความสัมพันธ์และสร้างสมการถดถอย

3.4 คัดเลือกเงื่อนไขที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบค่า H_2O_2 มาทดลองกับเนื้อปลานิล

คัดเลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการวัดค่า H_2O_2 ด้วยชุดทดสอบคุณภาพน้ำมาทดลองกับเนื้อปลานิล โดยมีเพิ่มปัจจัยในการผลิตน้ำแข็งพลาสมา ได้แก่ น้ำเกลือ ดังภาพ 3.18 และมีการเปลี่ยนมาใช้เครื่องสปาร์คน้ำพลาสมาจากแบบชนิด 6 หัว เป็นเครื่องกระตุ้นพลาสมาแบบหัวเดียว ดังภาพ 3.19 โดยจำลองในสภาวะสิ่งแวดล้อมที่จำลองสถานการณ์จริง คือ แช่เนื้อปลานิลด้วยน้ำแข็งพลาสมาในกล่องโฟมปิดสนิท ดังตาราง 3.4 พร้อมวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัส ในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด ได้แก่ 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเป็นการแช่เนื้อปลานิลด้วยน้ำแข็งโดยทั่วไป

ภาพ 3.18 น้ำเกลือ



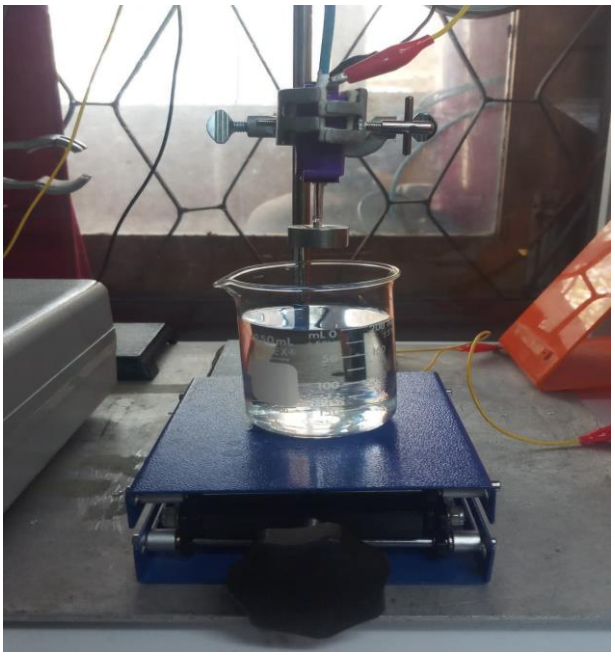
ภาพ 3.19 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาหัวเดียว

3.4.1 การเตรียมเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิดหัวเดียว

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมน้ำที่จะสปาร์ค น้ำที่ใช้ ได้แก่ น้ำประปาและน้ำเกลือ ใส่ในบีกเกอร์ปริมาตร 200 มิลลิกรัม (เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิดหัวเดียวสามารถสปาร์คน้ำได้มากที่สุดปริมาตร 200 มิลลิกรัม) ดังภาพ 3.20

ภาพ 3.20 น้ำที่เตรียมสปาร์ค

ขั้นตอนที่ 2 วางบีกเกอร์บนฐานยก เพื่อเลื่อนขึ้นลงให้ถึงหัวสปาร์ค ดังภาพ 3.21



ภาพ 3.21 บีกเกอร์ที่วางบนฐานยก

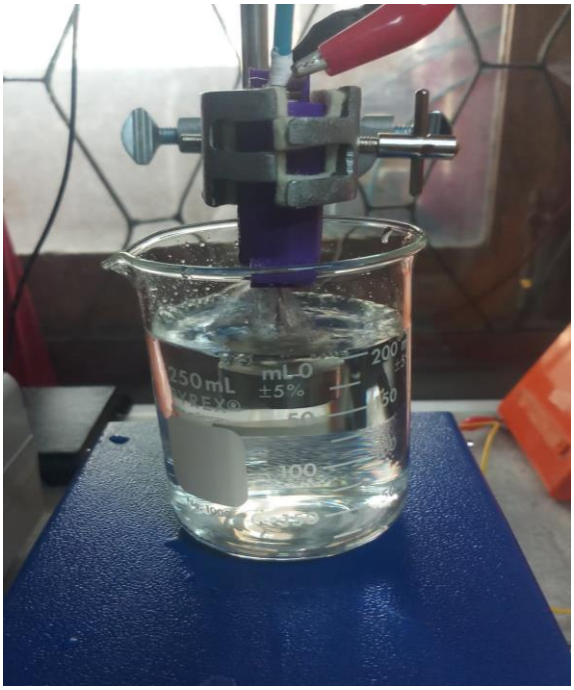
ขั้นตอนที่ 3 เปิดปั๊มลมเพื่อเปิดอากาศเข้าเครื่อง โดยตั้งความดันที่ 6 ลิตรต่อนาที ดังภาพ 3.22

ภาพ 3.22 ปั๊มลม

ขั้นตอนที่ 4 เปิดสวิตซ์เครื่องกระตุ้นพลาสมา ดังภาพ 3.23 โดยการกดสวิตซ์ขึ้นไปด้านบน สวิตซ์จะกลายเป็นสีเขียวแสดงถึงการทำงาน

ภาพ 3.23 เครื่องกระตุ้นพลาสมา

ขั้นตอนที่ 5 สปาร์คน้ำพลาสมา โดยการเลื่อนฐานยกขึ้นไปจนหัวสปาร์คจุ่มลงในน้ำ ดังภาพ 3.24



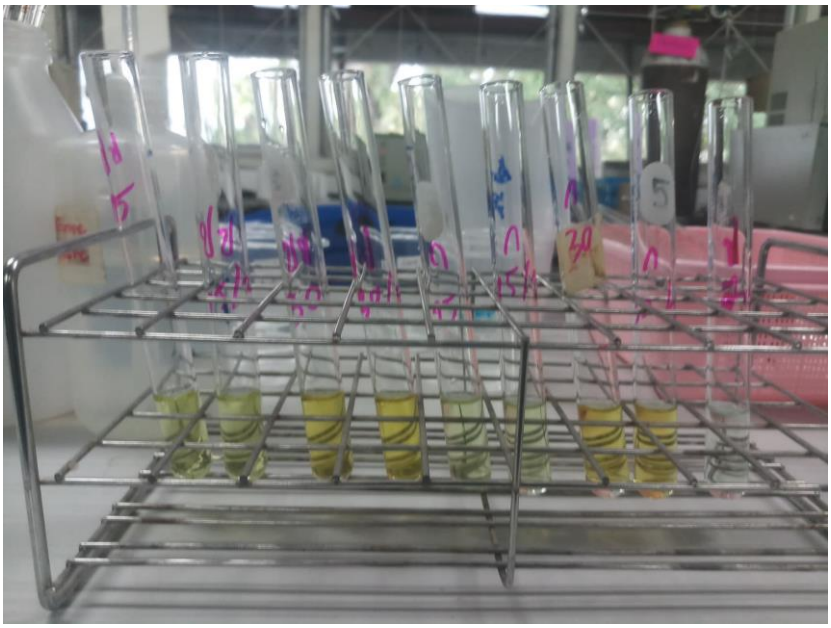
ภาพ 3.24 แสดงการสปาร์คน้ำพลาสมา

ขั้นตอนที่ 6 จับเวลาในการสปาร์ค โดยใช้เวลาในการสปาร์คที่ 15 นาที และ 30 นาที

ขั้นตอนที่ 7 นำน้ำพลาสมาที่สปาร์คแล้วไปแช่แข็ง

ขั้นตอนที่ 8 เตรียมสารทดลอง ใส่สารจากชุดทดสอบคุณภาพน้ำ (Test Kit) และสารตัวอย่างตามลำดับลงในหลอดทดลองโดยใช้ปิเปตในการดูดสาร ดังนี้

1. ใส่ H_2O_2-1 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร
2. ใส่สารตัวอย่าง ปริมาณ 4 มิลลิลิตร
3. ใส่ H_2O_2-2 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตร
4. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที ดังภาพ 3.25



ภาพ 3.25 สารทดลองที่เตรียมทิ้งไว้ 10 นาที

ขั้นตอนที่ 9 นำสารทดลองใส่ในหลอดทดสอบของเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ โดยใส่สารทดลองในปริมาณ 2 หรือ 3 ใน 4 ของหลอดทดสอบ

ขั้นตอนที่ 10 วัดค่า H_2O_2 โดยใส่หลอดทดลองลงในช่องตรวจแสง

ขั้นตอนที่ 11 อ่านค่าจากเครื่องตรวจคุณภาพน้ำ โดยอ่านค่าจากหน้าจอเครื่องวัดคุณภาพน้ำ โดยอยู่ในหน่วยของมิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพ 3.26

ภาพ 3.26 แสดงปริมาณค่า H_2O_2

3.4.2 การทดลองกับเนื้อปลานิล

ขั้นตอนที่ 1 เลือกแหล่งขายปลานิล โดยเลือกแหล่งขายที่มีปลามาจากแหล่งกำเนิดเดียว ชื่อร้านปลาสด แม่เหียะ ตั้งอยู่ที่ตลาดสดแม่เหียะ จังหวัดเชียงใหม่ ดังภาพ 3.27

ภาพ 3.27 แหล่งขายปลานิลที่เลือก

ขั้นตอนที่ 2 นำเนื้อปลานิล ดังภาพ 3.28 มาหั่นเป็นชิ้นให้มีขนาดที่เท่ากัน โดยซับเลือดและเมือกออกให้มีน้อยที่สุด ดังภาพ 3.29

ภาพ 3.28 เนื้อปลานิลสด

ภาพ 3.29 เนื้อปลานิลสดหั่นเป็นชิ้น

ขั้นตอนที่ 3 นำเนื้อปลานิลที่หั่นแล้วใส่ในภาชนะโดยแบ่งเป็น น้ำแข็งจากน้ำประปาที่สปาร์คพลาสมา 15 นาที 30 นาที น้ำแข็งจากน้ำเกลือที่สปาร์คพลาสมา 15 นาที 30 นาที น้ำแข็งทั่วไปและน้ำเกลือ รวม 6 ชุดการทดลอง โดยใส่น้ำแข็งให้ทั่วเนื้อปลา จากนั้นปิดฝากล่องโฟม ดังภาพ 3.30

ภาพ 3.30 เนื้อปลานิลที่แช่น้ำแข็งในกล่องโฟม

ขั้นตอนที่ 4 เริ่มจับเวลาที่ 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง เพื่อประเมินคุณภาพเนื้อปลาเชิงประสาทสัมผัสได้แก่ การมองเห็น การสัมผัส และกลิ่น โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

1. การมองเห็น

- ลักษณะผิวหนัง 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = แย่
- ลักษณะเนื้อ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = แย่
- สีของเนื้อปลา 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = แย่

2. การสัมผัส

- ลักษณะเนื้อ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = แย่

3. กลิ่น

- กลิ่นคาว 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = แย่
- กลิ่นฉุน 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = แย่

ขั้นตอนที่ 5 นำตัวอย่างเนื้อปลานิลที่แช่น้ำแข็งในเงื่อนไขต่างๆ ของแต่ละช่วงเวลามาประเมินความคุณภาพและพึงพอใจ จากนักศึกษาภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 5 คน

3.5 สรุปผลและจัดทำรายงาน

วิเคราะห์ผลที่ได้จากกการทดลองกับเนื้อปลานิล ทำการเปรียบเทียบ และสรุปผล

บทที่ 4

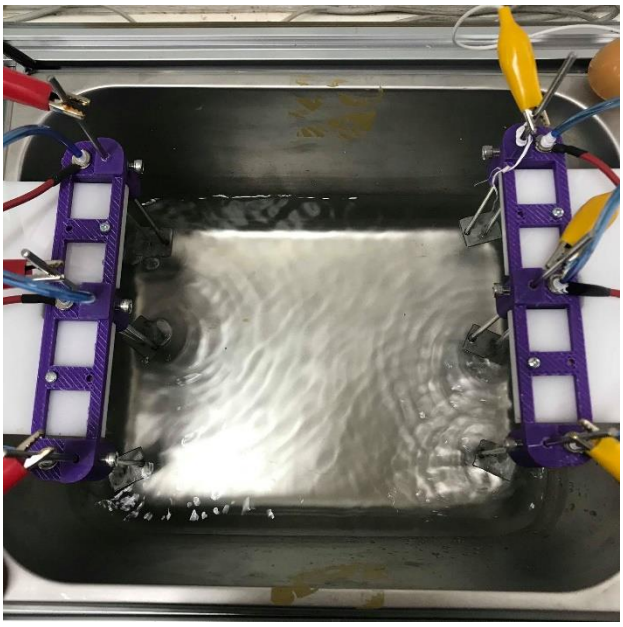
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการศึกษาปัจจัยของเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมา

ปัจจัยในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการสปาร์คน้ำพลาสมามีผลต่อความเข้มข้นของค่า H_2O_2 จากการทดลอง พบว่าเมื่อใช้เวลาในการสปาร์คน้ำที่นานขึ้น ค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นไปด้วย น้ำแต่ละชนิดที่ใช้ในการทดลองเมื่อนำไปสปาร์คด้วยเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาก็ให้ค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 ที่ต่างกันแม้จะใช้เวลาในสปาร์คเท่ากัน และเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบหัวเดียวมีข้อจำกัด คือ สามารถสปาร์คน้ำพลาสมาได้ครั้งละ 200 มิลลิกรัม ทำให้ผลค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 ให้ค่าชัดเจนกว่าเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบชนิด 6 หัว เนื่องจากมีการใช้น้ำในปริมาณที่น้อยกว่า ทำให้สามารถสปาร์คน้ำได้ทั่วถึงกว่า ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 ที่วัดได้มีค่ามากกว่าด้วย

4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะการเก็บรักษาน้ำแข็งพลาสมาต่อคุณสมบัติเชิงเทคนิคของน้ำแข็งพลาสมา

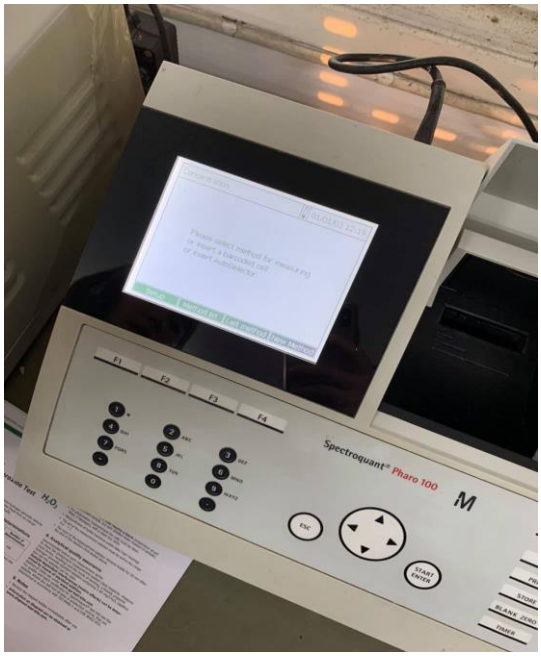
4.2.1 จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำพลาสมาจากเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว ระหว่างน้ำประปาจากระบบประปาของมหาลัยเชียงใหม่และน้ำดื่มตราเนสท์เล่ จะได้น้ำพลาสมา ดังภาพ 4.1



ภาพ 4.1 แสดงน้ำพลาสมาที่ผลิตได้

4.2.2 นำไปทดสอบหาค่า H_2O_2 โดยการใช้ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ (Test Kit) ดังภาพ 4.2 และเครื่องทดสอบคุณภาพน้ำ ดังภาพ 4.3

ภาพ 4.2 ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ



ภาพ 4.3 เครื่องทดสอบคุณภาพน้ำ

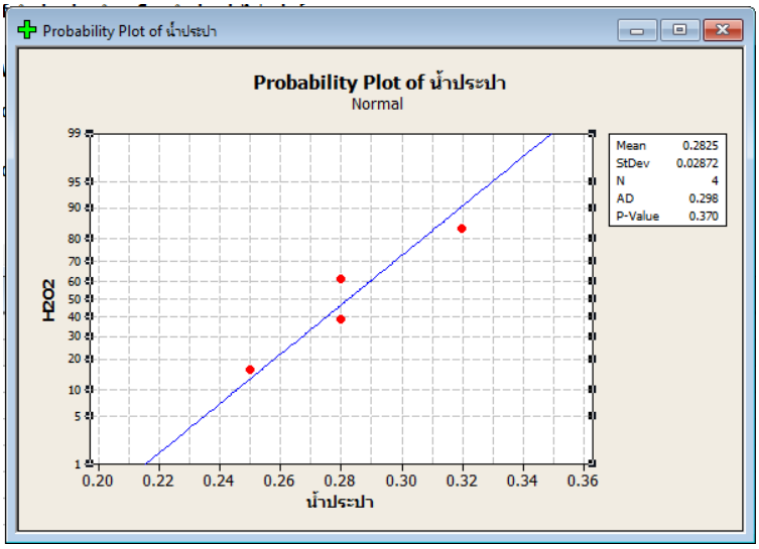
4.2.3 ผลวิเคราะห์การทดสอบ H_2O_2 จากการนำน้ำพลาสมาที่ผลิตได้จากเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว ของน้ำทั้งสองชนิด มีการทำซ้ำ 2 ครั้ง จะได้ชุดการทดลองทั้งหมด 8 ชุด แสดงผลค่า H_2O_2 ของน้ำประปาและน้ำดื่ม ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 แสดงผลค่า H_2O_2 ของน้ำประปาและน้ำดื่ม

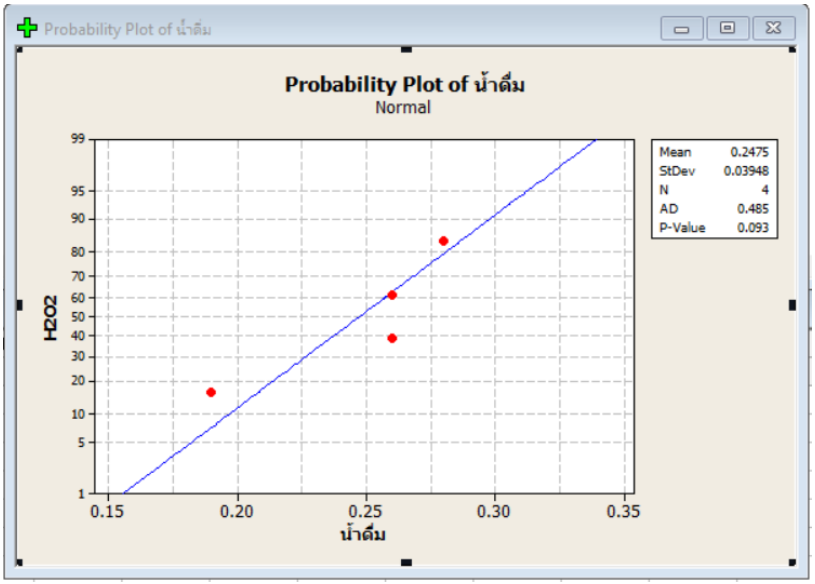
เวลาในการสปาร์คน้ำพลาสมา (นาที)	H_2O_2 น้ำประปา (มิลลิกรัมต่อลิตร)		H_2O_2 น้ำดื่ม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
15	0.28	0.32	0.26	0.19
30	0.25	0.28	0.28	0.26

เมื่อนำข้อมูลผลค่า H_2O_2 ของน้ำประปาและน้ำดื่ม ดังตาราง 4.1 มาทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยโปรแกรม MINITAB พบว่า น้ำประปามีการแจกแจงปกติ ดังภาพ 4.4 และน้ำดื่ม มีการแจกแจงปกติ ดังภาพ 4.5 จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาทดสอบทางสถิติ คือ 2 Sample T-Test และ

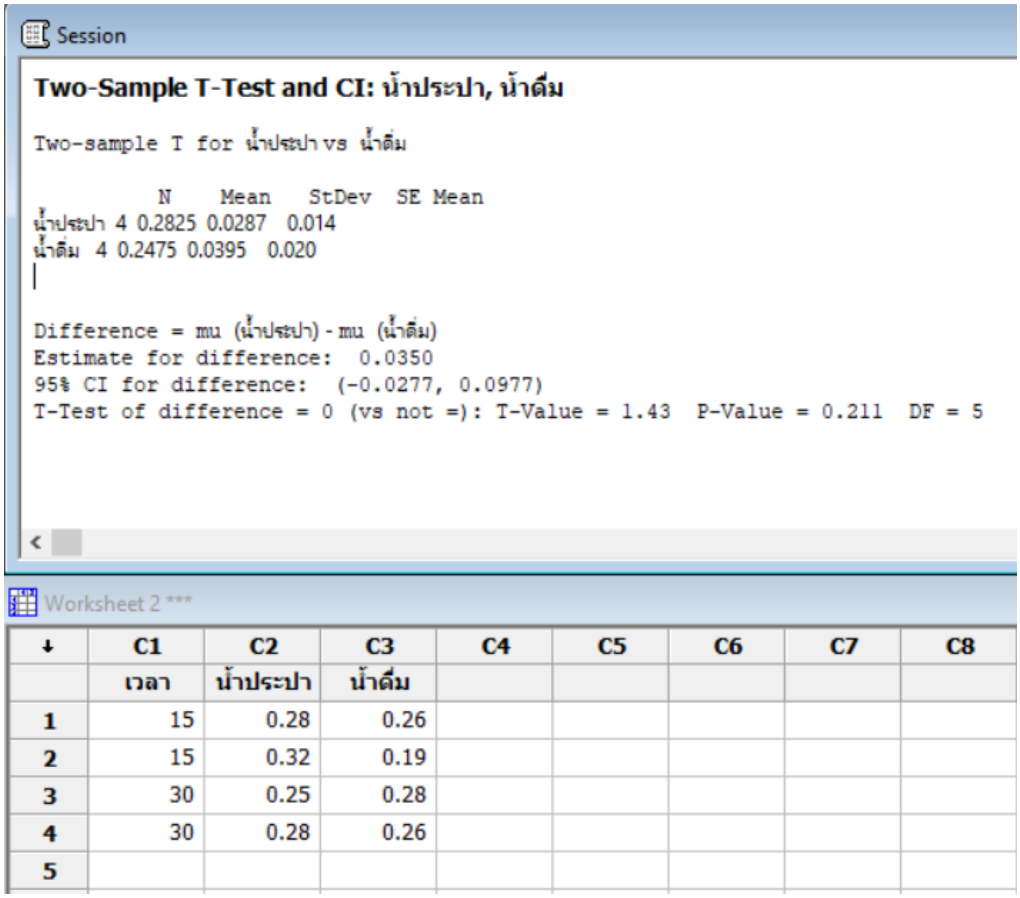
ANOVA โดยที่ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB ของการทดสอบ 2 Sample T-Test ได้ผลดังภาพ 4.6 ส่วนผลการทดสอบ ANOVA ได้ผลดังภาพ 4.7 จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่า ให้ผลวิเคราะห์ไปในทางเดียวกัน คือ ได้ค่า P-Value ประมาณ 0.2 ซึ่งสรุปได้ว่า น้ำประปาและน้ำดื่มมีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่น้ำประปามีค่า H_2O_2 เฉลี่ยสูงกว่าเล็กน้อย เพราะในน้ำประปาและน้ำดื่มมีแร่ธาตุที่แตกต่างกัน ทำให้การสปาร์คพลาสมาในน้ำประปามีค่า H_2O_2 เฉลี่ยสูงกว่าน้ำดื่ม ดังนั้น จึงเลือกใช้น้ำประปาในการทดสอบขั้นต่อไป



ภาพ 4.4 แสดงการแจกแจงแบบปกติของน้ำประปา



ภาพ 4.5 แสดงการแจกแจงแบบปกติของน้ำดื่ม



Session

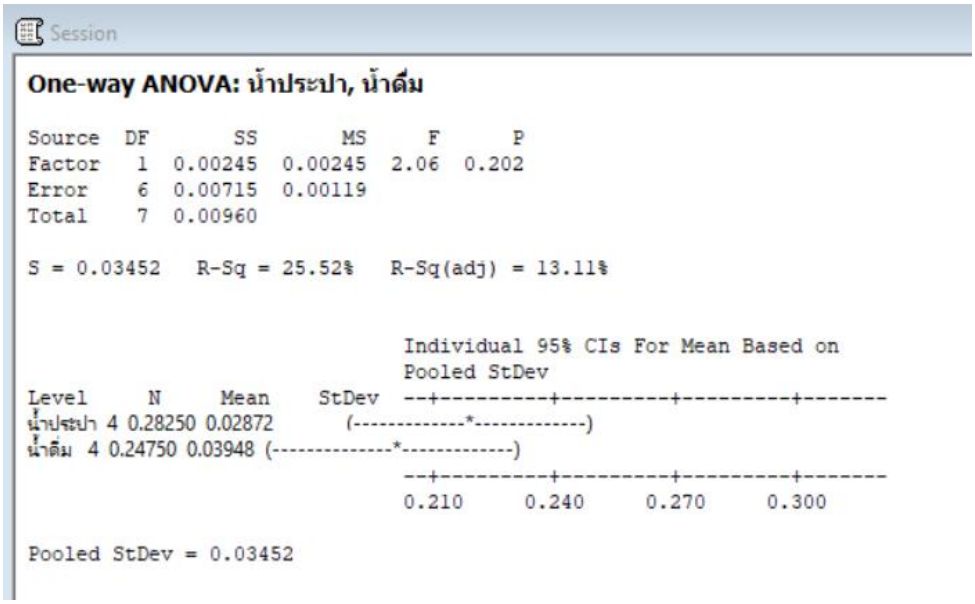
Two-Sample T-Test and CI: น้ำประปา, น้ำดื่ม

```
Two-sample T for น้ำประปา vs น้ำดื่ม

           N    Mean   StDev  SE Mean
น้ำประปา 4 0.2825 0.0287   0.014
น้ำดื่ม  4 0.2475 0.0395   0.020

Difference = mu (น้ำประปา) - mu (น้ำดื่ม)
Estimate for difference:  0.0350
95% CI for difference:  (-0.0277, 0.0977)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.43  P-Value = 0.211  DF = 5
```

Worksheet 2 ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	เวลา	น้ำประปา	น้ำดื่ม					
1	15	0.28	0.26					
2	15	0.32	0.19					
3	30	0.25	0.28					
4	30	0.28	0.26					
5								

ภาพ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ของการทดสอบ 2 Sample T-Test



Session

One-way ANOVA: น้ำประปา, น้ำดื่ม

```
Source  DF       SS       MS     F      P
Factor   1  0.00245  0.00245  2.06  0.202
Error    6  0.00715  0.00119
Total    7  0.00960

S = 0.03452   R-Sq = 25.52%   R-Sq(adj) = 13.11%

                                Individual 95% CIs For Mean Based on
                                Pooled StDev
Level     N     Mean    StDev  --+---------+---------+---------+-------
น้ำประปา 4 0.28250 0.02872       (------------*------------)
น้ำดื่ม  4 0.24750 0.03948 (------------*------------)
                                --+---------+---------+---------+-------
                                0.210     0.240     0.270     0.300

Pooled StDev = 0.03452
```

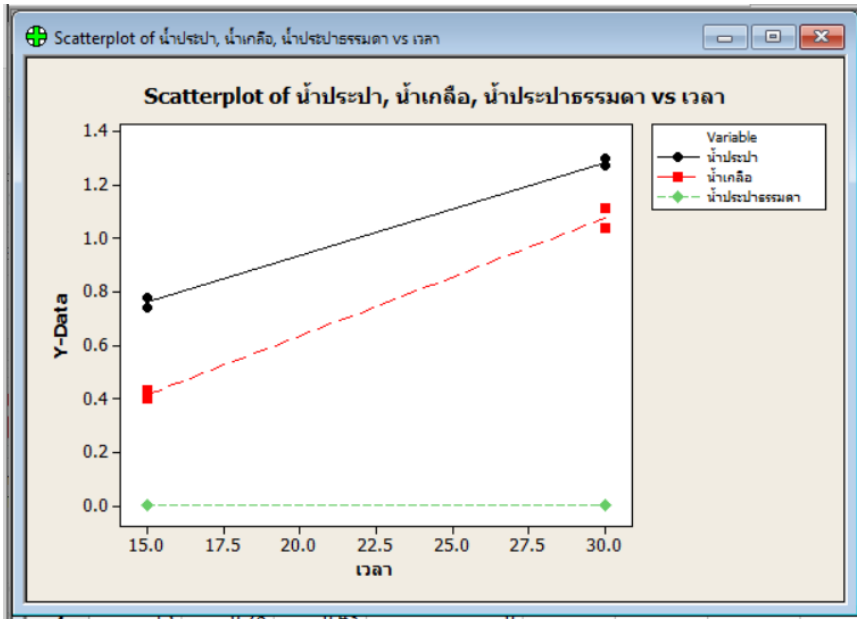
ภาพ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ของการทดสอบ ANOVA

4.2.4 จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำพลาสมาจากเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิด 6 หัว พบปัญหาตัวเครื่องมีความไม่เสถียร ทำให้มีการเปลี่ยนการทดลองมาใช้เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิดหัวเดียวแทน ดังภาพ 4.8 โดยมีการสปาร์คน้ำพลาสมาและนำไปทำเป็นน้ำแข็งพลาสมาแช่ไว้ที่ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่า H_2O_2 ด้วยชุดทดสอบคุณภาพน้ำ ได้ค่าดังตาราง 4.2 พบว่า น้ำประปามีผลค่า H_2O_2 สูงกว่าน้ำเกลือเพราะในน้ำประปาและน้ำดื่มมีแร่ธาตุที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้การสปาร์คพลาสมาในน้ำประปามีค่า H_2O_2 เฉลี่ยสูงกว่าน้ำเกลือ อีกทั้งเวลาที่ใช้ในการสปาร์คพลาสมาที่ให้ผลดีที่สุด คือ 30 นาที ได้แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ของ H_2O_2 และเวลา ดังภาพ 4.9 และ 4.10

ภาพ 4.8 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาชนิดหัวเดียว

ตาราง 4.2 แสดงผลค่า H_2O_2 ของน้ำประปาและน้ำเกลือของน้ำแข็งพลาสมาที่แช่ไว้ 24 ชั่วโมง

เวลาในการสปาร์คน้ำพลาสมา (นาที)	น้ำประปา (มิลลิกรัมต่อลิตร)		น้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		น้ำประปาที่ไม่ได้สปาร์คพลาสมา
	1	2	1	2	
15	0.74	0.78	0.40	0.43	0
30	1.30	1.27	1.11	1.04	0



ภาพ 4.9 แผนภาพการกระจายความสัมพันธ์ของ H_2O_2 และ เวลา

Session

Scatterplot of น้ำประปา, น้ำเกลือ, น้ำประปาธรรมดา vs เวลา

One-Sample T: น้ำประปา, น้ำเกลือ, น้ำประปาธรรมดา

```
Variable          N       Mean      StDev    SE Mean          95% CI
น้ำประปา          4    1.023    0.304    0.152 (  0.539.   1.506)
น้ำเกลือ          4    0.745    0.382    0.191 (  0.137.   1.353)
น้ำประปาธรรมดา 4 0.000000 0.000000 0.000000 (0.000000, 0.000000)

* NOTE * All values in column are identical.
```

Worksheet 1 ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	เวลา	น้ำประปา	น้ำเกลือ	น้ำประปาธรรมดา		
1	15	0.74	0.40	0		
2	15	0.78	0.43	0		
3	30	1.30	1.11	0		
4	30	1.27	1.04	0		
5						
6						

ภาพ 4.10 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของน้ำทั้งสามชนิด

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุน

การผลิตน้ำแข็งพลาสมาด้วยเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาสามารถคำนวณต้นทุนได้ ดังนี้ การผลิตน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาที่ใช้เวลาสปาร์ค 15 นาที จะมีต้นทุนอยู่ที่ 6.21 บาทต่อน้ำปริมาณ 1 ลิตร ที่เวลาสปาร์ค 30 นาที จะมีต้นทุนอยู่ที่ 7.03 บาทต่อน้ำปริมาณ 1 ลิตร และการผลิตน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือที่ใช้เวลาสปาร์ค 15 นาที จะมีต้นทุนอยู่ที่ 9.54 บาทต่อน้ำปริมาณ 1 ลิตร ที่เวลาสปาร์ค 30 นาที จะมีต้นทุนอยู่ที่ 10.36 บาทต่อน้ำปริมาณ 1 ลิตร ดังตาราง 4.3 และ 4.4

ตาราง 4.3 แสดงต้นทุนในการผลิตน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาปริมาณ 1 ลิตร

น้ำแข็งพลาสมา 15 นาที				**น้ำแข็งพลาสมา 30 นาที**			
รายการ	**หน่วย**	**ปริมาณ (ลิตร)**	**รวม (บาท)**	**รายการ**	**หน่วย**	**ปริมาณ (ลิตร)**	**รวม (บาท)**
Gas generator	0.32	1	0.32	Gas generator	0.61	1	0.61
Power Supply	0.61	1	0.61	Power Supply	1.14	1	1.14
น้ำประปา	0.34	0.001	0.00	น้ำประปา	0.34	0.001	0.00
แช่ตู้แช่แข็ง	5.28	1 วัน	5.28	แช่ตู้แช่แข็ง	5.28	1 วัน	5.28
รวม (บาท)			**6.21**	**รวม (บาท)**			**7.03**

ตาราง 4.4 แสดงต้นทุนในการผลิตน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือปริมาณ 1 ลิตร

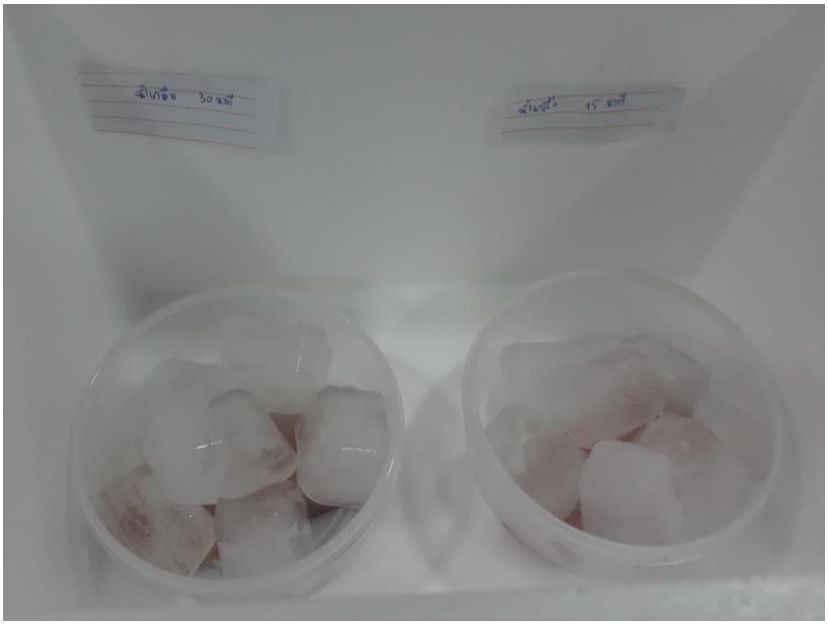
น้ำแข็งพลาสมา 15 นาที				**น้ำแข็งพลาสมา 30 นาที**			
รายการ	**หน่วย**	**ปริมาณ (ลิตร)**	**รวม (บาท)**	**รายการ**	**หน่วย**	**ปริมาณ (ลิตร)**	**รวม (บาท)**
Gas generator	0.32	1	0.32	Gas generator	0.61	1	0.61
Power Supply	0.61	1	0.61	Power Supply	1.14	1	1.14
น้ำเกลือ	3.33	1	3.33	น้ำเกลือ	3.33	1	3.33

ตาราง 4.4 แสดงต้นทุนในการผลิตน้ำพลาสมาจากน้ำเกลือปริมาณ 1 ลิตร (ต่อ)

น้ำแข็งพลาสมา 15 นาที				น้ำแข็งพลาสมา 30 นาที			
รายการ	**หน่วย**	**ปริมาณ (ลิตร)**	**รวม (บาท)**	**รายการ**	**หน่วย**	**ปริมาณ (ลิตร)**	**รวม (บาท)**
แช่ตู้แช่แข็ง	5.28	1 วัน	5.28	แช่ตู้แช่แข็ง	5.28	1 วัน	5.28
รวม (บาท)			**9.54**	**รวม (บาท)**			**10.36**

4.4 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการเก็บรักษาสัตว์น้ำของน้ำแข็งพลาสมา

การทดลองนำน้ำแข็งพลาสมากับเนื้อปลานิลสด ดังภาพ 4.11 และ 4.12 จากการทดลองครั้งที่ 1 เมื่อนำเนื้อปลาวางบนภาชนะและทับด้วยน้ำแข็งปิดสนิดในกล่องโฟมทั้ง 6 ชุดการทดลอง พบว่ายังมีน้ำแข็งเหลืออยู่ที่เวลา 6 ชั่วโมง และเมื่อเวลา 12 ชั่วโมงน้ำแข็งละลายจนหมด



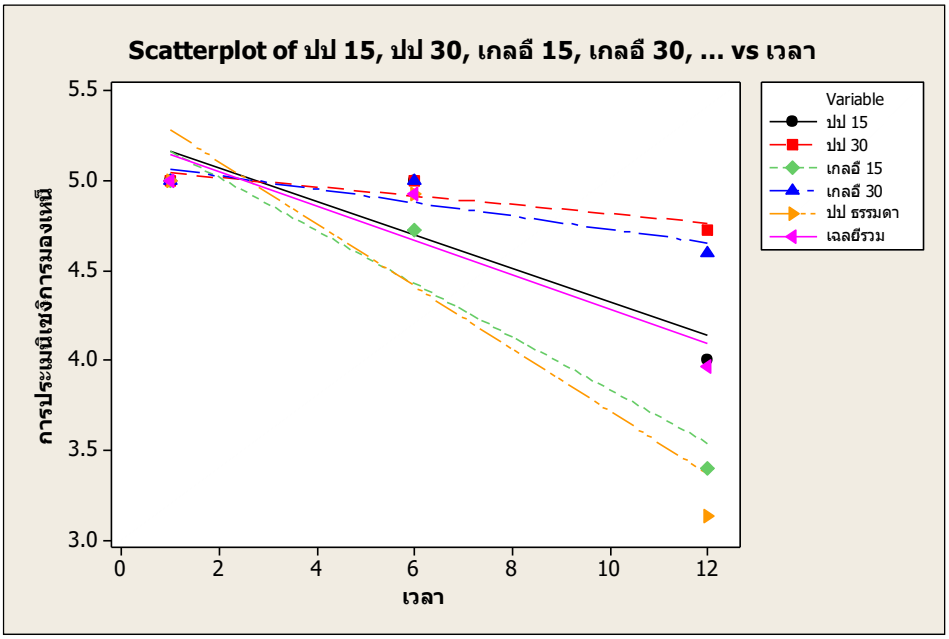
ภาพ 4.11 แสดงเนื้อปลานิลที่แช่น้ำแข็งพลาสมาที่สปาร์คจากน้ำเกลือ 30 นาที และ 15 นาที ตามลำดับ

ภาพ 4.12 แสดงเนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาที่สปาร์คจากน้ำประปา 30 นาที เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

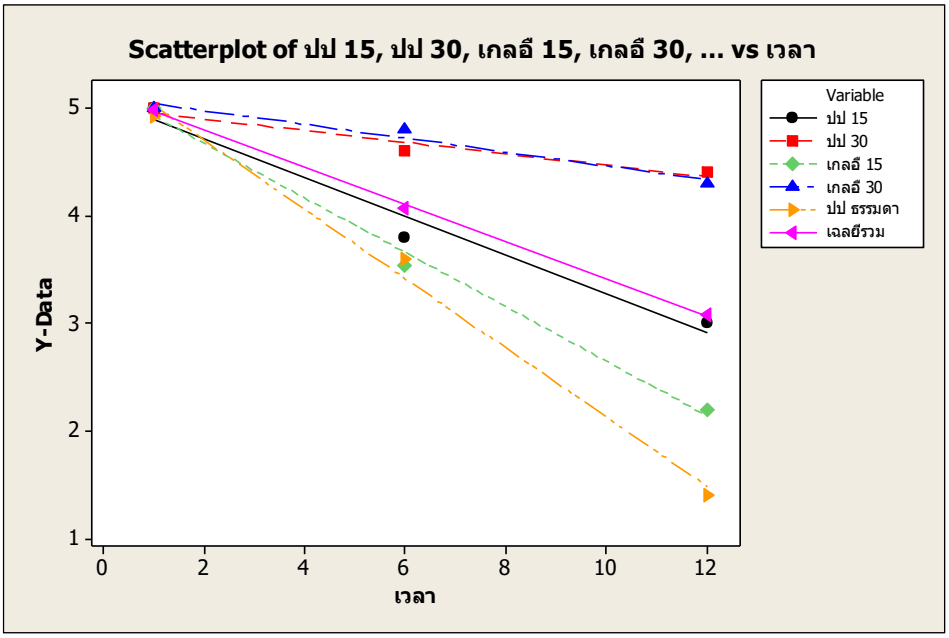
เมื่อมีการประเมินคุณภาพเชิงประสาทสัมผัส ได้แก่ การมองเห็น(ลักษณะผิวหนัง ลักษณะเนื้อ สีของเนื้อ) การสัมผัสและกลิ่น(กลิ่นคาว กลิ่นฉุน) พบว่า ที่เวลา 1 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยการมองเห็น การสัมผัส กลิ่น เท่ากับ 5 คะแนน 4.99 คะแนน และ 4.97 คะแนน ตามลำดับ ที่เวลา 6 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยการมองเห็น การสัมผัส กลิ่น เท่ากับ 4.93 คะแนน 4.07 คะแนน และ 4.41 คะแนน ตามลำดับ และที่เวลา 12 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยการมองเห็น การสัมผัส กลิ่น เท่ากับ 3.97 คะแนน 3.08 คะแนน และ 3.39 คะแนน ตามลำดับ ดังตาราง 4.5 พบว่า การประเมินคุณภาพเชิงการมองเห็นและเชิงการสัมผัส ค่าคะแนนเฉลี่ยของน้ำประปาดีที่สุด การประเมินคุณภาพด้วยกลิ่น ค่าคะแนนเฉลี่ยของน้ำเกลือดีที่สุด ดังภาพ 4.13 4.14 และ 4.15 ดังนั้น เนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือมีกลิ่นคาวน้อยที่สุด และเนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาที่ใช้เวลาสปาร์ค 30 นาที ช่วยรักษาความสดมากที่สุด จากการทดสอบด้วยประสาทสัมผัสด้วยการใช้มือสัมผัส โดยเปรียบเทียบจากเนื้อปลาสดจะมีลักษณะหนังเรียบ สาก และเนื้อจะแน่นและนิ่ม ดังภาพ 4.16

ตาราง 4.5 ค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสของน้ำแข็งพลาสมาครั้งที่ 1

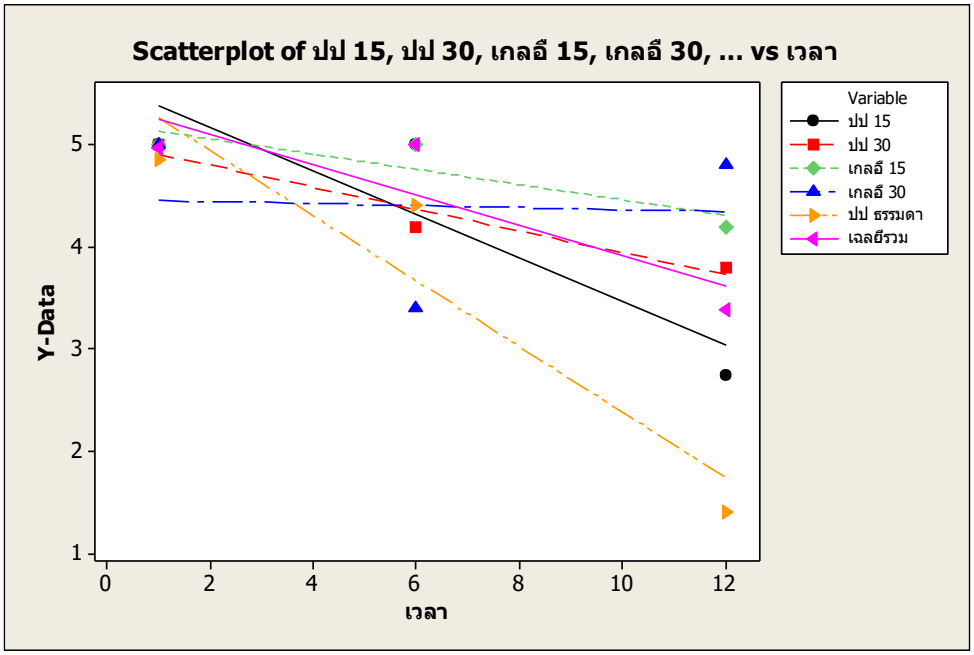
เวลา (ชั่วโมง)	การประเมินคุณภาพเชิงสัมผัส	ค่าคะแนนเฉลี่ย					ค่าคะแนนเฉลี่ยรวม
		น้ำประปา 15 นาที	น้ำประปา 30 นาที	น้ำเกลือ 15นาที	น้ำเกลือ 30 นาที	น้ำประปาธรรมดา	
1	การมองเห็น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	การสัมผัส	5.00	5.00	5.00	5.00	4.93	4.99
	กลิ่น	5.00	5.00	5.00	5.00	4.86	4.97
6	การมองเห็น	5.00	5.00	4.73	5.00	4.93	4.93
	การสัมผัส	3.80	4.60	3.53	4.8	3.60	4.07
	กลิ่น	4.46	5.00	4.20	5.00	3.40	4.41
12	การมองเห็น	4.00	4.73	3.4	4.60	3.13	3.97
	การสัมผัส	3.00	4.40	2.20	4.30	1.40	3.08
	กลิ่น	2.73	3.80	4.20	4.80	1.40	3.39



ภาพ 4.13 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการมองเห็น



ภาพ 4.14 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการสัมผัส



ภาพ 4.15 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการดมกลิ่น

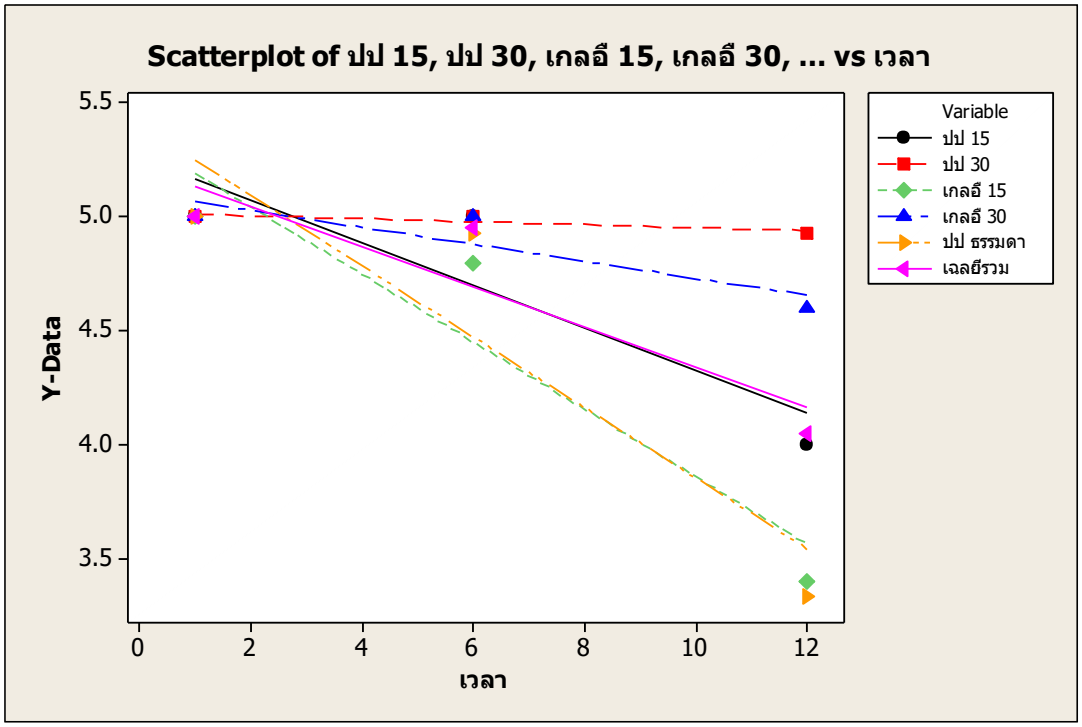
ภาพ 4.16 ภาพเนื้อปลาสด

จากการทดลองครั้งที่ 2 มีการทำฐานภาชนะให้เป็นน้ำแข็งก่อนวางเนื้อปลา ดังภาพ 4.17 และทับด้วยน้ำแข็งอีกครั้ง พบว่า เมื่อมีการประเมินคุณภาพเชิงประสาทสัมผัส ได้แก่ การมองเห็น (ลักษณะผิวหนัง ลักษณะเนื้อ สีของเนื้อ) การสัมผัสและกลิ่น(กลิ่นคาว กลิ่นฉุน) พบว่า ที่เวลา 1 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยการมองเห็น การสัมผัส กลิ่น เท่ากับ 5 คะแนน 4.96 คะแนน และ 5 คะแนน ตามลำดับ ที่เวลา 6 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยการมองเห็น การสัมผัส กลิ่น เท่ากับ 4.95 คะแนน 4.13 คะแนน และ 4.41 คะแนน ตามลำดับ และที่เวลา 12 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยการมองเห็น การสัมผัส กลิ่น เท่ากับ 4.05 คะแนน 3.32 คะแนน และ 3.34 คะแนน ตามลำดับ ดังตาราง 4.6 ซึ่งให้ผลการทดลองคล้ายกับการทดลองครั้งที่ 1 และได้กราฟค่าเฉลี่ยดังภาพ 4.18 4.19 และ 4.20

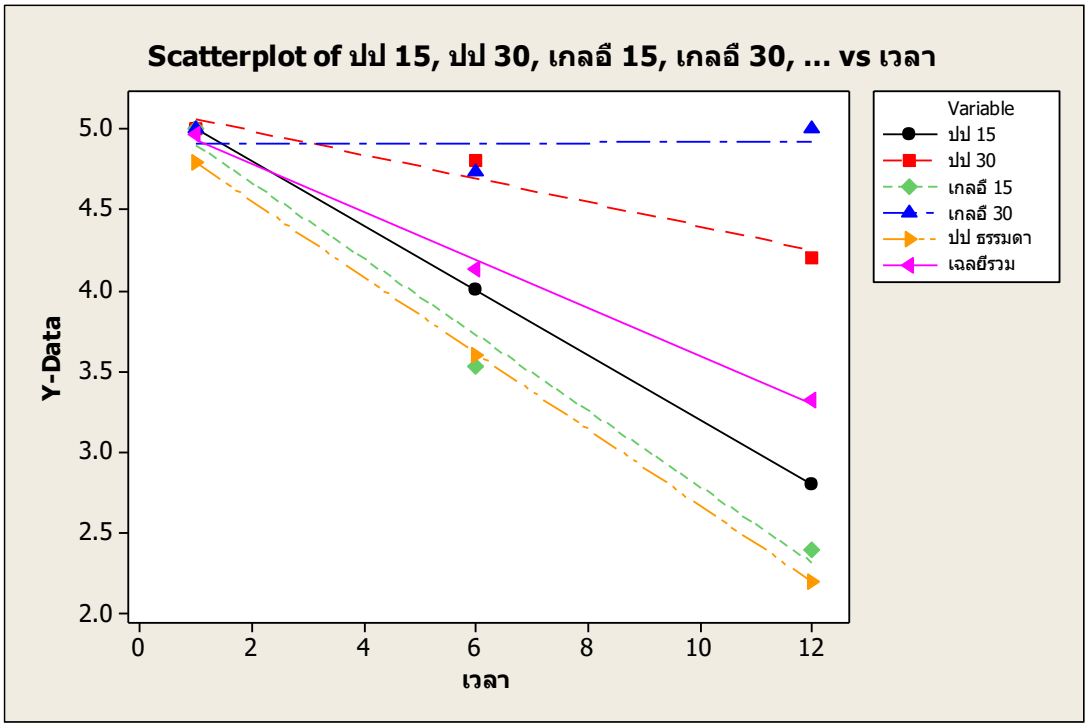
ตาราง 4.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสของน้ำแข็งพลาสมาครั้งที่ 2

เวลา (ชั่วโมง)	การประเมินคุณภาพเชิงสัมผัส	ค่าคะแนนเฉลี่ย					ค่าคะแนนเฉลี่ยรวม
		น้ำประปา 15 นาที	น้ำประปา 30 นาที	น้ำเกลือ 15นาที	น้ำเกลือ 30 นาที	น้ำประปาธรรมดา	
1	การมองเห็น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	การสัมผัส	5.00	5.00	5.00	5.00	4.79	4.96
	กลิ่น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6	การมองเห็น	5.00	5.00	4.80	5.00	4.93	4.95
	การสัมผัส	4.00	4.80	3.53	4.73	3.60	4.13
	กลิ่น	4.46	5.00	4.20	5.00	3.40	4.41
12	การมองเห็น	4.00	4.93	3.40	4.6	3.33	4.05
	การสัมผัส	2.80	4.20	2.40	5.00	2.20	3.32
	กลิ่น	2.53	3.80	4.00	4.80	1.80	3.34

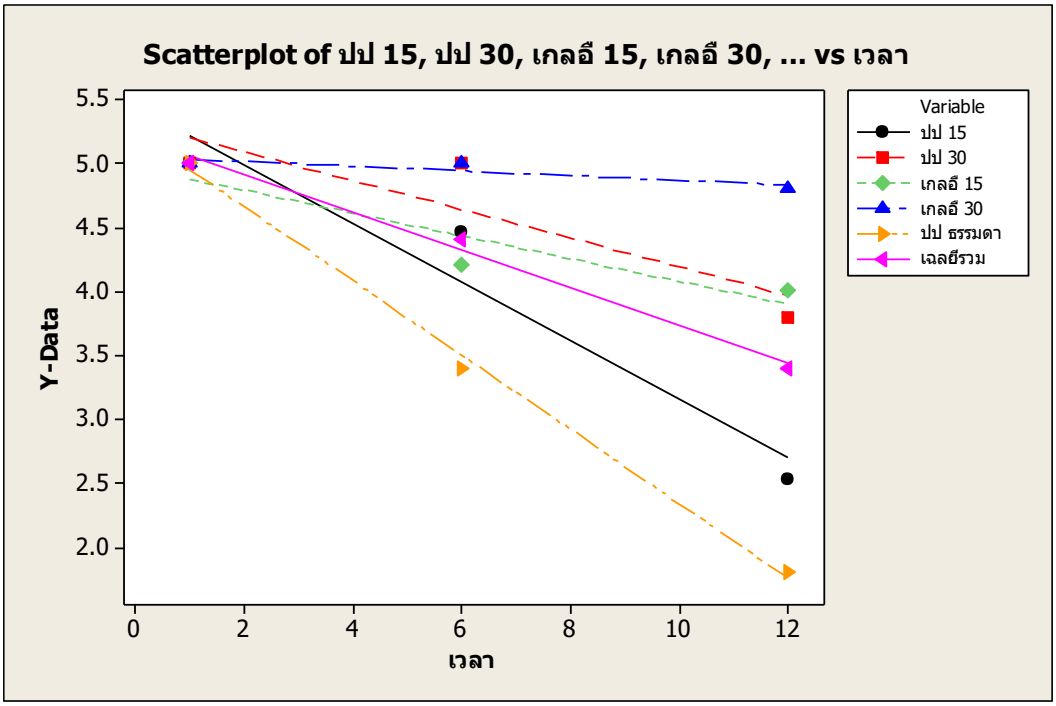
ภาพ 4.17 น้ำแข็งที่ฐานภาชนะ



ภาพ 4.18 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการมองเห็น



ภาพ 4.19 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการสัมผัส



ภาพ 4.20 แสดงการประเมินคุณภาพเชิงสัมผัสเชิงการดมกลิ่น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสปาร์คน้ำพลาสมาด้วยเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาในน้ำที่ช่วงเวลา 15 นาทีและ 30 นาที โดยเลือกใช้น้ำสามชนิด ได้แก่ น้ำประปา น้ำดื่ม และน้ำเกลือ จากนั้นนำน้ำไปตรวจวัดค่า H_2O_2 หาเงื่อนไขที่ดีที่สุดเพื่อนำไปทำเป็นน้ำแข็งพลาสมา จากนั้นจึงนำไปทดสอบกับเนื้อปลาและวัดประสิทธิภาพ

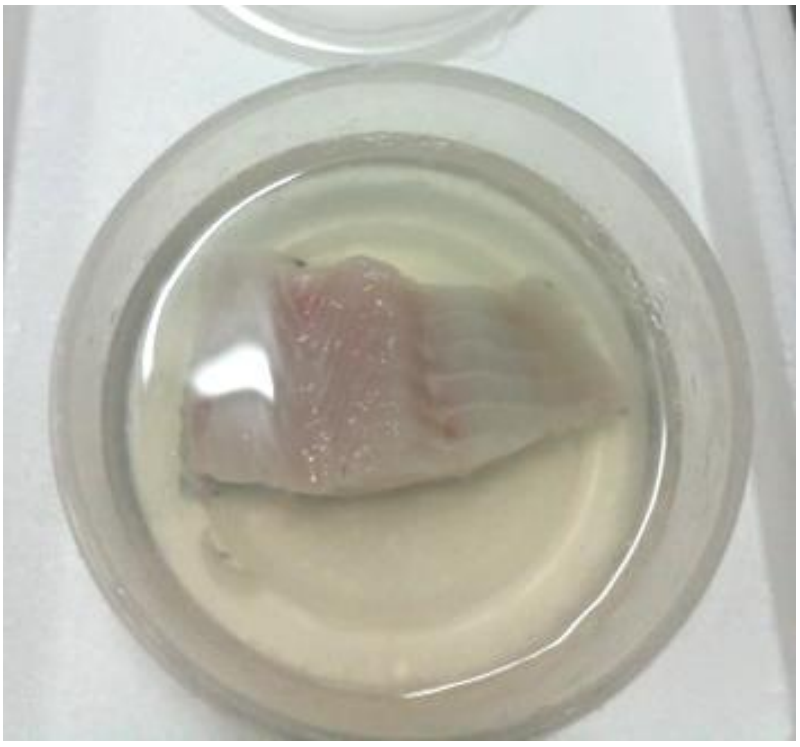
5.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบหัวเดียวมีประสิทธิภาพในการสปาร์คน้ำพลาสมามากกว่าเครื่องกระตุ้นพลาสมาแบบ 6 หัว เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบหัวเดียวมีข้อจำกัด คือ สามารถสปาร์คน้ำพลาสมาได้ครั้งละ 200 มิลลิกรัม ทำให้ผลค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 ให้ค่าชัดเจนกว่าเครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบชนิด 6 หัว เนื่องจากมีการใช้น้ำในปริมาณที่น้อยกว่าทำให้สามารถสปาร์คน้ำได้ทั่วถึงกว่า ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 ที่วัดได้มีค่ามากกว่าด้วย จากน้ำพลาสมาที่ได้พบว่ายิ่งใช้เวลาในการสปาร์คนานยิ่งสามารถตรวจวัดค่า H_2O_2 ได้มากขึ้น ในการทดลองวิจัยในเล่มนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เวลาในการสปาร์คที่ 15 นาที และ 30 นาที พบว่า เวลาที่ 30 นาที สามารถตรวจค่า H_2O_2 ได้มากกว่า อีกทั้งจากการทดลองใช้น้ำทั้ง 3 ชนิด พบว่า น้ำประปาที่นำมาสปาร์คด้วยเครื่องกระตุ้นพลาสมาให้ค่า H_2O_2 ที่มากที่สุดในการทดลอง จึงสรุปได้ว่าน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาทำน้ำแข็งพลาสมาได้แก่ น้ำประปา และใช้เวลาในการสปาร์คที่ 30 นาที

โดยในการทดลองกับเนื้อปลานิลนั้นเมื่อใช้วิธีจำลองสถานการณ์จริงด้วยการแช่เนื้อปลาด้วยน้ำแข็งพลาสมาในกล่องโฟมปิดฝาสนิท พบว่า น้ำแข็งละลายจนหมดที่เวลา 12 ชั่วโมง เมื่อมีการประเมินคุณภาพเชิงประสาทสัมผัส ได้แก่ การมองเห็น(ลักษณะผิวหนัง ลักษณะเนื้อ สีของเนื้อ) การสัมผัสและกลิ่น(กลิ่นคาว กลิ่นฉุน) จากการทดลอง คะแนนเฉลี่ยรวมที่เวลา 1 ชั่วโมง พบว่า ยังไม่มี

การเปลี่ยนแปลง ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 6 ชั่วโมง พบว่า คุณภาพเชิงสัมผัสของน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 30 นาที เป็นค่าที่ดีที่สุด คุณภาพของกลิ่นของน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 30 นาที และน้ำเกลือสปาร์ค 30 นาทีเป็นค่าที่ดีที่สุด โดยเนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งธรรมดาเริ่มมีกลิ่นคาวของปลา และค่าเฉลี่ยรวมที่ 12 ชั่วโมง พบว่า คุณภาพเชิงการมองเห็นและเชิงสัมผัสของน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 30 นาที เป็นค่าที่ดีที่สุด และคุณภาพของกลิ่นของน้ำเกลือเป็นค่าที่ดีที่สุด

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า เนื้อปลาที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาที่ผลิตจากน้ำประปาสามารถรักษาความสดของเนื้อปลาได้ดีที่สุด มีสัมผัสของเนื้อที่ยังแข็ง กดแล้วไม่เละ อีกทั้งยังมีเนื้อสีแดงแสดงถึงความสดเหลืออยู่ด้วย เมื่อกดเนื้อลงไปยังมีความแน่น และนิ่ม ดังภาพ 5.1 อีกทั้งน้ำแข็งพลาสมาที่ผลิตจากน้ำเกลือช่วยลดกลิ่นคาว กลิ่นฉุนของเนื้อปลาจนไม่มีกลิ่น และเนื้อปลาที่แช่ด้วยน้ำแข็งปกติมีเนื้อสัมผัสที่เละ กลิ่นคาวแรงที่สุด



ภาพ 5.1 แสดงเนื้อปลานิลที่แช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปา

5.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

5.2.1 การทำน้ำแข็งด้วยตู้แช่ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากตู้แช่ไม่สามารถปรับอุณหภูมิได้ทำให้ต้องใช้เวลานานในการที่ต้องรอให้น้ำพลาสมาแข็งเป็นก้อนน้ำแข็ง

5.2.2 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบชนิด 6 หัว มีความต้องการใช้งานเป็นจำนวนมาก ทำให้มีการชำรุดและเสียหาย อีกทั้งยังมีเพียงเครื่องเดียว ทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้

5.2.3 เครื่องกระตุ้นน้ำพลาสมาแบบหัวเดียวมีข้อจำกัดด้านปริมาตรของน้ำ โดยสปาร์คน้ำได้ครั้งละ 200 มิลลิเมตร ทำให้ใช้เวลานานในการที่จะได้น้ำพลาสมามาในปริมาณที่ต้องการ อีกทั้งเครื่องมีเพียงเครื่องเดียวที่คณะวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่เพียงพอต่อการความต้องการใช้

5.2.4 เพิ่มความระมัดระวังในการเบิกใช้สารทดสอบต่างๆให้มากขึ้น

บรรณานุกรม

งานวิจัย “Application of atmospheric cold plasma-activated water (PAW) ice forpreservation of shrimps (Metapenaeus ensis)” [เว็บไซต์]. แหล่งที่มา https://www. sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713518303633 (10 กันยายน 2562)

นราภรณ์ ตังหทัยทิพย์. บทความ “พลาสมากับวิทยาการทางการแพทย์” [เว็บไซต์]. แหล่งที่มา https://medium.com/vcharkarndotcom/พลาสมา-กับวิทยาการทางการแพทย์-d33973019f5c (13 กันยายน 2562)

บทความ “Micro PAW System” [เว็บไซต์]. แหล่งที่มา https://www.springnews.co.th /it/innovation/341177 (24 ตุลาคม 2562)

ฟิสิกส์ครูโชติ. บทความ “สถานะของสาร” [เว็บไซต์]. แหล่งที่มา http://kruchote. blogspot.com/2009/07/blog-post_8798.html (15 ธันวาคม 2562)

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โครงงานที่ 31 / 2562 การพัฒนาน้ำแข็งพลาสมาเพื่อการเก็บรักษาอาหารทะเล หน้าที่ 7 / 8

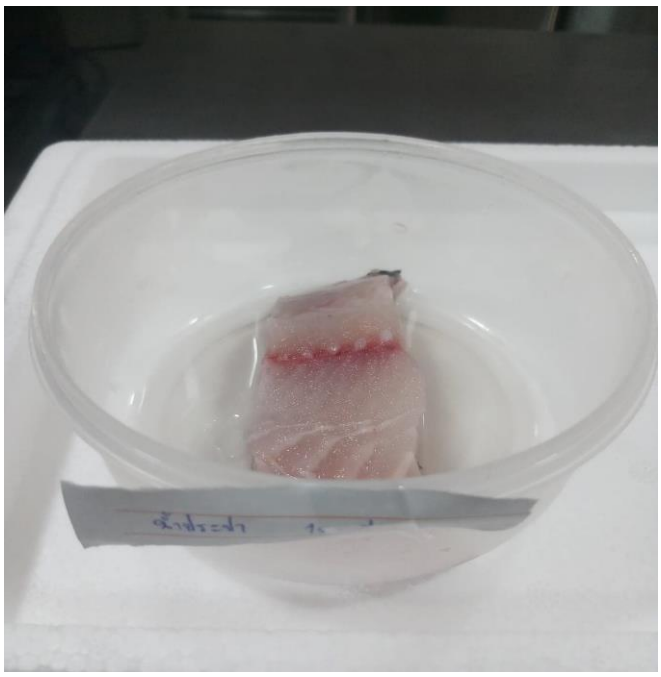
วารสาร ศูนย์วิจัยทางฟิสิกส์ของอนุภาคและพลาสมา [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://thep-center.org/upload02/ThEP_Annual_Report_2012/3_PPP.pdf (22 มกราคม 2563)

ศูนย์วิจัยทางฟิสิกส์ของลาอนุภาค และพลาสมา (ศฟอพ.) [เว็บไซต์]. แหล่งที่มา http://thepcenter.org/src/cluster2.php (22 มกราคม 2563)

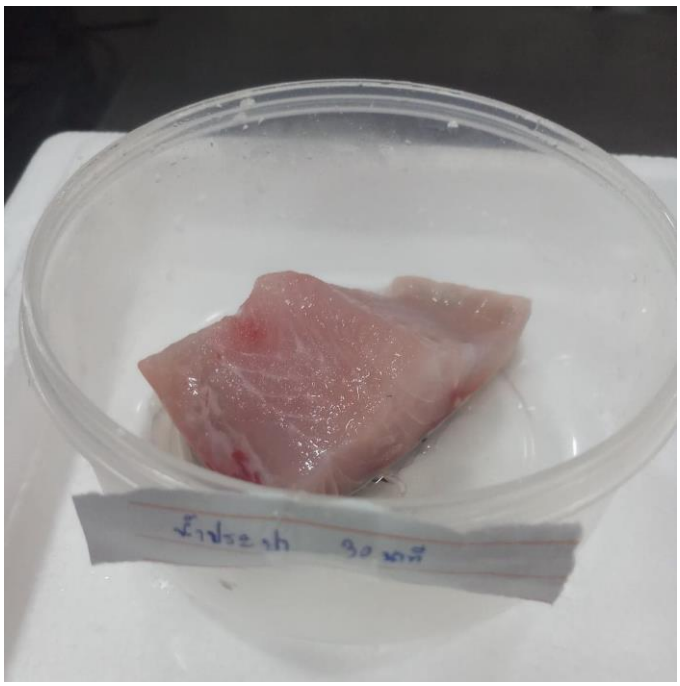
สุรีย์พร สราภิรมย์. บทความ “พลาสมาทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรออแกนิกส์” [เว็บไซต์]. แหล่งที่มา https://erp.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=746 (28 มกราคม 2563)

ภาคผนวก ก

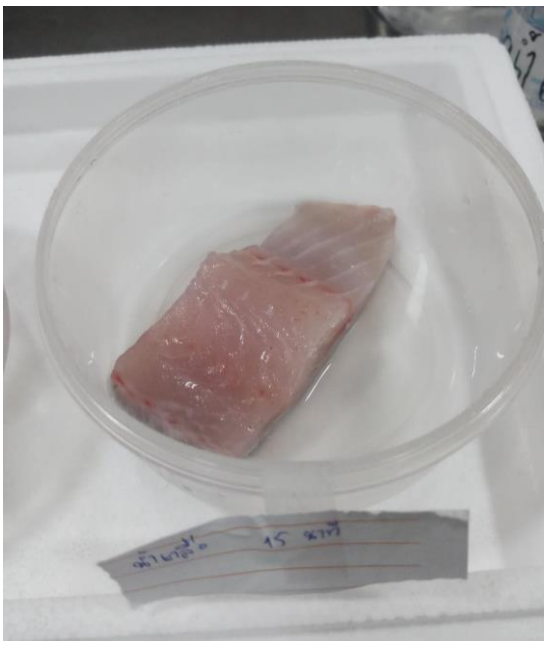
ภาพเนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมา



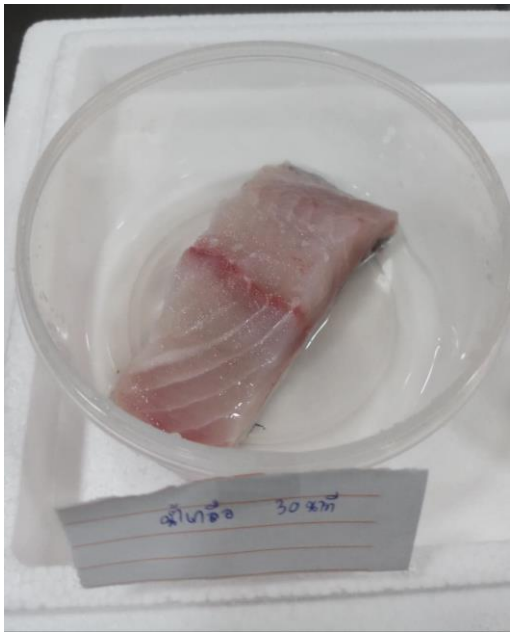
ภาพ ก-1 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 15 นาที ใน 1 ชั่วโมง



ภาพ ก-2 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 30 นาที ใน 1 ชั่วโมง

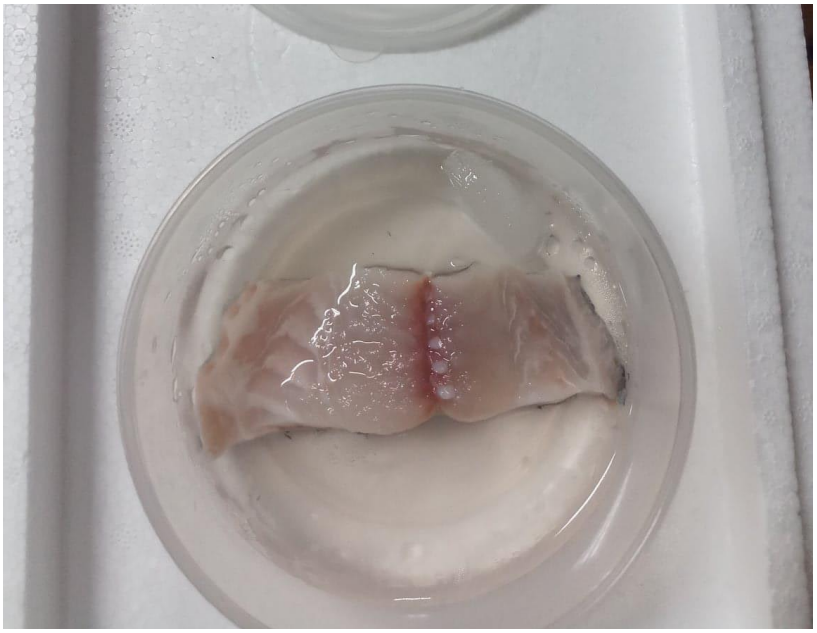


ภาพ ก-3 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือสปาร์ค 15 นาที ใน 1 ชั่วโมง

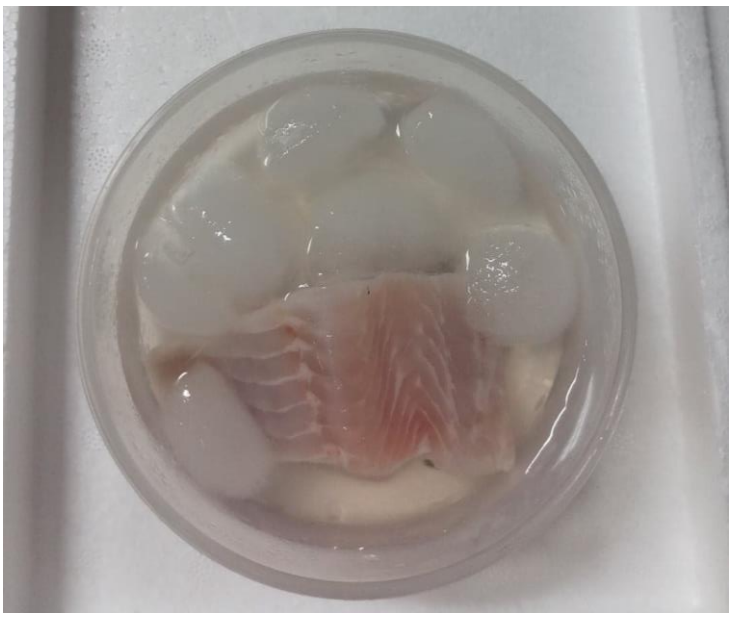


ภาพ ก-4 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือสปาร์ค 30 นาที ใน 1 ชั่วโมง

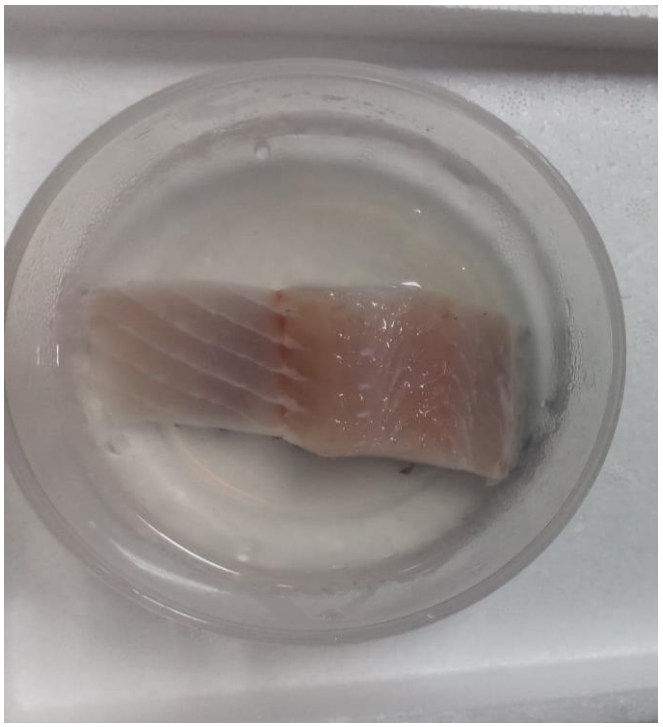
ภาพ ก-5 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งปกติใน 1 ชั่วโมง



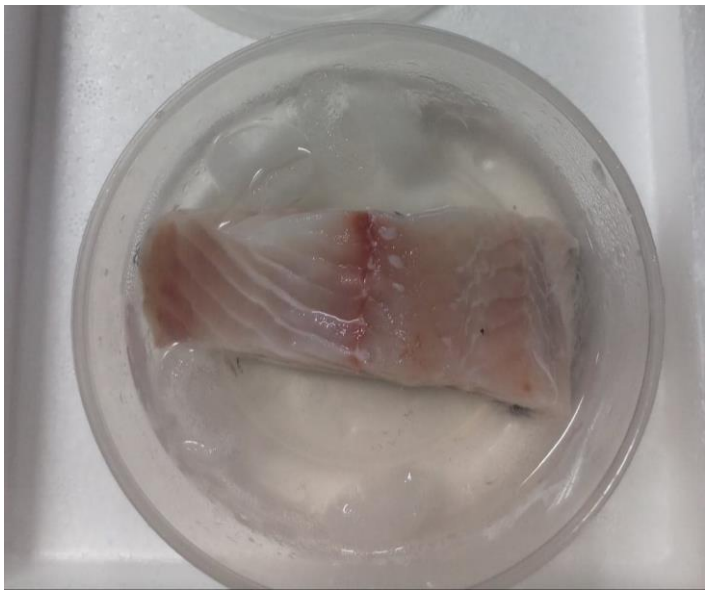
ภาพ ก-6 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 15 นาที ใน 6 ชั่วโมง



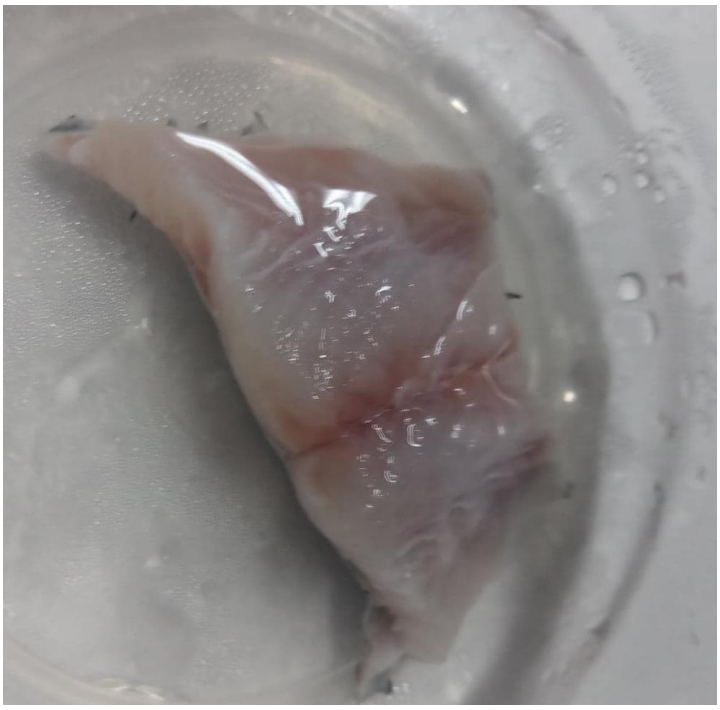
ภาพ ก-7 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 30 นาที ใน 6 ชั่วโมง



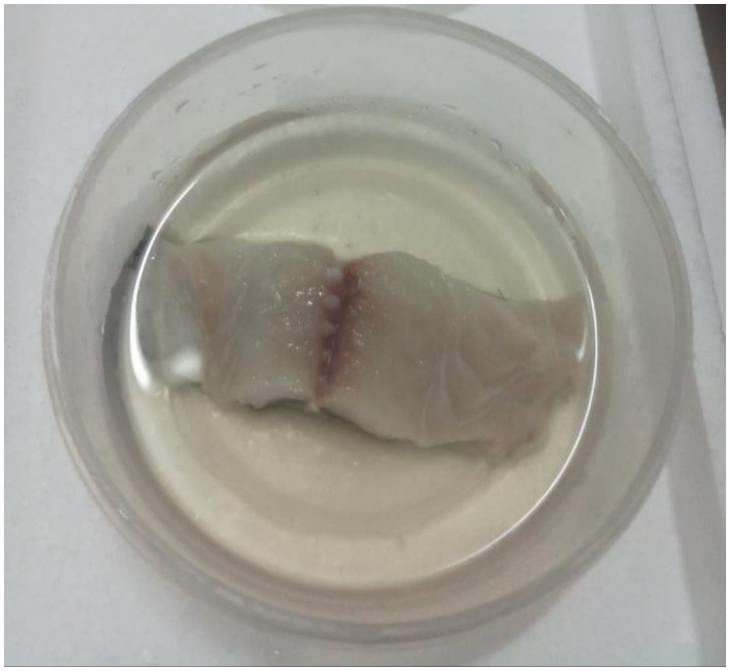
ภาพ ก-8 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือสปาร์ค 15 นาที ใน 6 ชั่วโมง



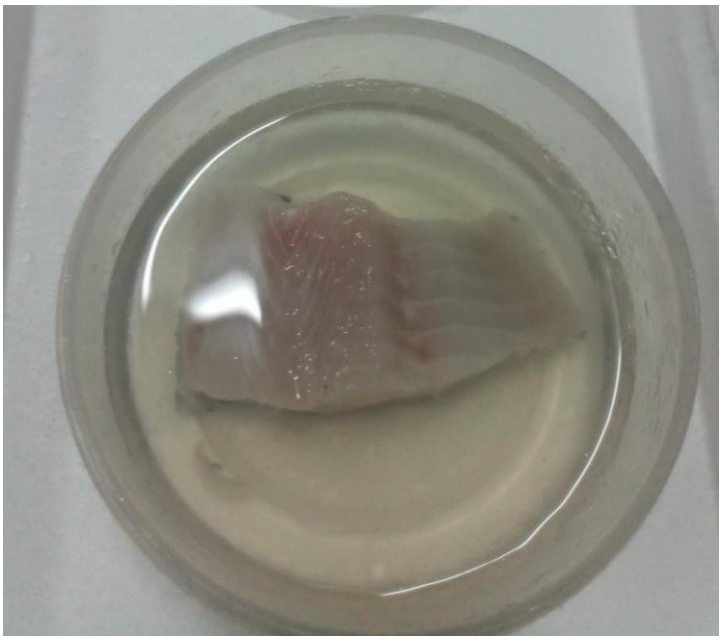
ภาพ ก-9 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือสปาร์ค 30 นาที ใน 6 ชั่วโมง



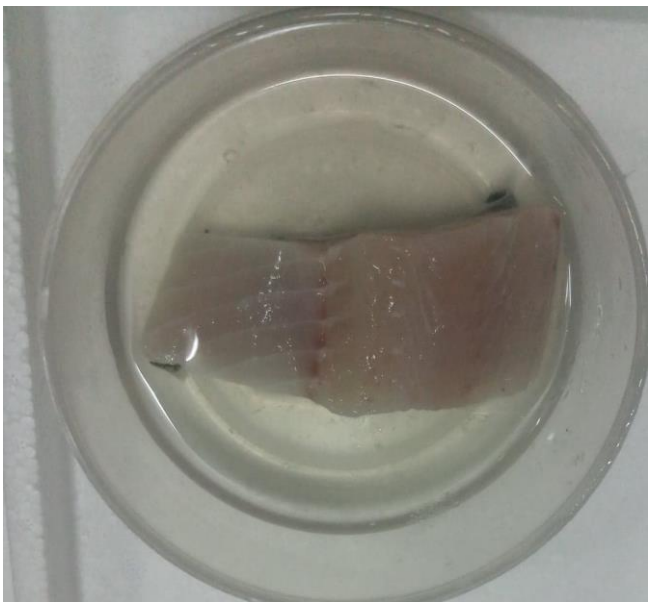
ภาพ ก-10 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งปกติใน 6 ชั่วโมง



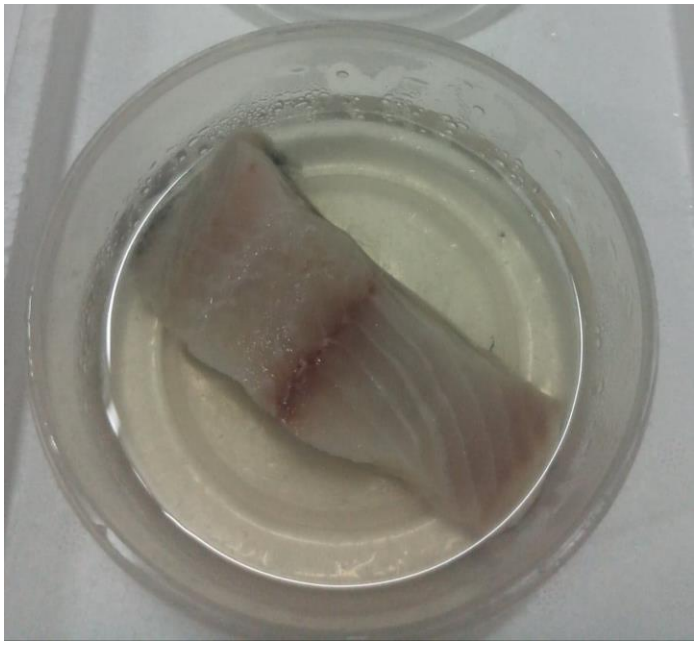
ภาพ ก-11 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 15 นาที ใน 12 ชั่วโมง



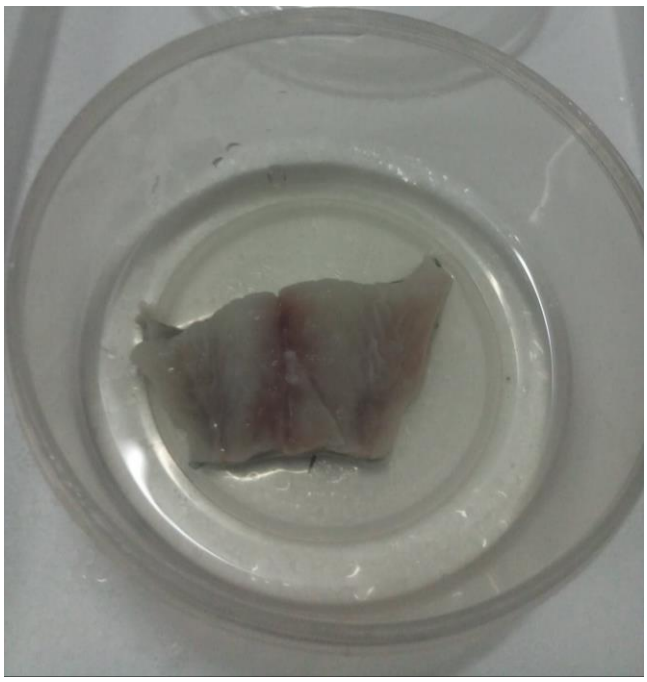
ภาพ ก-12 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำประปาสปาร์ค 30 นาที ใน 12 ชั่วโมง



ภาพ ก-13 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือสปาร์ค 15 นาที ใน 12 ชั่วโมง



ภาพ ก-14 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งพลาสมาจากน้ำเกลือสปาร์ค 30 นาที ใน 12 ชั่วโมง



ภาพ ก-15 เนื้อปลานิลที่ถูกแช่ด้วยน้ำแข็งปกติใน 12 ชั่วโมง

ภาพ ก-16 ภาชนะที่ใช้ใส่เนื้อปลา

ภาพ ก-17 ภาชนะที่ฐานเป็นน้ำแข็ง

ภาพ ก-18 เนื้อปลาที่ถูกทับด้วยน้ำแข็งพลาสมา

ภาพ ก-19 กล่องโฟมที่ใช้ในการทดลอง

ภาพ ก-20 เนื้อปลาในภาชนะปิดใส่ในกล่องโฟม

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพเนื้อปลาเชิงประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพเนื้อปลาเชิงประสาทสัมผัส

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ - สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....

ชั้นปี ..... สาขา .....

2. การประเมินคุณภาพเนื้อปลา

น้ำแข็งพลาสมา ☐ น้ำประปา 15 นาที ☐ น้ำประปา 30 นาที

☐ น้ำเกลือ 15 นาที ☐ น้ำเกลือ 30 นาที ☐ น้ำแข็งธรรมดา

เวลา 1 ชั่วโมง

หัวข้อการประเมิน		เกณฑ์การให้คะแนน				
		5	4	3	2	1
1. การมองเห็น	- ลักษณะผิวหนัง - ลักษณะเนื้อ - สีของเนื้อปลา					
2. การสัมผัส	- ลักษณะเนื้อ					
3. กลิ่น	- กลิ่นคาว - กลิ่นฉุน					
รวม						

เวลา 6 ชั่วโมง

หัวข้อการประเมิน		เกณฑ์การให้คะแนน				
		5	4	3	2	1
1. การมองเห็น	- ลักษณะผิวหนัง - ลักษณะเนื้อ - สีของเนื้อปลา					
2. การสัมผัส	- ลักษณะเนื้อ					
3. กลิ่น	- กลิ่นคาว - กลิ่นฉุน					
รวม						

เวลา 12 ชั่วโมง

หัวข้อการประเมิน		เกณฑ์การให้คะแนน				
		5	4	3	2	1
1. การมองเห็น	- ลักษณะผิวหนัง - ลักษณะเนื้อ - สีของเนื้อปลา					
2. การสัมผัส	- ลักษณะเนื้อ					
3. กลิ่น	- กลิ่นคาว - กลิ่นฉุน					
รวม						

เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง

2 = พอใช้ 1 = แย่

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล : นางสาวธนัญญา ธนะสมบัติ

รหัสนักศึกษา : 590610288

วัน เดือน ปี เกิด : 1 เมษายน 2541

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้น โรงเรียนเซนต์นิโกลาส จังหวัดพิษณุโลก
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย โรงเรียนนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

ที่อยู่ปัจจุบัน : 29/2 หมู่ 9 ตำบล นครไทย อำเภอ นครไทย จังหวัด พิษณุโลก 65120

เบอร์โทรศัพท์ : 0918578859

ชื่อสกุล : นางสาววราภรณ์ กุนแสง

รหัสนักศึกษา : 590610334

วัน เดือน ปี เกิด : 22 มกราคม 2541

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้น โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา

ที่อยู่ปัจจุบัน : 26 หมู่ 10 ตำบล บ้านต๋อม อำเภอ เมือง จังหวัด พะเยา 56000

เบอร์โทรศัพท์ : 0828923436