



การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำปลาอัดเม็ด

Feasibility Study of Processing for Fish - sauce in Tablet Form



อภินันท์นาค

ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



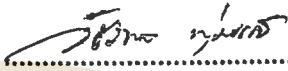
๖๗

๖๓๔๘๓

๖๕๓๙

ค. 3

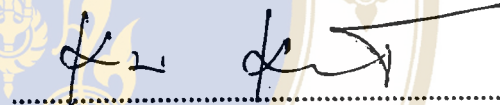
วิทยานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำปลาอัดเม็ด


.....

วัชรพล พุ่มแก้ว
ผู้วิจัย


.....

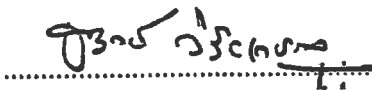
สมพงษ์ ชงไชย วท.ม.
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

นงนุช รักษกุลไทย Ph.D.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

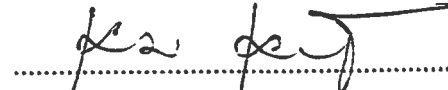

.....

อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต พ.บ.,น.บ.

F.R.C.P.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล


.....

เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.
ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี
ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาทรัพยากร
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

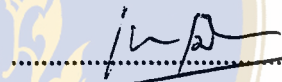
วิทยานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำปลาอัดเม็ด

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

20 กันยายน 2539



วัชรพล พุ่มแก้ว
ผู้วิจัย



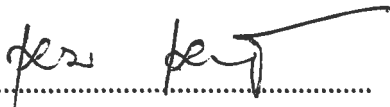
เทพนม เมืองแมน B.A., M.D., M.P.H., Dr.P.H.
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



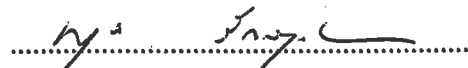
อำพล ไมตรีเวช Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



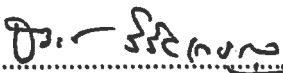
สมพงษ์ ชงไชย วท.ม.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



เกษม กุลประคิษฐ์ วท.ม.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



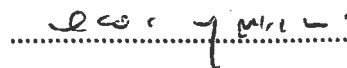
นงนุช รักสกุลไทย Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต พ.บ., น.บ.
F.R.C.P.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล



รุ่งจรัส หุตเจริญ วท.ม.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นายวัชรพล พุ่มแก้ว

วัน เดือน ปีเกิด

16 มีนาคม พ.ศ. 2515

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

พระนครเหนือ, พ.ศ. 2533-2536 :

วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2537-2539 :

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ศ. นายแพทย์เทพนม เมืองแมน, อ.สมพงษ์ ชงไชย, ผศ. เกษม กุลประดิษฐ์, รศ. ดร. นงนุช รักสกุลไทย และ รศ. ดร. อัมพล ไมตรีเวช ซึ่งร่วมเป็น คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้คำปรึกษาและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยโภชนาการ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เครื่อง spray dryer และอนุเคราะห์ ถุง AI - laminate

ขอขอบคุณ ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เครื่องอัดเม็ดยา

ขอขอบคุณ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ในการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ขอขอบคุณ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความ อนุเคราะห์สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไอโอดีน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด และบุคคลที่สำคัญที่สุดต้องขอกราบขอบพระคุณ พ่อ และแม่ ผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลือในทุกๆสิ่งและ คอยเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

วัชรพล พุ่มแก้ว

20 กันยายน 2539

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำปลาอัดเม็ด
 ผู้วิจัย วัชรพล พุ่มแก้ว
 ปรึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนา
 ทรัพยากร)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

สมพงษ์ ชงไชย , วท.ม.

เกษม กุลประดิษฐ์ , วท.ม.

นงนุช รักสกุลไทย , Ph.D.

วันที่สำเร็จการศึกษา 20 กันยายน พ.ศ. 2539

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปน้ำปลาในรูปของเหลวให้เป็นของแข็งในรูปเม็ด โดยผ่านขั้นตอนตั้งแต่การอบแห้งเป็นผงที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 200, 220 และ 240 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการขึ้นรูปเป็นเม็ด และการเก็บรักษา นอกจากนี้ได้มีการเสริมสารไอโอดีนในขั้นตอนก่อนการอบแห้งเป็นผง โดยเสริมในรูปของโปแตสเซียมไอโอเดต

จากผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งเป็นผง คือ 200 องศาเซลเซียส ส่วนกระบวนการผลิตน้ำปลาเม็ดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณไอโอดีนที่เสริมเข้าไป การยอมรับน้ำปลาเม็ดของผู้บริโภคอยู่ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย สำหรับการเก็บรักษาน้ำปลาเม็ดซึ่งบรรจุในถุง Al-laminate พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษา 2 เดือน ปริมาณไอโอดีนเสื่อมสลายไปหลังจากการเก็บรักษาไว้ 1 เดือน และปริมาณความชื้นหลังจากเก็บไว้ 1 เดือน มีปริมาณลดลง และมีแนวโน้มคงที่ในเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษา

ต้นทุนการผลิตน้ำปลาอัดเม็ดของ น้ำปลาแท้ , น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน , น้ำปลาผสม , น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน เท่ากับ 180.72 , 182.50 , 102.40 และ 106.92 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

Thesis Title Feasibility Study of Processing for Fish - sauce in Tablet
Forms

Name Watcharapol Pumkaew

Degree Master of Science (Appropriate Technology for Resource
Development)

Thesis Supervisory Committee

Sompong Thongchai , M.Sc.

Kasem Kulpradit , M.Sc.

Nongnuch Ruksakulthai , Ph.D.

Date of Graduation 20 September B.E. 2539 (1996)

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the feasibility for production of fish - sauce in tablet form . Fish - sauce samples were dehydrated by spray drying at 3 different temperatures i.e 200 , 220 and 240 °C . Then, they were made into tablets and shelflife of tablet fish - sauce was studied In addition, iodine as potassium iodate was supplemented before spray drying

It was found that appropriate drying temperature was 200 °C . The process of reforming liquid fish -sauce to tablet did not affect on the iodine content . The acceptability scores varied from neither like nor dislike to like slightly, During storage for 2 months in Al- laminated bags, it was found that total nitrogen content was not changed. However, iodine was not found after 1 month storage. Moisture content decreased after month but tend to be constant at 2 month storage

The production costs of tablet pure fish - sauce , tablet iodized pure fish-sauce, tablet brine mixed fish-sauce and tablet iodized brine mixed fish-sauce , excluded labour and equipment cost was average 180.72 , 182.50 , 102.40 and 106.92 baht per kilogram

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 กรอบแนวคิดสำหรับการวิจัย	3
1.3 สมมุติฐานในการวิจัย	3
1.4 วัตถุประสงค์	3
1.5 ขอบเขตการศึกษา	4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
1.7 ขั้นตอนการวิจัย	6
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	8
2.1 น้ำปลา	8
2.2 เทคโนโลยีการทำแห้ง	15
2.3 การทำเม็ด	21
2.4 ภาชนะบรรจุ	23
2.5 สารไอโอดีนในน้ำปลา	25
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	37
3.1 ขั้นตอนการเตรียมการ	38
3.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย	38
3.3 ขั้นตอนการทดลอง	40
3.4 ขั้นตอนการรวบรวมผลวิเคราะห์ และประมวลผลการศึกษา	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา	44
4.1 ผลการศึกษา	44
4.2 อภิปรายผลการศึกษา	60
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผลการศึกษา	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก ก ภาพผลิตภัณฑ์น้ำปลาเม็คและเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต	79
ภาคผนวก ข ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 118 (พ.ศ. 2532)	72
ภาคผนวก ค การประเมินผลการยอมรับลักษณะทางประสาทสัมผัส	75
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณลักษณะ	76
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลผลิตที่ได้จากการทดลองทำน้ำปลาผงโดยใช้ Spray Dryer	14
2 คุณค่าทางอาหารต่อน้ำหนัก 100 กรัม ของน้ำปลาผง	15
3 ปริมาณไอโอดีนในอาหาร	29
4 ปริมาณความต้องการไอโอดีนต่อวัน เพื่อให้เพียงพอกับ ความต้องการของร่างกาย	32
5 ผลการสำรวจผู้ป่วยโรคคอพอกในประเทศไทย	33
6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในน้ำปลา	35
7 คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำปลาแท้และน้ำปลาผงที่ใช้ศึกษา	44
8 คุณสมบัติของน้ำปลาแท้และน้ำปลาผงที่เสริมไอโอดีน	46
9 คุณสมบัติของน้ำปลาผงประเภทต่างๆ	47
10 คุณสมบัติของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ	50
11 คะแนนทางประสาทสัมผัสของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ โดยใช้ผลทดลองชิมจำนวน 10 คน	51
12 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$) และ ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$	52
13 ปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$)และ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$	55
14 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บ รักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$) และ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$	57
15 ต้นทุนการผลิตน้ำปลาเม็ด	59

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	กรอบแนวความคิดในการวิจัย
2	ขั้นตอนการวิจัย
3	กรรมวิธีการผลิตน้ำปลา
4	สูตรโครงสร้างของไทโรซีน
5	ขั้นตอนต่างๆ ในการวิจัย
6	ขั้นตอนการทดลอง
7	กระบวนการผลิตน้ำปลาเม็ด
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$)
9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$
10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่าง การเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$)
11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่าง การเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$
12	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$)
13	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
14 ผลิตภัณฑ์น้ำปลาเม็ค	72
15 เครื่อง Spray Dryer	73
16 เครื่องอัดเม็ค	74



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าการประกอบอาหารแต่ละครั้งจะต้องมีการใช้เครื่องปรุงแต่งรสอาหาร เพื่อให้เกิดความพึงพอใจต่อผู้บริโภค สิ่งที่ช่วยปรุงแต่งรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น ได้แก่ เกลือ น้ำปลา เกลือ พริกไทย ฯลฯ ซึ่งแทบทุกครัวเรือนจะขาดเสียมิได้ สำหรับน้ำปลาจัดเป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง คือมีส่วนช่วยในการรสชาติอาหารให้ชวนรับประทานยิ่งขึ้น และยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับร่างกายด้วย จากการสำรวจพบว่าโดยเฉลี่ยคนไทย 1 คน จะบริโภคน้ำปลาประมาณวันละ 20 มิลลิลิตร ดังนั้นประชากรทั้งประเทศประมาณ 53 ล้านคนจะมีความต้องการบริโภคน้ำปลาปีละ 386 ล้านลิตร หรือวันละ 1,413,333 ขวด มูลค่าประมาณ 14 ล้านบาทต่อวัน (ธนาคารกสิกรไทย, 2532) ขณะที่ทั้งประเทศสามารถผลิตน้ำปลาแท้ได้ประมาณปีละ 104.55 ล้านลิตร เท่านั้น ในท้องตลาดทั่วไปมีน้ำปลาที่วางขายมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ น้ำปลาแท้และน้ำปลาผสม น้ำปลาแท้ก็คือน้ำปลาที่ได้จากการหมักปลา ส่วนน้ำปลาผสมคือน้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์ที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคเจือปน ทำให้น้ำปลาผสมมีคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าน้ำปลาแท้ เนื่องจากการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต ทำให้เกิดน้ำเกลือปรุงรสและน้ำปลาปลอมขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพต่อผู้บริโภคได้

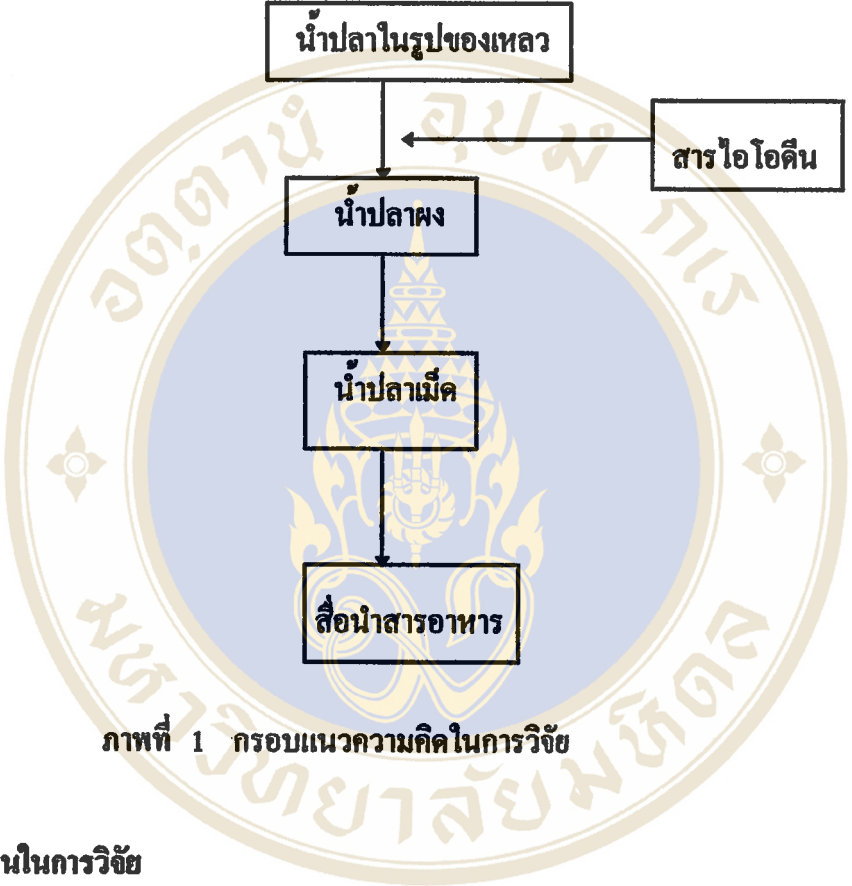
ถึงแม้ว่าน้ำปลาจะใช้กันมาก แต่ในพื้นที่สูงและในชนบทของประเทศไทย เช่น ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประชาชนยังมีการบริโภคน้ำปลากันน้อย อุปสรรคที่ทำให้ น้ำปลาไม่ได้รับความนิยมในภูมิภาคดังกล่าว ประการแรก เนื่องจากน้ำปลามีลักษณะเป็นของเหลว ภาชนะบรรจุมักเป็นขวดแก้วหรือโหล ซึ่งภาชนะดังกล่าวมักแตกง่าย จึงเป็นผลให้เกิดความเสียหาย ในระหว่างการขนส่งอยู่เนืองๆ หากต้องมีการนำน้ำปลาไปใช้ในท้องถิ่นที่อยู่ห่างไกลหรือในถิ่นทุรกันดาร บนภูเขา โดยเฉพาะทหารที่ต้องไปทำการฝึกรบหรือออกรบ หรือพวกนักสำรวจต่างๆ อุปสรรคอีกประการหนึ่งคือเรื่องน้ำหนักในการขนส่งน้ำปลาเพราะน้ำปลาเป็นของเหลวและภาชนะที่ใช้บรรจุเป็นแก้วมีน้ำหนักมาก จึงเป็นการยากต่อการพกพาหรือขนส่ง นอกจากนี้ น้ำ

ปลาที่อยู่ในรูปของเหลว เวลาใช้อาจจะทำให้เกิดการหกเลอะเทอะและเป็นการลำบากในการชั่งตวงปริมาณสำหรับการใช้ในแต่ละครั้ง

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถ้าได้มีการพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ที่จะให้ความสะดวกในการใช้และการขนส่ง โดยการลดขนาดและน้ำหนักลงให้อยู่ในรูปน้ำปลาเม็ด จะทำให้สะดวกต่อการนำติดตัวไปได้ทุกหนทุกแห่ง สามารถทำให้มีน้ำปลารับประทานได้ไม่ว่าจะอยู่ในภูมิภาคใดของประเทศ ทำให้อาหารมีรสชาติดีขึ้นและยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับร่างกายอีกด้วย โดยเฉพาะธาตุไอโอดีน ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กำลังประสบปัญหาชาวบ้านเกิดเป็นโรคขาดธาตุไอโอดีนหรือโรคเอ๋กันมากแต่น้ำปลาที่มีขายอยู่ทั่วไปไม่มีไอโอดีนหรือมีในปริมาณน้อยมาก น้ำปลาเม็ดจะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยจะเป็นเพื่อนำธาตุอาหาร โดยเฉพาะสารไอโอดีนให้แก่ผู้บริโภคในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นน้ำปลาเม็ดน่าจะเป็นทางเลือกใหม่ในการแก้ไขปัญหาดูสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้ ในงานวิจัยครั้งนี้มีการทำน้ำปลาเม็ดโดยการทำให้เป็นน้ำปลาผงก่อน โดยใช้เครื่องทำผงคือ Spray Dryer แล้วจึงนำมาดองเป็นผลิตภัณฑ์เม็ด ซึ่งเป็นกรรมวิธีเดียวกับการผลิตยาเม็ดนั่นเอง แล้วหาสภาวะในการผลิตที่เหมาะสม ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และคุณค่าทางโภชนาการของน้ำปลาเม็ด เพื่อให้คุณภาพของน้ำปลาเม็ดมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับน้ำปลาที่เป็นของเหลวมากที่สุด นอกจากนี้เรายังมีการศึกษาสภาวะในทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำปลาเม็ดด้วย

กรอบแนวคิดสำหรับการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

การเปลี่ยนสถานะของน้ำปลาในรูปของเหลวเป็นของแข็งในรูปเม็ด (เช่นเดียวกับนมผงอัดเม็ด หรือยาเม็ด)โดยมีการเสริมไอโอไดน กระบวนการดังกล่าวไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี โภชนาการ ประสาทสัมผัส ของน้ำปลาในรูปของเหลวที่ใช้บริโภคกันอยู่ในปัจจุบัน
2. ศึกษากระบวนการผลิตน้ำปลาในรูปของเหลวให้เป็นของแข็งในรูปเม็ด
3. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการแปรรูปน้ำปลาในรูปของเหลวให้เป็นของแข็งในรูปเม็ด

ขอบเขตการศึกษา

1. น้ำปลาในรูปของเหลวที่ใช้ในการวิจัยเป็นน้ำปลาที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการอาหารและยา
2. คุณสมบัติที่วิเคราะห์น้ำปลาตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษาคือ
 - 2.1 ในโตรเจนทั้งหมด
 - 2.2 ไอโอดีน
3. คุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่วิเคราะห์คือ ความใส สี กลิ่น และรสชาติ
4. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยจะใช้ปริมาณในโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไอโอดีน ปริมาณความชื้น และการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ผล
5. สารไอโอดีนที่ใช้ในขั้นตอนการเสริมไอโอดีนในน้ำปลาจะอยู่ในรูป KIO_3 โดยใช้ในปริมาณเดียวกับเกลือเสริมไอโอดีนที่กระทรวงสาธารณสุขผลิตขึ้น
6. น้ำปลาที่อยู่ในรูปของเหลวทำเป็นผงโดยผ่านเครื่อง Spray Dryer และอัดเป็นเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดหลักการเช่นเดียวกับการผลิตยาเม็ด

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

น้ำปลา หมายถึง น้ำที่ทำจากปลา โดยเอาปลาหมักกับเกลือ แล้วกรองเอาแต่น้ำ ใช้ปรุงอาหาร หรือผลิตภัณฑ์อาหารเหลวที่ได้จากกระบวนการหมักปลาที่อาศัยเอนไซม์จากเนื้อปลาและเครื่องในปลา เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยปลาโดยมีเกลือเป็นส่วนผสมในการหมัก

น้ำปลาแท้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นของเหลวที่ได้จากการหมักปลาหรือส่วนของปลากับเกลือ หรือกากปลากับน้ำเกลือ

น้ำปลาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นของเหลว ได้จากการหมักปลาหรือส่วนของปลากับกรด เช่น กรดเกลือ หรือเอนไซม์

น้ำปลาผสม หมายถึง น้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์เจือปนหรือเจือจางด้วยส่วนอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

น้ำปลาผง หมายถึง น้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์ หรือน้ำปลาผสมที่ระเหยเอาน้ำออกแล้ว

น้ำปลาผงเสริมไอโอดีน หมายถึง น้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์หรือน้ำปลาผสมที่มีการเติมสารไอโอดีน ซึ่งอยู่ในรูปโปแตสเซียมไอโอเดต แล้วผ่านการระเหยน้ำออก

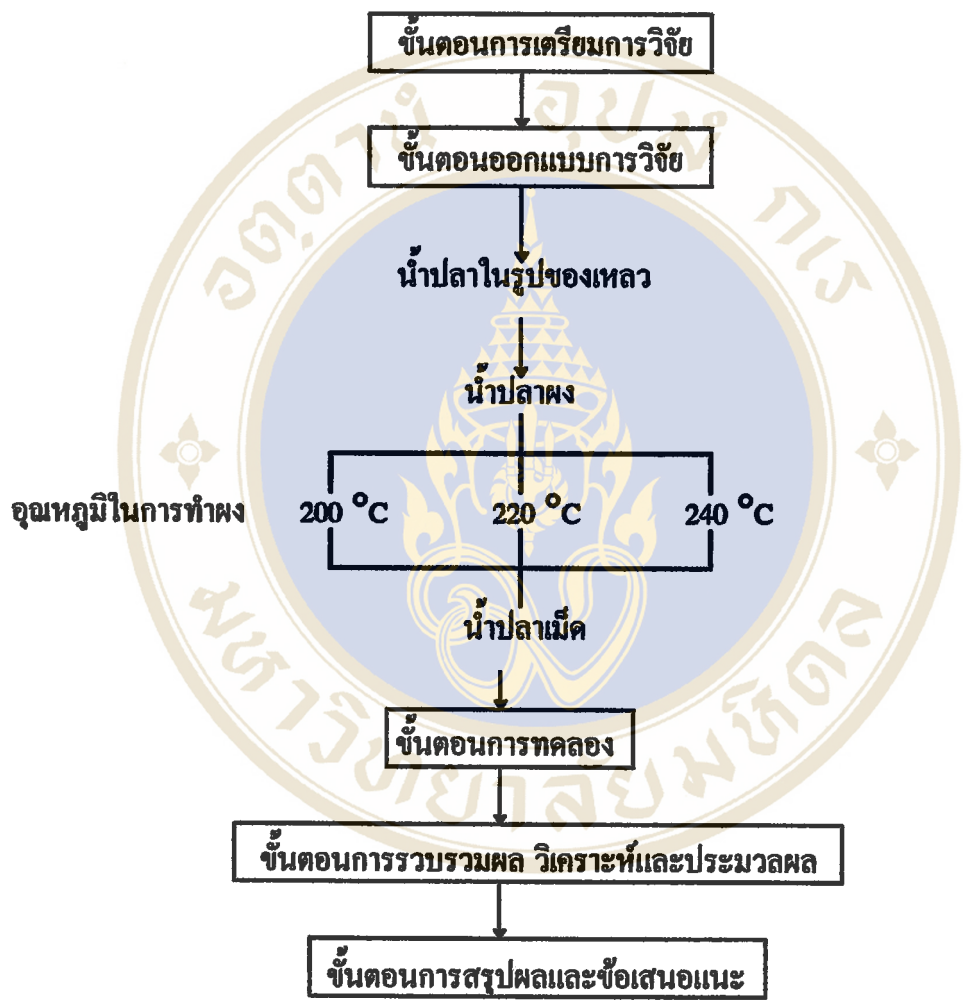
น้ำปลาเม็ด หมายถึง น้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์หรือน้ำปลาผสมผงที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้เป็นเม็ด ด้วยเครื่องอัดเม็ด

น้ำปลาเม็ดเสริมไอโอดีน หมายถึง น้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์หรือน้ำปลาผสมที่มีการเติมสารไอโอดีน ซึ่งอยู่ในรูปโปแตสเซียมไอโอเดต แล้วผ่านกรรมวิธีการทำให้เป็นเม็ด ด้วยเครื่องอัดเม็ด

การประเมินทางประสาทสัมผัส หมายถึง การประเมินการยอมรับน้ำปลาซึ่งได้แก่ สี กลิ่น ความใส รสชาติ และความชอบรวม ในการประเมินต้องใช้ผู้ชำนาญการจำนวนอย่างน้อย 5 ท่าน เป็นผู้ชิมแล้วนำค่าเฉลี่ยของคะแนนการยอมรับน้ำปลาชนิดต่างๆ มาเปรียบเทียบกัน

ต้นทุนในการผลิตน้ำปลาเม็ด หมายถึง ต้นทุนที่ต้องจ่ายเพื่อการแปรรูปปลาสดให้เป็นน้ำปลา และแปรรูปน้ำปลาเป็นน้ำปลาเม็ด ซึ่งแบ่งออกเป็น ต้นทุนผันแปร อันได้แก่ ค่าวัตถุดิบ ค่าไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายในการบรรจุ และต้นทุนคงที่ อันได้แก่ ค่าอุปกรณ์ในการผลิตต่างๆ

ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบคุณสมบัติทางเคมี โภชนาการ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำปลาที่อยู่ในรูปของเหลวที่มีขายอยู่ในปัจจุบัน
2. สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำปลาในรูปของเหลวเป็นน้ำปลาเม็ดได้
3. ทราบถึงคุณสมบัติทางเคมี โภชนาการ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำปลาเม็ดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำปลาในรูปของเหลว
4. ทราบถึงต้นทุนการผลิตน้ำปลาเม็ด



บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 น้ำปลา

น้ำปลาเป็นเครื่องปรุงแต่งอาหารเพื่อให้อาหารมีรสชาติอร่อย นำรับประทานชนิดหนึ่งที่สามารถกล่าวได้ว่าจะขาดเสียมิได้สำหรับคนไทยในการปรุงอาหาร นอกจากนี้ น้ำปลายังเป็นแหล่งอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน และเกลือแร่ต่างๆ ในแต่ละปีประเทศไทยสามารถผลิตน้ำปลาได้เป็นจำนวนมาก เพื่อใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายต่างประเทศในปริมาณที่นับวันจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับ

ส่วนประกอบของน้ำปลา

น้ำปลาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วยเกลือ 27.5-28.9 เปอร์เซ็นต์ สารอินทรีย์ในโตรเจน 0.6-2.0 เปอร์เซ็นต์ (Amano,1962) นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของกรดอะมิโนไลซีนที่จำเป็นต่อการเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกาย และ เกลือแร่อื่นๆ อีกหลายชนิด (Jensen และ Howe 1964) และวิตามิน โดยเฉพาะวิตามิน บี 12 ซึ่งร่างกายต้องการโดยเฉลี่ยประมาณวันละ 1 ไมโครกรัม เพื่อป้องกันโรคโลหิตจาง (Areekul และคณะ 1974) อีกทั้งยังพบว่ามีการใช้ น้ำปลาเป็นสื่อสำหรับการเสริมธาตุเหล็กและไอโอดีน เพื่อป้องกันและบำบัดโรคโลหิตจางและโรคคอพอก (Suwanik,1978)

กองวิเคราะห์อาหาร กรมอนามัย (2526) ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของน้ำปลาพบว่ามีดังนี้ คือ

1.เกลือแกง การทำน้ำปลาโดยใช้เกลือแกงหมักกับปลาจะมีเกลือแกงสูง คือประมาณ 270-300 กรัม ต่อน้ำปลา 1 ลิตร น้ำปลาอย่างเลวใช้น้ำปลาจำนวนน้อย และเพิ่มเกลือให้มากขึ้น เพื่อให้มีความถ่วงจำเพาะ 1.2 ตามที่กำหนดไว้ในการควบคุมคุณภาพน้ำปลา ซึ่งจะมีผลทำให้เกลือแกงสูงถึง 301-310 กรัมต่อลิตร และมีรสเค็มกว่าน้ำปลาอย่างดี

2.ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ต้องมีไม่น้อยกว่า 9 กรัม ต่อน้ำปลา 1 ลิตร

3.อะมิโนแอซิดไนโตรเจน (Amino acid nitrogen) ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การสลายตัวของโปรตีนจากปลา น้ำปลาอย่างดีจะมีไนโตรเจนจากกรดอะมิโนอยู่ระหว่าง 50-60 % ของไนโตรเจนทั้งหมด ส่วนน้ำปลาอย่างเลวจะมีเพียง 20-40 % เท่านั้น

4.กรดอะมิโน (Amino acid) เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย มีอยู่ 8 ชนิด ที่

ร่างกายสร้างเองไม่ได้ จึงต้องได้รับจากอาหาร น้ำปลาจะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทั้ง 8 ชนิด คือ โอโซลูซีน, ลูซีน, ไลซีน, เมไทโอนีน, เฟนิลอะลานีน, ทรีโอนีน, ทรีปโตเฟน และวาเลีน นอกจากนี้ ยังมีกรดอะมิโนอื่นๆ อีก 9 ชนิด คือ อะลานีน, อาร์จินีน, กรดแอสปาร์ติก, กรดกลูตามิก, โกลูซีน, ฮิสติดีน, โพรลีน, ซีรีนและโซโรซีน สำหรับอาร์จินีน และฮิสติดีน จำเป็นสำหรับเด็กที่กำลังเจริญเติบโตและน้ำปลาอย่างดีจะมีคุณค่าทางอาหารด้านกรดอะมิโนมาก

5.วิตามิน ในน้ำปลามีวิตามิน บี 2 0.08-0.40 มก./ลิตร, ไนอะซิน 1.3-11.2 มก./ลิตร, วิตามิน บี 12 0.20-3.22 ไมโครกรัมต่อลิตร น้ำปลาอย่างดีจะมีวิตามิน บี 12 สูงกว่า น้ำปลาอย่างเลว ถ้ารับประทานน้ำปลาวันละ 15 มิลลิกรัม จะได้รับวิตามิน บี 12 ประมาณวันละ 0.1-0.4 ไมโครกรัม (ปกติคนไทยต้องการวิตามิน บี 12 วันละ 1-2 ไมโครกรัม) น้ำปลาจึงถือว่าเป็นแหล่งอาหารวิตามิน บี 12 ที่สำคัญและนอกจากนั้นยังมีกรดโฟลิก ประมาณ 22 ไมโครกรัมต่อลิตร ทั้งวิตามิน บี 12 และกรดโฟลิก จะช่วยป้องกันโรคโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแดงโตและซีดได้

6.สารอาหารอื่นๆ ที่มีในน้ำปลาและมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ เหล็ก, ฟอสฟอรัส, แมกนีเซียม และไอโอดีน

ประเภทของน้ำปลา

น้ำปลาที่มีอยู่ในปัจจุบัน แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ น้ำปลาแท้, น้ำปลาวิทยาศาสตร์และน้ำปลาผสม

1. น้ำปลาแท้

ได้จากการหมักปลาหรือส่วนอื่นของปลา เช่น หัว, เหยือก, ไข่ ฯลฯ กับเกลือ ตามแบบที่ทำกันมาแต่โบราณ หรือที่เรียกว่าน้ำปลาพื้นเมือง คือ หมักปลาใส่ตุ่มหรือไห ถังหรือบ่อ ซีเมนต์กับเกลือใน อัตราส่วน ปลา 3 ส่วน ต่อ เกลือ 1 ส่วน ไว้กลางแดดให้น้ำปลาเปรี้ยวอยู่ นานประมาณ 1-1 1/2 ปี ก็จะได้หัวน้ำปลาแท้ (น้ำปลาชั้นที่ 1) ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง ปลาที่ใช้จะต้องเป็นปลาสดจึงจะได้น้ำปลาที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นหอม

ส่วนกากปลาที่เหลืออาจจะหมักต่อด้วยน้ำเกลือต้มอีก 2-3 ครั้งใช้เวลา 2-3 เดือน ก็ได้น้ำปลาชั้นที่ 2 และ 3 ต่อไป

1.1 คุณสมบัติ มีลักษณะใส ไม่มีตะกอน มีสีน้ำตาลปนแดง และกลิ่นคาวของปลามาก

1.2 คุณค่าทางอาหาร น้ำปลาแท้โดยเฉพาะหัวน้ำปลาชั้นที่ 1 จะมีคุณค่าทางอาหารมาก ประกอบด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพดีที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในการเจริญเติบโต และ ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายทั้ง 8 ชนิด ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.น้ำปลาวิทยาศาสตร์

ได้จากการหมักปลาหรือส่วนอื่นของปลา โดยกรรมวิธีไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ด้วยกรดเกลือ (Hydrochloric acid) หรือเอนไซม์ เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้น้ำปลาอยู่เร็วขึ้นกว่ากรรมวิธีธรรมชาติ วิธีนี้ใช้เวลาเพียง 2-3 เดือนก็จะได้หัวน้ำปลาออกจำหน่าย

การตั้งโรงงานผลิตน้ำปลาวิทยาศาสตร์จะต้องได้รับความเห็นชอบและควบคุมโดยกระทรวงสาธารณสุขเพราะถ้าการผลิตไม่ได้มาตรฐานอาจมีสิ่งเจือปนที่เกิดขึ้นระหว่างกรรมวิธีการผลิตซึ่งอาจเป็นพิษต่อผู้บริโภคได้

2.1 คุณสมบัติ เหมือนกับน้ำปลาแท้

2.2 คุณค่าทางอาหาร เหมือนกับน้ำปลาแท้

3.น้ำปลาผสม

ส่วนประกอบและการผลิต ได้จาก

- น้ำปลาแท้เจือจางกับน้ำเกลือต้ม
- น้ำปลาวิทยาศาสตร์เจือจางกับน้ำเกลือต้ม

- กากปลาที่เหลือจากการหมักน้ำปลาแท้ หมักกับน้ำเกลือต้มต่อ 2-3 เดือน แล้วนำมาผสมกับน้ำ บีเอ็กซ์ เพื่อเพิ่มแต่งสีกลิ่นรส ให้เหมือนน้ำปลาแท้ การผสมน้ำบีเอ็กซ์ลงในน้ำปลาในปัจจุบันกระทำกันแทบทุกโรงงาน เพราะเป็นการลดต้นทุนการผลิต และใช้ประโยชน์จากปลาได้ทั้งหมด ตั้งแต่หัวน้ำปลาจนถึงกากปลาทำน้ำปลาผสมจำหน่ายได้ด้วย น้ำบีเอ็กซ์มีกลิ่นคล้ายน้ำปลามาก มีราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายจากโรงงานทำผงชูรสทั่วไป น้ำปลาผสมชนิดนี้จึงเป็นน้ำปลาชนิดกลาง หรือชั้นรองที่ขายในราคาถูก ช่วยให้ผู้มีรายได้น้อยหาซื้อได้ ทางราชการจึงยอมให้มีการผลิตน้ำปลาผสมได้โดยกำหนดให้มีสิ่งเจือปนที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหรือ เจือปนโดยใช้น้ำบีเอ็กซ์ได้ไม่เกิน 50 % ของน้ำหนักและที่สำคัญต้องมีปริมาณไนโตรเจน (ตัวบ่งชี้ปริมาณของเนื้อปลา) ไม่น้อยกว่ามาตรฐาน และอัตราส่วนของกรดกลูตามิกต่อไนโตรเจน (ตัวบ่งชี้ปริมาณน้ำบีเอ็กซ์) ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด

3.1 คุณสมบัติ มีสีน้ำตาลปนดำของน้ำบีเอ็กซ์ และกลิ่นของปลาเพียงเล็กน้อย

3.2 คุณค่าทางอาหาร เนื่องจากเป็นน้ำปลาที่มีปริมาณของปลาเพียงเล็กน้อย จึงมีคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าน้ำปลาแท้ และจะมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสิ่งเจือปน แม้น้ำบีเอ็กซ์จะมีกรดอมิโนในรูปของกรดกลูตามิก ประมาณ 85 % แต่ก็เป็นการคอมิโนชนิดที่ไม่มีความจำเป็นต่อร่างกาย (Nonessential amino acid) ร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เองจากอาหารที่บริโภคเข้าไป น้ำบีเอ็กซ์จึงไม่มีความสำคัญต่อร่างกาย แต่จากการทดลองก็ไม่พบอันตรายที่เกิดจากโลหะหนัก หรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำปลาแท้และน้ำปลาผสม ซึ่งมีคุณสมบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 47 (พ.ศ.2523) ดังนี้ คือ

น้ำปลาแท้และน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่นต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- (1) มีสี กลิ่น และรสของน้ำปลาแท้หรือน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น แล้วแต่กรณี
- (2) โซ ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่เกิน 0.1 กรัมต่อ

น้ำปลา 1 ลิตร

- (3) มีเกลือ (Sodium chloride) ไม่น้อยกว่า 200 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร
- (4) มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 9 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร
- (5) มีไนโตรเจนจากกรดอมิโนไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 และไม่เกินร้อยละ 60 ของ

ไนโตรเจนทั้งหมด

- (6) มีกรดกลูตามิกต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.4 แต่ต้องไม่เกิน 0.6
- (7) ไม่ใช่สี เว้นแต่สีน้ำตาลเคียวไหม้หรือสีคาราเมล
- (8) ไม่ใช่วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล

น้ำปลาผสม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

- (1) มีสี กลิ่น และรสของน้ำปลาผสม
- (2) โซ ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่เกิน 0.1 กรัมต่อ

น้ำปลา 1 ลิตร

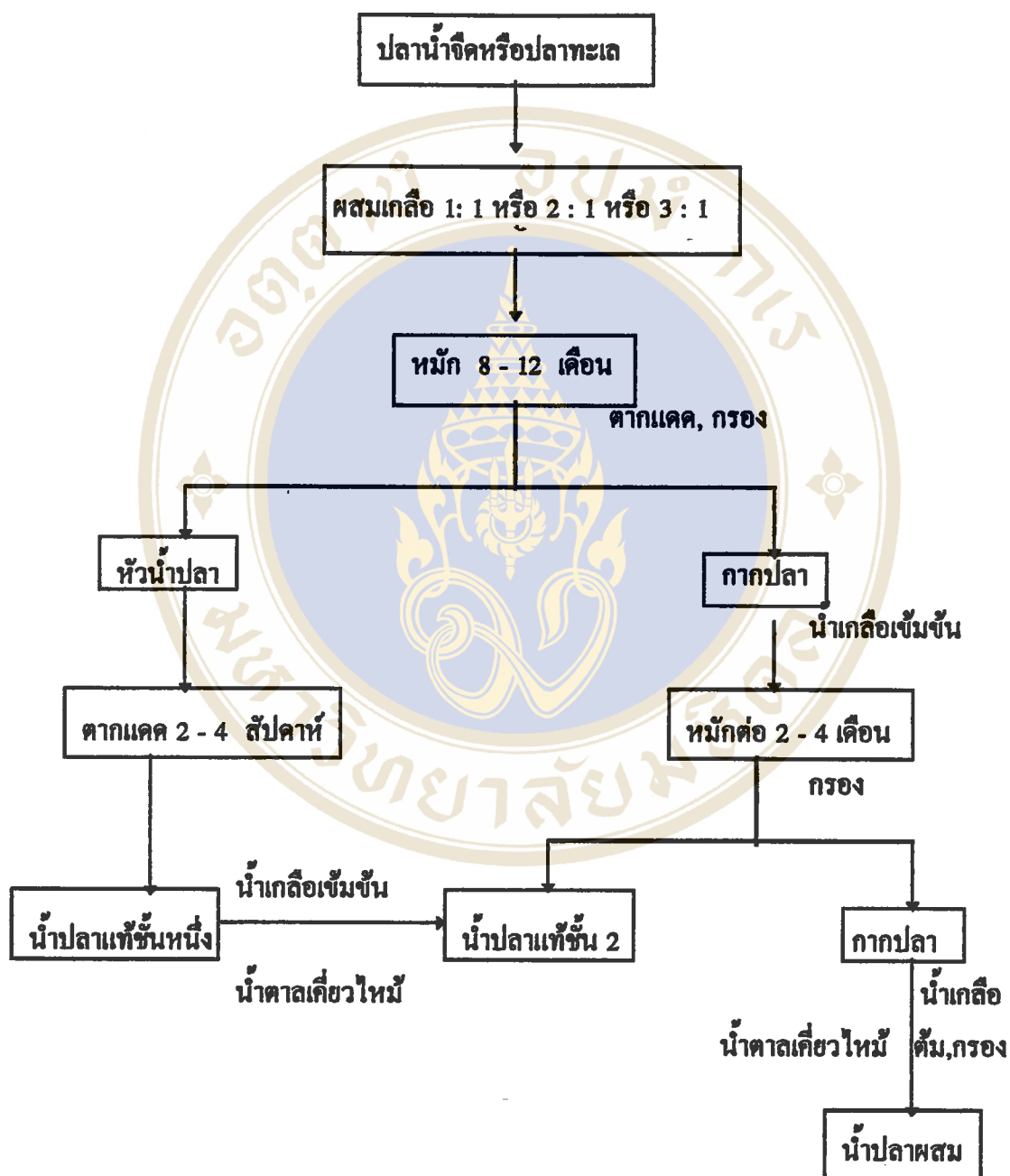
- (3) มีเกลือไม่น้อยกว่า 200 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร
- (4) มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร
- (5) มีกรดกลูตามิกต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.4 แต่ต้องไม่เกิน 1.3
- (6) ไม่ใช่สี เว้นแต่สีน้ำตาลเคียวไหม้หรือสีคาราเมล
- (7) ไม่ใช่วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล

กรรมวิธีการผลิตน้ำปลา (มอก.3-2526)

กรรมวิธีการผลิตน้ำปลาใช้ปลาสดและสะอาดทั้งตัวหรือนำมาบดก่อนหมักกับเกลือโดยการคลุกปลากับเกลือให้ทั่ว ในอัตราส่วน 3:1 บางครั้งอาจใช้อัตราส่วน 1:1 การคลุกปลากับเกลือนั้นต้องคลุกให้ทั่วถึงเพราะหากไม่ทั่วปลาส่วนที่ไม่โดนเกลืออาจจะเน่าเสียมีกลิ่นเหม็นทำให้ได้น้ำปลาที่คุณภาพไม่ดี หรืออาจเสียไปทั้งหมด เมื่อคลุกปลากับเกลือตามอัตราส่วนที่ต้องการแล้ว นำปลาที่คลุกลงหมักในถังหรือไห ซึ่งรองก้นถังหรือไหด้วยเกลือ แล้วโรยเกลือทับอีกทีพร้อมกับเอาของหนักๆ วางทับบนปลากันปลาลอยขึ้นมาเหนือน้ำเกลือ เพราะอาจทำให้น้ำปลาเน่าเสียได้

การหมักน้ำปลาใช้เวลาหมักตั้งแต่ 6 เดือน ถึง 2 ปี ขณะหมักต้องระวังไม่ให้น้ำฝนลงไปในถังหมักเพราะอาจทำให้ความเข้มข้นของเกลือน้อยลงทำให้น้ำปลาเน่า หรืออาจทำให้น้ำปลากลิ่นไม่ดี ขณะหมักควรหมักกลางแดดเพราะแสงแดดจะช่วยเร่งให้โปรตีนในปลาสลายตัวเป็นกรดอะมิโนเร็วขึ้น และทำให้น้ำปลาหมักได้เร็วขึ้น อีกทั้งยังทำให้น้ำปลามีกลิ่นหอมน่ารับประทานอีกด้วย เมื่อหมักได้ที่แล้วไขน้ำปลาออกมา น้ำปลาที่ได้จะไม่ใสต้องกรองผ่านเกลือและกากปลาอีก 2-3 ครั้ง จึงจะได้น้ำปลาที่ใส หลังจากนั้นนำน้ำปลาที่ได้ไปผึ่งแดด 1-2 สัปดาห์ กลิ่นคาวจะหายไป ก็จะได้ น้ำปลาที่หอมน่ารับประทาน

สำหรับกากปลาที่เหลือเอามาแหม่หมักกับน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 20-30 เป็นเวลา 2-4 เดือน จะได้น้ำปลาครั้งที่ 2 กากที่เหลือเอามาทำแบบเดิมจนได้น้ำปลาครั้งที่ 3 ครั้งที่ 4 ครั้งสุดท้ายใช้กากปลาจากครั้งที่ 4 มาคั้นกับน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 30 ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วกรองผ่านทราย และเกลือจะได้น้ำปลาครั้งสุดท้ายซึ่งเรียกว่าหางน้ำปลา ส่วนกากที่เหลือจะใช้ไปทำปุ๋ย เมื่อได้หัวน้ำปลา (น้ำปลาครั้งที่ 1) น้ำปลาครั้งที่ 2,3,4 และหางน้ำปลาแล้วเอามารวมกันตามสัดส่วนเพื่อให้ได้น้ำปลาตามคุณภาพและราคาตามต้องการ จากนั้นบรรจุลงภาชนะส่งออกจำหน่าย



ภาพที่ 3 แสดงกรรมวิธีการผลิตน้ำปลา

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ , 2536

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น น้ำปลาจึงเป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสที่นิยมใช้กันแพร่หลาย แต่ปัจจุบันพบว่า ประชาชนในภูมิภาคห่างไกลจากทะเล หรืออยู่ในบริเวณที่สูง ยังมีการใช้น้ำปลากันน้อยทั้งนี้เนื่องจากความไม่สะดวกในการขนส่งเพราะน้ำปลามีลักษณะเป็นของเหลว ภาชนะบรรจุมักเป็นขวดแก้วหรือโหล ซึ่งมีน้ำหนักมากและเกิดการแตกเสียหายระหว่างการขนส่งอยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาทำน้ำปลาให้อยู่ในรูปที่สะดวกต่อการใช้และขนส่ง โดยแปรรูปเป็นผง สำหรับในประเทศไทย ได้มีการทำน้ำปลาให้เป็นผงโดยวิธีการพ่น ดังรายงานกล่าวว่า ความสำคัญของการทำให้น้ำปลาเป็นผงโดยใช้เครื่องมือ Pilot Plant ขึ้นอยู่กับอัตราการพ่นต่อชั่วโมง หรือนาที ความเข้มข้นของน้ำปลา ความดันและอุณหภูมิด้วย

จากการทดลองทำน้ำปลาผงโดยวิธี Vacuum Distillation ตามรายงานของ อสร. บางเขน (2505 - 2506) ว่า เป็นวิธีการที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองเวลามาก ซึ่งในในการกลั่นนั้น ต้องทำในระยะเวลาติดต่อกันนาน และยังเสียเวลาในการนำออกมาอบแห้งอีก ผลที่ได้จากการทดลอง 32 ครั้ง ใช้น้ำปลา 703.25 ลิตร ได้น้ำปลาผง 230.30 กิโลกรัม

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาการทำน้ำปลาผงด้วย เครื่องมือ Spray Dryer ได้ผลการศึกษาดังตารางที่1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลผลิตที่ได้จากการทดลองทำน้ำปลาผง โดยใช้ Spray Dryer

ครั้งที่	ใช้น้ำปลา (ลิตร)	ได้น้ำปลาผง (กิโลกรัม)	ร้อยละของ ผลผลิต	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
1	105	38.955	37.10	5.67
2	87	31.150	35.80	6.33
3	95	40.425	42.55	7.00
รวม	287	110.530	38.51	19.00
เฉลี่ย	95.666	36.843	38.51	6.33

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารต่อน้ำหนัก 100 กรัม ของน้ำปลาผงบ

ครั้งที่	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เกลือ
1	1.0838	73.3040	15.8937	0.6130	54.9410
2	0.6516	74.0010	16.0150	0.6145	53.1902
รวม	1.7455	147.3050	31.9087	1.2275	108.1312
เฉลี่ย	0.8727	73.6525	15.9543	0.6137	54.0646

2.2 เทคโนโลยีการทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การขจัดน้ำในอาหารออกไป เพื่อให้อาหารอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเพื่อชะลอปฏิกิริยาเคมีที่จะเกิดขึ้นในอาหาร การทำแห้งเป็นวิธีเก็บถนอมอาหารวิธีหนึ่งที่มนุษย์รู้จักมาตั้งแต่โบราณและยังปฏิบัติกันอยู่จนครบเท่าทุกวันนี้ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารแห้งให้คุณประโยชน์หลายประการเช่น

- เก็บไว้ได้นานไม่เสีย
- มีน้ำหนักและขนาดลดลงทำให้ง่ายต่อการเก็บและขนย้าย
- สามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้อง

การทำอาหารแห้ง แรกเริ่มใช้การตากแดด สำหรับภูมิประเทศที่มีแสงแดดมาก เช่น ประเทศไทย แต่สำหรับถิ่นที่มีแสงแดดไม่เพียงพอ ก็จะใช้เครื่องให้ความร้อนช่วยทำแห้ง ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และเมล็ดพืช เพื่อเก็บไว้ใช้ในยามขาดแคลนหรือนำติดตัวไปในการเดินทางในถิ่นทุรกันดาร การตากแห้งเป็นวิธีที่ง่ายใช้อุปกรณ์การตากธรรมดา เช่น ตะแกรงตาก ไม้เสียบ หรือราวสำหรับแขวน จึงเป็นวิธีที่ลงทุนน้อย เพราะแสงแดดไม่ต้องซื้อหา แต่การตากแดดก็มีข้อเสียคือต้องใช้เวลานานกว่าอาหารจะแห้ง ทำให้จุลินทรีย์มีโอกาสเจริญเติบโตทำความเสียหายให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนั้นหากไม่มีวิธีป้องกันที่ดีพอ เช่น เกี่ยวกับเรื่องฝุ่นละออง หรือแมลงได้คอมในระหว่างการตาก ก็เป็นปัญหาสำคัญในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ในปัจจุบันมีผู้ประดิษฐ์อุปกรณ์สำหรับทำแห้งโดยสามารถควบคุมอุณหภูมิและภาวะการทำแห้งได้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นกว่าที่ใช้วิธีการตากแห้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งเป็น

ที่นิยมมากขึ้นและเมื่อเทคโนโลยีทางอาหารได้ก้าวหน้ามากขึ้น จึงทำให้เกิดอุปกรณ์สำหรับทำผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง โดยวิธีต่างๆ กันหลายวิธี เช่น Kiln Dryer, Cabinet Dryer, Vacuum Dryer, Drum Dryer, Spray Dryer, Fluidized Bed Dryer และ Freeze Dryer เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อใช้ในการทำอาหารแต่ละชนิดให้แห้งตามความเหมาะสม และให้ได้คุณภาพดี

Spray Dryer

เป็นอุปกรณ์การผลิตอาหารแห้งแบบพ่นฝอย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนสภาพอาหารเหลวให้เป็นอาหารผง ซึ่งนับว่าอาหารประเภทนี้ จะมีความสำคัญเพิ่มขึ้นมากในวงการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์นมผงต่างๆ กาแฟผง ไข่ผง น้ำผลไม้ผง และเครื่องคั้นผงอื่นๆ

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเครื่องชนิดอื่นที่ใช้ในกระบวนการทำแห้งตรงที่อาหารจะสัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาที่สั้นมาก การทำอาหารเหลวให้เป็นฝอยนี้ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้แก่อาหาร เพื่อให้ในอาหารระเหยได้ง่าย ในขณะที่กระทบลมร้อนในเวลาอันสั้นและในอุณหภูมิที่ไม่สูงเกินไป โดยทั่วไปการทำอาหารผงโดยเครื่องพ่นฝอยนี้ ระยะเวลาระหว่างที่อาหารเหลวผ่านเครื่องพ่นฝอย จนกลายเป็นอาหารผงจะน้อยมากจนแทบจะกล่าวได้ว่าทันที จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์นี้เหมาะที่จะใช้กับอาหารที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน การเสื่อมเสียคุณภาพ เช่น การเปลี่ยนสี การถูกเค็มออกซิเจน การเปลี่ยนแปลงในกลิ่นรส การเปลี่ยนแปลงของโปรตีน จะเกิดขึ้นกับอาหารบางประเภท เมื่อถูกความร้อนในระยะเวลาสั้นๆ ฉะนั้นกรรมวิธีที่ใช้กับอาหารประเภทนี้ ต้องเป็นกรรมวิธีที่สามารถหลีกเลี่ยงการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ กรรมวิธีที่ให้อาหารสัมผัสกับความร้อนในระยะเวลาที่สั้นที่สุดจึงเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสม

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

- 1) หัวฉีดพ่นฝอย ทำให้อาหารเหลวเป็นฝอยได้ตามขนาดที่ต้องการ
- 2) เครื่องให้ความร้อนและพัดลมที่ทำให้เกิดลมร้อนในอุณหภูมิและอัตราความร้อนตามที่ต้องการ
- 3) ห้องร้อน คือบริเวณที่ของเหลวที่พ่นเข้าไปสัมผัสกับลมร้อนทำให้อาหารแห้งเป็นผงทันทีตามที่ต้องการ
- 4) ที่รวมอาหารผง ทำให้เย็นและส่งออกภายนอก

เครื่องให้ความร้อนนั้นอาจใช้ ใช้น้ำร้อน น้ำมัน ก๊าซหรือไฟฟ้าก็ได้ ตามปกติอุณหภูมิที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 90 - 650 องศาเซลเซียส พัดลมควรเป็นขนาดที่ทำให้เกิดอัตราเร็วลมระหว่าง 15 - 46 เมตรต่อวินาที และทางที่อากาศเข้า ควรมีเครื่องกรองอากาศเพื่อกันฝุ่นละอองไม่ให้ผ่านเข้าเครื่องมีละอุนฝุ่นละอองอาจติดลงในผลิตภัณฑ์ได้

ขั้นตอนในการทำแห้งแบบพ่นฝอย (สมบัติ, 2529)

การทำแห้งแบบพ่นฝอย ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำอาหารเหลวให้มีอนุภาคเล็กลงหรือเป็นละอองฝอย (Atomization stage)

เพื่อให้สามารถระเหยน้ำออกจากอาหารเหลวได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากอนุภาคของเหลวมีขนาดเล็กลงจะเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับความร้อนได้มาก ทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ในการฉีดอาหารให้เป็นละอองฝอยอาจใช้หัวฉีดซึ่งใช้แรงดันจากเครื่องสูบน้ำอาหารเหลว (feed pump) หรือแรงดันจากเครื่องอัดอากาศ (air compressor) ส่วนชนิดของเครื่องทำอาหารให้เป็นละอองฝอยจำแนกได้เป็น 3 แบบ คือ

ก. Rotary disc atomizer (เครื่องฉีดแบบหมุน) อาหารเหลวจะถูกป้อนหรือถูกส่งไปยังศูนย์กลางของวงล้อที่หมุนด้วยความเร็วสูง ทำให้อาหารเหลวกระจายเป็นแผ่นบางๆบนผิวของวงล้อหมุนนี้ เนื่องจากอัตราการหมุนของวงล้อสูงมากอาหารเหลวจะถูกทำเป็นละอองฝอยขนาดเล็กมาก ละอองฝอยของอาหารเหลวดังกล่าวจะถูกส่งออกจากวงล้อมาตามแนวราบ และมีมุมฉีดประมาณ 180 องศา อาหารแห้งจะมีขนาดตั้งแต่ 20-120 ไมครอน

ข. Pressure nozzle (เครื่องฉีดแบบหัวฉีดแรงดัน) เครื่องฉีดนี้เป็นชนิดหัวฉีดที่ใช้พลังงานแรงดันในการฉีดกระจายสารละลายให้เป็นละออง โดยอาหารเหลวจะถูกสูบออกจากท่อเล็กๆ แล้วแตกตัวเป็นละอองเล็กๆ หัวฉีดแบบนี้เหมาะสำหรับอาหารที่มีความหนืดสูงซึ่งจะให้อาหารแห้งที่มีขนาดประมาณ 120-125 ไมครอน

ค. Two-fluid nozzles (เครื่องฉีดแบบหัวฉีด 2 หัวพร้อมกัน) หลักการทำงานคืออาศัยความดันจากอากาศทำให้อาหารเหลวแตกออกเป็นละอองเล็กๆ และจากแรงปะทะกันของหัวฉีดทั้งสองจะทำให้อาหารเหลวแตกตัวออก จะได้อาหารเหลวที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมครอน

2. การสัมผัสระหว่างอากาศร้อนกับอาหารเหลว แบ่งตามลักษณะการไหลและผสมกันได้ 3 แบบ ได้แก่

ก. cocurrent flow (การไหลไปทางเดียว)

อาหารเหลวและอากาศร้อนไหลเข้าทางเดียว วิธีนี้เหมาะสำหรับสารละลายของอาหารที่ไวต่อความร้อน การระเหยเกิดขึ้นเร็วและใช้เวลาสั้นมาก อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศร้อนที่ไหลออก การไหลแบบนี้ใช้กับเครื่องฉีดทั้ง 3 แบบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีค่าความหนาแน่นรวมต่ำ (low bulk density)

ข. countercurrent flow (การไหลสวนทางกัน)

อาหารเหลวและอากาศร้อนไหลเข้าในทิศทางตรงข้ามกัน วิธีนี้ความร้อนจะถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ไม่เหมาะกับอาหารที่ไวต่อความร้อน ใช้ได้เฉพาะเครื่องฉีดที่มีหัวฉีดเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่าความหนาแน่นรวมสูง (high bulk density)

ค. mixed flow (การไหลแบบผสมกัน)

สารละลายและอากาศร้อนจะไหลทางเดียวและสวนทางพร้อมกัน การเลือกใช้ลักษณะการไหลและผสมกันของอากาศร้อนกับอาหารเหลว ต้องคำนึงถึงลักษณะอาหารเหลวนั้นว่าสามารถทนต่ออุณหภูมิและไม่สูญเสียคุณภาพไป

อากาศที่ใช้ในเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยนี้ได้จากความร้อน 2 แบบด้วยกัน คือ แบบทำให้ร้อนโดยตรงและโดยทางอ้อม แบบแรกเป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้ก๊าซร้อนนำไปใช้โดยตรงหรือขดลวดไฟฟ้าให้ความร้อนแก่เครื่องอบ แบบนี้มีข้อดีที่การสูญเสียความร้อนน้อย ส่วนแบบทำความร้อนโดยทางอ้อมได้จากการให้อากาศไหลผ่านเครื่องทำความร้อนซึ่งอาจผลิตความร้อนจากไอน้ำหรือการเผาไหม้เชื้อเพลิงอื่นได้ แบบหลังนี้ให้อากาศร้อนที่สะอาด ไม่เป็นอันตรายและสะดวกในการใช้งาน

3. ช่วงการระเหย (Evaporation Stage)

เมื่อหยดของอาหารเหลวสัมผัสกับอากาศร้อน จะเกิดการระเหยที่ผิวของสารละลาย เกิดเป็นไออิ่มตัวมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature) ของอากาศร้อน

การระเหยของหยดอากาศเหลวเกิดเป็น 2 ขั้นตอน คือ อัตราการระเหยคงที่และอัตราการระเหยไม่คงที่ ขั้นตอนแรกจะเกิดเมื่อความชื้นภายในหยดอาหารเหลวมียู่มากพอที่จะแพร่กระจายไปที่ผิวจนอิมตัวอัตราการระเหยจึงคงที่ ขั้นตอนที่ 2 เกิดเมื่อปริมาณความชื้นลดต่ำกว่าสถานะอิมตัวและจะเข้าสู่จุดวิกฤต (critical point) ผิวของหยดอาหารเหลวจะเริ่มแห้ง อัตราการระเหยช่วงนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายความชื้นผ่านผิวนอกที่แห้ง ความหนาของชั้นผิวนอกที่แห้งจะมากขึ้นตามเวลา อัตราการระเหยจึงมีค่าลดลง

4. การแยกอาหารผงจากภาชนะทำแห้ง มี 2 วิธีได้แก่

ก. การแยกภายในเครื่องทำแห้ง เป็นการแยกผลิตภัณฑ์ออกจากอากาศร้อน โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กจะไหลออกจากเครื่องพร้อมกับอากาศและถูกแยกจากกัน โดยเครื่องเก็บอนุภาคแบบลมหมุน (cyclone collector) เครื่องกรองแบบถุง (bag filter) หรือเครื่องจับอนุภาคแบบเปียก (wet scrubber)

ข. การแยกภายนอกเครื่องทำแห้ง ผลิตภัณฑ์และอากาศจะไหลออกจากเครื่องอบพร้อมกันจะนำมาทำการแยกภายนอกโดยใช้เครื่องเก็บอนุภาคแบบลมหมุนหรือเครื่องกรองแบบถุง สารละลายอาหารเหลวที่นำมาทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยอาจเกิดปัญหาในการจับตัวเป็นก้อนของผลิตภัณฑ์ติดอยู่ตามผนังเครื่อง ทำให้อุณหภูมิที่ผนังของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยไม่สูงเกินไปโดยห้องอบส่วนที่เป็นรูปกรวยมีอากาศเย็นไหลผ่านบริเวณผนังเครื่อง การสัมผัสระหว่างอากาศร้อนกับอาหารเหลวในห้องอบเป็นแบบไหลทางเดียวและการแยกผลิตภัณฑ์จากอาหารชื้นจะกระทำภายนอกเครื่องเพื่อให้เวลาที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในเครื่องสั้นที่สุด

อิทธิพลของตัวแปรในการดำเนินงาน (Tamsma และคณะ, 1967)

1. การเลือกชนิด การออกแบบและดำเนินงานเกี่ยวกับเครื่อง Spray dryer

เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยทั้งแบบ Rotary disc atomizer และหัวฉีด (nozzle)

จะให้ละอองฝอยแตกต่างกัน เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยแต่ละชนิดจะมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในการเลือกชนิดของหัวฉีดของของเหลวจะขึ้นกับอนุภาคผง และลักษณะการกระจายของขนาดผงอาหาร (particle size distribution) ที่ต้องการ โดยทั่วไปการเพิ่มพลังงานในการพ่นฝอยโดยสถานะในการป้อนอาหารคงที่ จะทำให้ขนาดของหยดหรือละอองของของเหลวที่ออกจากหัวฉีดมีขนาดเล็กลง ดังนั้น การเพิ่มความดันใน pressure nozzle หรือการเพิ่มรอบในการหมุนของ rotary

disc atomizer หรือการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศและของเหลว ในหัวฉีดแบบ two-fluid nozzle จะมีผลทำให้ผงที่ได้มีขนาดเล็กลงและมี bulk density สูงขึ้นด้วย

ในการเปรียบเทียบเครื่องป้อนอาหารเหลว 2 แบบ พบว่า rotary disc atomizer มีข้อดีดังนี้คือ

- 1) สามารถให้กำลังผลิตสูงโดยไม่ต้องเพิ่มจำนวนหัวเหวี่ยง
- 2) สามารถใช้กับของเหลวซึ่งมีความกักกร่อนสูง
- 3) ไม่มีปัญหาจากการอุดตันของของเหลว เพราะช่องไหลออกมีขนาดใหญ่
- 4) เป็นระบบที่ใช้ความดันต่ำ ซึ่งง่ายต่อการป้อนของเหลว
- 5) ขนาดของอนุภาคละเอียด สามารถควบคุมได้โดยปรับความเร็วในการหมุนวง

ลือ

2. คุณสมบัติของของเหลว

การเพิ่มความหนืดของของเหลว หรือลดอุณหภูมิของของเหลวก่อนเข้าเครื่อง จะทำให้ละอองมีขนาดใหญ่ขึ้น การเพิ่มความเข้มข้นของของเหลวมีผลต่อสถานะการระเหยน้ำ โดยทั่วไปจะมีผลทำให้ขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้น และมี bulk density สูงขึ้น

3. อัตราการป้อนของเหลว

เมื่ออัตราการป้อนของเหลวเพิ่มขึ้นในขณะที่สถานะอื่นคงที่ จะได้อาหารแห้งที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

4. การออกแบบภาชนะทำแห้ง

สำหรับอาหารที่มีลักษณะเป็น thermoplastic หรือ hygroscopic การออกแบบภาชนะทำแห้งต้องออกแบบอย่างละเอียดรอบคอบ ผนังของภาชนะทำแห้งจะต้องมีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอ ดังนั้นผนังด้านในของภาชนะทำแห้งจะต้องมีชั้นของฉนวนหุ้มรอบๆหรือต้องใช้ฉนวนเป็นไปรอบๆ ผนังของภาชนะ

5. อัตราการไหลของอากาศ

เป็นตัวควบคุมเวลาที่อาหารจะอยู่ในภาชนะทำแห้ง (residence time) การเพิ่มเวลาให้อาหารอยู่ในภาชนะทำแห้งนานขึ้นจะมีผลทำให้การระเหยน้ำมีมากขึ้น การลดความเร็วของ

อากาศช่วยให้เก็บรวบรวมอาหารผงจากภาชนะทำแห้งได้ดีแต่ความสามารถของเครื่องจักรลดลง แก้ไขได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของลมเข้า ซึ่งจะทำให้การระเหยนํ้ารวดเร็วแต่ bulk density จะลดลง เพราะผงที่ได้มีรูพรุน (porosity) มากขึ้น

6. อุณหภูมิในการทำแห้ง

อุณหภูมิของลมเข้า : การเพิ่มอุณหภูมิเข้า โดยที่อัตราการป้อนของอาหารเหลวคงที่ จะเพิ่มความสามารถในการระเหยนํ้า (evaporative capacity) ทำให้การทำแห้งประหยัดขึ้น และ bulk density ลดลง อุณหภูมิของลมออก : เมื่ออุณหภูมิของลมออกเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในอาหารผงจะลดลง ในการปฏิบัติงานโดยมีอุณหภูมิลมออกต่ำเพื่อให้ได้ผงที่มีความชื้นสูงนั้น จะมีการทำผงโดย agglomeration อีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อผลิตผงชนิดละลายนํ้าได้ทันที (instant powder)

ในการผลิตนํ้าปลาผงครั้งนี้เพื่อให้สะดวกต่อการใช้จึงได้มีการศึกษาการแปรรูปเป็นเม็ดโดยใช้หลักการเกี่ยวกับการผลิตยาเม็ด

2.3 การทำเม็ด (มนต์ชุติ, 2525)

การทำผลิตภัณฑ์เม็ดหรือยาเม็ดต้องมีส่วนประกอบดังนี้

1. ตัวผลิตภัณฑ์
2. สารที่ช่วยให้ตอกเม็ดได้

2.1 สารเพิ่มปริมาณ (diluent) เป็นสารเพิ่มปริมาณในการช่วยเพิ่มปริมาณเนื้อผลิตภัณฑ์ให้มากเพียงพอที่จะตอกเป็นเม็ดได้ สารที่นิยมกันได้แก่ แล็กโทส (lactose) , แป้ง (starch) , น้ำตาล (sucrose), แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) เป็นต้น

2.2 สารยึดเกาะ (binders) เป็นสารที่ทำให้เกิดการเกาะกันระหว่างสารที่เป็นผงและคงสภาพเกาะกันในระหว่างการผลิตหลังตอก นอกจากนั้นทำให้เพิ่มคุณสมบัติด้านการไหล ทำให้แกรนูลที่ได้มีขนาดและความแข็งแรงตามต้องการ มีความสม่ำเสมอจนตลอดทั้งเม็ด สารยึดเกาะที่นิยมใช้ได้แก่ แป้งในรูปแป้งเปียก อะเคเซีย (Acacia), เจลาติน (gelatin), น้ำเชื่อม เป็นต้น

2.3 สารหล่อลื่น (lubricant) เป็นสารที่ช่วยลดแรงเสียดสี ช่วยในการไหลของแกรนูล และช่วยป้องกันสารติดหน้าสากและแม่พิมพ์ ซึ่งมีสารหลายชนิดให้เลือกใช้ตามแต่หน้าที่ที่ต้องการ

เช่น แมกนีเซียมสเตียเรท (magnesium stearate) ช่วยลดแรงเสียดสีและเป็นสารกันติด แป้ง และ ทัลคัม (talcum) เป็นสารช่วยไหลและสารกันติด เป็นต้น

2.4 สารช่วยแตกตัว (disintegrant) เป็นสารที่ใส่ในยาเม็ดทำให้เกิดการแตกตัวเมื่อโดนน้ำ โดยทั่วไปสารช่วยแตกตัวต้องมีคุณสมบัติต่อต้านประสิทธิภาพของตัวยึดเกาะและแรงจับทางกายภาพที่เกิดขึ้นภายใต้แรงอัด สารช่วยแตกตัวเมื่อโดนน้ำจะเกิดอาการพองตัวและเพิ่มปริมาตร เกิดแรงดัน ทำให้เม็ดยาแตกตัวออกเป็นส่วนตัวๆ เพิ่มการดูดซึมโดยการเพิ่มพื้นที่ผิวของสาร ตัวที่นิยมใช้คือ แป้งชนิดต่างๆ อัลจิเนต กัม เป็นต้น

2.5 สารลดแรงตึงผิว (surfactant) เป็นสารซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เม็ดเพิ่มหรือลดการแตกตัวได้ ซึ่งต้องเลือกใช้ตามชนิดและปริมาณที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ลดความแข็งแรงของเม็ด สารเหล่านี้ ได้แก่ โซเดียมลอริลซัลเฟต ทวิน 20, 21, 40, 60 , 65, 80 และ 85 เป็นต้น

3. สารที่ใส่แต่ไม่ใช่สารที่ช่วยในการดกเม็ด

3.1 สี ใส่ลงในเม็ดเพื่อให้เม็ดสวยงามสะดวกต่อการควบคุมระหว่างดก ทำให้สามารถบอกความแตกต่างเม็ดแต่ละชนิด สีที่ใช้ต้องเป็นสีสำหรับอาหารและเครื่องสำอาง การเลือกใช้สีตัวไหนนั้นต้องคำนึงถึงกฎข้อบังคับของคณะกรรมการอาหารและยา และประกาศกระทรวงสาธารณสุข และรายชื่อสีหาได้ในรหัสสีสากล (code of federal regulation)

3.2 สารแต่งกลิ่นรส (Flavor and Sweetener) สารแต่งกลิ่นมีในรูปของน้ำมันหอมระเหยและผง การแต่งกลิ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยทำได้โดยการละลายน้ำมันหอมระเหยในแอลกอฮอล์พ่นฉีดลงบนแกรนูลแห้ง หรือผสมใส่ลงในทัลคัม สารให้ความหวานใช้ในการแต่งรสให้ดีขึ้น ได้แก่ ซัคคาริน (Saccharin), แอสปาเทม (Aspartame) เป็นต้น

3.3 สารดูดซับ (Adsorbent) เป็นสารซึ่งสามารถรับสารละลายไว้ได้บางส่วนในสถานะของแข็ง สามารถดูดซับพวกน้ำมันหรือสารสกักที่เป็นของเหลวและยังมิคุณสมบัติการไหลได้ดี ได้แก่ ซิลิคอนไดออกไซด์ (Silicon dioxide) แมกนีเซียมออกไซด์ (magnesium oxide) เป็นต้น

วิธีการทำเม็ด

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1. วิธีแบบแห้ง (Dry Method) เป็นวิธีการที่ไม่มีน้ำหรือของเหลวมาเกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น

1.1 วิธีการตอกโดยตรง (Direct Compression) อาจมีหรือไม่มีสารช่วยก็ได้

1.2 การทำแกรนูลโดยการตอก (Granulation by Compression) ทำได้โดยนำเอาผงมาอัดโดยการตอกให้เป็นเม็ดขยาหน้าแบบเรียกว่า slugs แล้วเอามาย่อยให้เป็นแกรนูลโดยผ่านแรง ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการไหลและการเกาะตัวกันดีขึ้น

2. วิธีแบบเปียก (Wet Method) เป็นวิธีการที่มีน้ำหรือของเหลวช่วยเป็นวิธีที่นิยมแพร่หลายมานาน เนื่องจากแกรนูลที่ได้มีคุณสมบัติเหมาะต่อการทำยาเม็ดที่ดี ซึ่งต้องใช้สารยึดเกาะที่ทำให้เกิดแกรนูลแบบเปียก ผ่านแรงแล้วทำให้แห้งก่อนนำไปใส่สารช่วยในการตอกเม็ด

เนื่องจากน้ำปลาเม็ดที่เราผลิตได้มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เกลือ ซึ่งเกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น ดังนั้นจึงทำให้น้ำปลาเม็ดเมื่อเก็บไว้ในสภาวะเปิดจะทำให้เกิดการเสื่อมละลายได้ ถ้าไม่บรรจุในภาชนะที่เหมาะสม ซึ่งภาชนะบรรจุที่จะใช้กับน้ำปลาเม็ดต้องเป็นภาชนะที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความชื้น

2.4 ภาชนะบรรจุ (วัสดุ 2534)

การบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญในการที่สินค้าจะออกจากแหล่งผลิตไปสู่ผู้ซื้อได้โดยมีความสำคัญดังนี้คือ

- 1) ป้องกันและรักษาคุณภาพของสินค้าหรืออาหาร
- 2) ให้ความสะดวกในการขนส่ง ขนถ่าย เก็บรักษา และจำหน่าย
- 3) ช่วยสื่อความหมาย
- 4) ช่วยในการส่งเสริมการขาย

นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ยังมีหน้าที่ในการปกป้อง ป้องกัน ห่อหุ้ม คุ้มครอง ให้ข้อมูล ช่วยผู้บริโภคในการเลือกซื้อ ลดความสูญเสีย สร้างงาน รับรองในความปลอดภัยและถูกอนามัย ช่วยให้ราคาสินค้าต่ำลง ประหยัดพลังงาน ช่วยส่งเสริมการขาย และโฆษณาสินค้า ช่วยมิให้ผู้ซื้อทำอันตรายตัวสินค้า และช่วยให้เกิดการบริการตัวเองของผู้ซื้อในบ้านค้าได้

วัสดุที่ใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ กระดาษ โลหะ แก้ว พลาสติก ไม้ และพืช สำหรับอาหารแห้งนั้น กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ของภาชนะบรรจุอาหารแห้งไว้ดังนี้

- 1) สามารถป้องกันความชื้น ป้องกันไอน้ำจากสภาวะอากาศรอบๆ ไม่ให้ผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับอาหารหรือทำให้อาหารขึ้น
- 2) สามารถป้องกันอากาศ ป้องกันออกซิเจนจากสภาวะอากาศ ถ้ามีออกซิเจนจะทำปฏิกิริยาเคมีในอาหารแห้งเกิดเร็วขึ้น อายุการเก็บสั้นลง และอาจเหม็นหืนได้ถ้ามีไขมัน
- 3) ทนทานต่อการกดหรือเสียดสี เนื้ออาหารแห้งมักแข็ง เปราะ แตกง่าย มีส่วนแหลมคม สามารถทิ่มแทงภาชนะบรรจุ ดังนั้นภาชนะบรรจุที่นิยมใช้กับอาหารแห้งจึงได้แก่
 - ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene; PE) โพลีโพรพิลีน (Polypropylene; PP) หรือประกบกับพลาสติกต่างชนิด หรือวัสดุอื่น เช่น แผ่นเปลวอลูมิเนียม กระดาษ
 - ถาด ถ้วย กล่อง จากแผ่นพลาสติก
 - ขวดแก้ว
 - กล่องกระดาษแข็ง ภายในกล่องอาจมีพลาสติกบรรจุอาหารแห้งอีกชั้น

สำหรับการเลือกภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไวต่อความชื้นนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงด้านเทคนิคและทางเศรษฐกิจแล้วผู้จำหน่ายยังจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการยอมให้ไอน้ำซึมผ่านได้ (water vapor permeability) ของวัสดุ เพื่อให้สอดคล้องกับเวลาที่ต้องการเก็บอาหารนั้น

การบรรจุน้ำปลาเม็ดจะต้องบรรจุในภาชนะที่แห้ง สะอาดและปิดสนิท เพื่อกันไม่ให้อากาศเข้าหรือออกได้ เพราะป้องกันไม่ให้เกิดการดูดความชื้นจากอากาศ ในการวิจัยนี้เลือกศึกษาภาชนะการเก็บในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ Al-laminate และ High density polyethylene (HDPE) ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

HDPE มีลักษณะขุ่นมัว ความหนาแน่นสูง แข็ง ชีตหยุ่นได้ มีจุดหลอมเหลวในการผลิตสูงประมาณ 170-220 องศาเซลเซียส เนื้อพลาสติกมีคุณสมบัติที่สามารถผลิตได้บาง เหนียว แข็งแรง ทนต่อแรงกระแทก น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ ทนความร้อนได้ถึง 100 องศาเซลเซียส

และทนความเย็นได้ถึง -50 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่จะใช้ สามารถผลิตเป็นถุงได้กว้างประมาณ 1 เมตร

Al-laminate เป็นแผ่นประกบของแผ่นพลาสติกชนิดต่างๆ ที่นำมาทำภาชนะบรรจุ เรียกว่า ถุงลามิเนต ให้มีคุณสมบัติครบถ้วนยิ่งขึ้นตามความต้องการ เช่น

- ถุงลามิเนตที่ใช้ต้มได้ ทำจากแผ่นประกบของโพลีเอสเตอร์และแผ่นโพลีเอทิลีน
- ถุงลามิเนตที่ใช้บรรจุอาหารแบบสูญญากาศ ทำจากแผ่นประกบของแผ่นไนลอนและแผ่นโพลีเอทิลีน
- ถุงลามิเนตที่ใช้บรรจุอาหารที่ทำให้แห้งโดยวิธีเยือกแข็งแบบสูญญากาศ ทำจากแผ่นประกบของไมลาร์ แผ่นอลูมิเนียมบางๆ และแผ่นโพลีเอทิลีน
- ถุงลามิเนตกันแสงสว่าง ความชื้นและก๊าซ ใช้บรรจุอาหารสำเร็จรูปพวกอาหารผงแห้ง เช่น ชุบผง เครื่องดื่มผง เป็นต้น ทำจากแผ่นโพลีเอทิลีนประกบกับแผ่นอลูมิเนียมบางๆ และโพลีเอทิลีน

นอกจากน้ำปลาเม็ดยังถูกใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งรสชาติอาหารแล้ว น้ำปลาเม็ดยังสามารถใช้เป็นสื่อนำสารอาหาร โดยเฉพาะสารไอโอดีนซึ่งปัจจุบันเป็นปัญหาสำคัญต่อสุขภาพของประชาชนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.5 สารไอโอดีนในน้ำปลา (สุริย , 2536)

ไอโอดีนเป็นธาตุที่เกิดตามธรรมชาติมีน้ำหนักอะตอม 127 หนักมากที่สุดในหมู่ธาตุฮาโลเจน (F, Cl, Br, I) เริ่มแสดงคุณสมบัติบางอย่างของโลหะ ไอโซโทปของไอโอดีนที่พบในธรรมชาติมีน้ำหนักอะตอมไม่มากหรือน้อยกว่านี้ ซึ่งแตกต่างจากไอโซโทปของไอโอดีนที่ได้จากการผลิตซึ่งมีน้ำหนักอะตอม 131 และเป็นสารกัมมันตรังสีใช้ประโยชน์ในห้องทดลองและในทางการแพทย์

คุณสมบัติโดยทั่วไปของไอโอดีนคือมีจุดหลอมเหลวที่ 113.6 องศาเซลเซียส จุดเดือด 185 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นในสภาพที่เป็นของแข็งที่ 20 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.93 กรัม/ลบ.ซม. ไอโอดีนละลายน้ำได้เล็กน้อย คือที่ 0 องศาเซลเซียส ละลายได้ 0.0162 ส่วนในน้ำ 100 ส่วน และที่ 100 องศาเซลเซียส ละลายได้ 0.45 ส่วนในน้ำ 100 ส่วน

ไอโอดีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการสร้างฮอร์โมนไทรอยด์และไตรไอโอโดไทโรนีน (Tri-iodothyronine) ฮอร์โมนที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนสองชนิดนี้ได้แก่ ต่อมไทรอยด์ การสร้างฮอร์โมน ดังกล่าวต้องอาศัยสารตั้งต้นคือ ไทโรซีน (Tyrosine) และไอโอดีน ในหนึ่งโมเลกุลของไทรอยด์มีไอโอดีน อยู่ 4 อะตอม จึงนิยมเรียกสั้นๆว่า T3 ทั้ง T4 และ T3 มีบทบาทสำคัญต่อการใช้พลังงานของร่างกาย เมื่อร่างกายขาดไอโอดีนการสังเคราะห์ฮอร์โมนดังกล่าวจะไม่สมบูรณ์ ฮอร์โมนที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ทำหน้าที่สำคัญในร่างกาย คือ ช่วยในกระบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน นอกจากนี้ยังช่วยในการทำงานของระบบประสาทส่วนสมองและประสาทอัตโนมัติ

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (อุดมเกียรติ , 2539)

ไอโอดีนในสภาพปกติ เป็นของแข็งสีดำน้ำเงิน (bluish-black) น้ำหนักอะตอม (atomic weight) 126.9 จุดหลอมเหลว 113.6 องศาเซลเซียส กลิ่นเฉพาะตัว ไอโอดีนมีฤทธิ์กัดกร่อน ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.5 ระเหิดได้ที่อุณหภูมิห้อง ไอโอดีนละลายได้ดีในสารละลายไอโอไดค์ และในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เบนซีน คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) เอทานอล และเอทิลอีเทอร์ โดยละลายได้ 14.1, 16.5, 21.4 และ 25.2 กรัมไอโอดีนต่อ 100 กรัม ตัวทำละลาย ที่ 25 องศาเซลเซียสละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่สามารถละลายในน้ำเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 25 และ 100 องศาเซลเซียส ไอโอดีนละลายในน้ำได้ 0.34 และ 4.48 กรัม ไอโอดีนต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ ได้สารละลายสีน้ำตาลมีสภาพเป็นกรด ส่วนการละลายของไอโอดีนในตัวทำละลายคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) หรือคาร์บอนไดซัลไฟด์ ได้สารละลายที่มีสีม่วง

ไอโอดีนเป็นธาตุฮาโลเจน (halogen element) ซึ่งอยู่ในกลุ่ม VIIA ของตารางธาตุ (periodic table) ได้แก่ ฟลูออรีน (F) คลอรีน (Cl) บ्रोมีน (Br) ไอโอดีน (I) และแอสเททีน (At) ไอโอดีนเป็นธาตุที่มีปฏิกิริยารุนแรง จึงไม่อยู่ในสภาพอิสระตามธรรมชาติ รวมตัวได้อย่างรวดเร็วกับธาตุอื่นๆ เกือบทั้งหมด ยกเว้นก๊าซเฉื่อย ซัลเฟอร์ และซีลีเนียม ไม่ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับคาร์บอน ไนโตรเจน หรือออกซิเจน ปฏิกิริยาของไอโอดีนมีความรุนแรงและความคงตัวน้อยกว่าธาตุฮาโลเจนอื่นๆ แต่สำหรับสารประกอบไอโอดีนที่ไอโอดีนมีวาเลนซ์ (Valence) เป็นบวกหรือรวมตัวเป็นสารประกอบออกไซด์ จะมีความคงตัวมากกว่าธาตุฮาโลเจนอื่นๆ ปกติไอโอดีนมีวาเลนซ์

ซีเป็น -1, +3, +5 และ +7 สารประกอบไอโอดีนส่วนใหญ่ ไอโอดีนจะมีวาเลนซีเป็น -1 (ไอโอได์) +5 (ไอโอเดต) และ +7 (เพอร์ไอโอเดต)

ไอโอดีนในสารละลายที่เป็นกรด จะเป็นตัวออกซิไดซ์อ่อนๆ (mild oxidizing agent) สามารถออกซิไดซ์ซัลไฟด์เป็นซัลเฟต หรือไทโอซัลเฟตเป็นเตตราไทโอเนต แต่ไอโอได์ในสารละลายนี้ จะปรีดิคซ์เกลือของเหล็กและทองแดง (ferric and cupric salt) รวมทั้งปรีดิคซ์สารประกอบของวานาเดียม (vanadium) โครเมียม (chromium) และแมงกานีส (manganese) ที่มีวาเลนซีสูงสุด ได้ไอโอดีนปลดปล่อยออกมา ในสารละลายนี้ ถ้ามีสารซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ เช่น คลอรีน โบรมีน กรดไนทริก (nitrous acid) และกรดไนตริก (nitric acid) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารละลายที่ร้อน จะสามารถออกซิไดซ์ไอโอได์เป็น ไอโอดีน แต่ถ้าสารละลายเป็นกลาง (neutral) และเย็น หรือสารละลายเป็นกรดเล็กน้อยและมีไนเตรตเจือปน ปฏิกริยาปลดปล่อย ไอโอดีนจะไม่เกิดขึ้น ไอโอดีนในสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น หรือสารละลายคลอรีน โบรมีน คลอเรต โบรเมต หรือเพอร์มังกานิคจะถูกออกซิไดซ์เป็นไอโอเดต ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับไอโอได์ เช่น โพแทสเซียมไอโอได์ (KI) ได้ไอโอดีนเกิดขึ้น



ไอโอดีนในสารละลายที่เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อยจะเป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงขึ้น สามารถออกซิไดซ์อาร์เซนิก (arsenic) วาเลนซี +3 (As^{+3}) เป็นอาร์เซนิกวาเลนซี +5 (As^{+5}) แต่ในสารละลายของไฮโปคลอไรต์ (hypochlorite) หรือไฮโปโบรมิต (hypobromite) ไอโอดีนจะถูกออกซิไดซ์เป็นไอโอเดต สำหรับปฏิกิริยาการทำลายไอโอดีนที่จะทิ้งไปจะใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 300 ลบ.ซม. ซึ่งมีโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เจือปน 0.1 กรัม สามารถทำลายไอโอดีนได้ประมาณ 5 กรัม ตามปฏิกิริยาดังนี้



แหล่งของไอโอดีน

ไอโอดีนมีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ทั้งในดิน หิน น้ำใต้ดิน น้ำทะเล และสิ่งมีชีวิตต่างๆ แต่มีปริมาณน้อยมาก เช่น ในน้ำทะเลมีปริมาณไอโอดีน 0.05 ส่วนในล้านส่วน พื้นผิวโลกมีปริมาณไอโอดีน 0.3 ส่วนในล้านส่วน ส่วนในสาหร่ายทะเลสีน้ำตาลวงศ์ลามินาเรีย (*Laminaria family*) มีปริมาณไอโอดีนค่อนข้างสูง คือ ประมาณร้อยละ 0.45 ของน้ำหนักแห้ง โดยทั่วไปสาหร่ายทะเล (*Seaweed*) มีปริมาณไอโอดีนร้อยละ 0.4 - 0.6 ของน้ำหนักแห้ง สำหรับสาหร่ายทะเลเคลป์ (*Kelp*) มีปริมาณไอโอดีน 0.8-4.5 กรัมต่อกิโลกรัม ปกติอาหารทะเลจะเป็นแหล่งไอโอดีน โดยหอยนางรม (*oyster*) มีปริมาณไอโอดีนสูงสุด ตามด้วยหอยกาบ (*clam*) กุ้งล็อบสเตอร์ (*lobster*) กุ้ง (*shrimp*) ปลูและปลา สำหรับปลาแซลมอน (*salmon*) มีปริมาณไอโอดีนน้อยที่สุดในกลุ่มอาหารทะเล เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารตามธรรมชาติทั่วไป อาหารทะเลมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่ามาก ตัวอย่างเช่น ปลาน้ำเค็ม มีปริมาณไอโอดีน 300 - 3,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ปลาน้ำจืดมีปริมาณไอโอดีน 20 - 40 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับแหล่งผลิตไอโอดีนเพื่อการค้าอยู่ที่ประเทศชิลี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยไอโอดีนสะสมอยู่กับแหล่งของสารไนเตรต (*nitrate deposits*) ในรูปของไอโอเคต เช่น แคลเซียมไอโอเคต ($\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$) คิดเป็นปริมาณไอโอดีน ร้อยละ 0.02 - 1.0 ของน้ำหนัก

ปริมาณไอโอดีนในอาหารประเภทต่างๆ (ตารางที่ 1) จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของอาหารนั้นและการเติมสารลงไป ปริมาณไอโอดีนในน้ำดื่มจะมาจากไอโอดีนและหินที่น้ำสัมผัส ในพืชและผักจะมาจากไอโอดีน น้ำและปุ๋ย และในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ ส่วนใหญ่มาจากน้ำและอาหารสัตว์ที่มีการเสริมไอโอดีนลงไป ตัวอย่างเช่น อาหารสัตว์ที่เติมสีแดงเออร์โทรซิน ($\text{C}_{20}\text{H}_6\text{I}_4\text{Na}_2\text{O}_9$) ซึ่งสีชนิดนี้มีไอโอดีนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 58 ในอาหารโคนม มีการเติมเอทิลีนไดอะไมนไดไฮโดรไอโอไดด์ (*ethylenediamine dihydroiodide*) ในอาหารที่ผ่านกรรมวิธีการผลิต (*Processed food*) ซึ่งมีการใช้วัตถุเจือปนอาหารที่มีไอโอดีนเป็นส่วนประกอบ เช่น ใช้แคลเซียมหรือโพแทสเซียมไอโอเคตปรับปรุงลักษณะของโด (*dough strengthener*) ในกระบวนการผลิตขนมปังและขนมอบอื่นๆ นอกจากนี้ไอโอดีนยังอาจมาจากสารทำความสะอาด (*sanitizing agent*) ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารไอโอโดฟอร์ (*iodophor*) เป็นต้น

ตารางที่ 3 ปริมาณไอโอดีนในอาหาร

ชนิดอาหาร	ปริมาณไอโอดีนโดยเฉลี่ย ($\mu\text{g/serving}$)
1. เครื่องดื่ม เช่น เครื่องดื่มเชอร์รี่, ไวน์, โคล่ากระป๋อง, โซดา มะนาวกระป๋อง ฯลฯ	1
2. ไขมันและซอส เช่น มาของเนส, เนย, ซีอิ๊วขาว ฯลฯ	1
3. ผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล, สับปะรด, ส้ม, แดงไทย, ลูกพลับแห้ง, ลูกเกดแห้ง ฯลฯ	2
4. น้ำผลไม้ เช่น น้ำส้มกระป๋อง, น้ำสับปะรดกระป๋อง, น้ำลูกเกด กระป๋อง	3
5. อาหารให้รสหวาน เช่น น้ำจิ้มทำจากมะเขือเทศ, น้ำผึ้ง, เซลลูล์ อ์จน, ลูกกวาดรสช็อกโกแลตนม, คาราเมล ฯลฯ	3
6. ผักและผลิตภัณฑ์ เช่น ต้นหอม, ผักชี, กระหล่ำปลีคอง, ข้าว โพดกระป๋อง, เห็ดกระป๋อง ฯลฯ	6
7. ชุป เช่น ชุปเนื้อกระป๋อง, ชุปไก่กระป๋อง	12
8. ขนมทำจากเมล็ดพืช เช่น พายแอปเปิ้ลแท้แข็ง, เค้กช็อกโกแลต, โดนัท, คุกกี้ ฯลฯ	13
9. เนยแข็ง (อเมริกัน, เชดดาร์)	14
10. ผลิตภัณฑ์จากเมล็ดพืช เช่น ขนมนึ่ง, ขนมนึ่ง, เส้นก๋วยเตี๋ยว สุก, มะกะโรนีสุก, ข้าวโพดคั่ว ฯลฯ	20
11. เนื้อสัตว์ เช่น เนื้อหมู, เนื้อวัว, เนื้อไก่ และเนื้อแกะที่ทำให้สุก แล้ว	20
12. ไข่ต้ม, ไข่ทอด	32

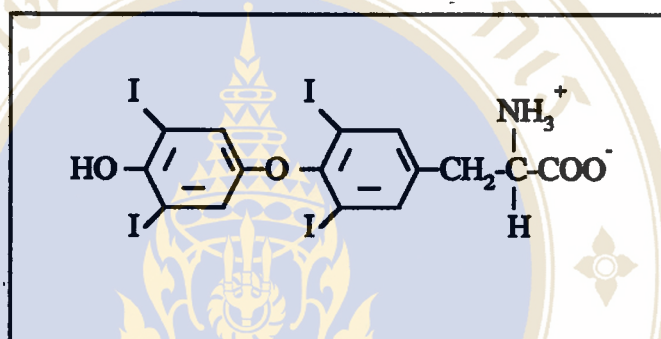
ชนิดอาหาร	ปริมาณไอโอดีนโดยเฉลี่ย (µg/serving)
13.อาหารจำพวกไก่ทอด, สเปกเก็ตตี้ในซอสมะเขือเทศกระป๋อง, สตูเนื้อและผัก, พืชจำ ฯลฯ	56
14.ผลิตภัณฑ์นม เช่น นมข้น, นมผง, โยเกิร์ตรสตรอเบอร์รี่, มันทะย ฯลฯ	60
15.ปลาหมึกกระป๋อง, กุ้งเผา, ปลาเค็มสด	72
16.ขนมที่ทำจากนม เช่น ไอศกรีมเชนควิช, นมเย็นรสวานิลลา, ไอศกรีมรสช็อกโกแลต, พายฟักทองแช่แข็ง ฯลฯ	72
17.น้ำมันโค	25-768 ไมโครกรัมต่อลิตร
18.น้ำมันมรดา	64-178 ไมโครกรัมต่อลิตร
19.น้ำ	1-18 ไมโครกรัมต่อลิตร

บทบาทและหน้าที่ของไอโอดีน

ไอโอดีนในอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไอโอไดด์ ซึ่งจะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วผ่านกระเพาะอาหารและลำไส้ ส่วนไอโอดีนรูปอื่นๆ จะถูกรีดิวซ์ให้เป็นไอโอไดด์ก่อนถูกดูดซึม และกระจายไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถพบไอโอดีนตามเนื้อเยื่อของร่างกาย ปริมาณไอโอดีนทั้งหมดในร่างกายมีน้อยมาก สำหรับผู้ใหญ่มีประมาณ 10-50 มิลลิกรัม ประมาณร้อยละ 70-90 ของไอโอดีนทั้งหมด ยึดกับโปรตีนไทโรโกลบูลิน (Thyroglobulin) ของต่อมไทรอยด์ (thyroid gland) ปริมาณไอโอดีนที่รับเข้ามามากเกินพอ ส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ ดังนั้นปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะ จึงเป็นสิ่งที่วัดถึงสถานะของไอโอดีนในร่างกายได้เป็นอย่างดี ไอโอดีนส่วนน้อยเท่านั้นที่ถูกขับออกทางอุจจาระ เหงื่อ และลมหายใจออก

บทบาทของไอโอดีนในร่างกายคือ การสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน (thyroid hormone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนไทร็อกซีน (thyroxine) (รูปที่ 3) และฮอร์โมนไตรไอโอดิไทโรนิน (triiodothyronine) ฮอร์โมนทั้งสองชนิดประกอบด้วยไอโอดีน 4 อะตอม และ 3 อะตอม ตามลำดับ ไทรอยด์ฮอร์โมนที่ถูกสร้างขึ้นจะซึมเข้าสู่กระแสโลหิตไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย และมี

อิทธิพลต่อกระบวนการต่างๆ ของเนื้อเยื่อ ทำหน้าที่ช่วยในกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน นอกจากนี้ยังช่วยในการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทอัตโนมัติ การสังเคราะห์และการหลั่งไทรอยด์ฮอร์โมนจะอยู่ภายใต้การควบคุมของไทรอยด์สติมูเลติงฮอร์โมน (thyroidstimulating hormone, TSH) จากต่อมพิทูอิทารี (pituitary gland) ในสมอง ถ้าระดับไทรอยด์ฮอร์โมนในกระแสโลหิตต่ำลง ต่อมพิทูอิทารีจะสร้าง TSH เพิ่มขึ้นเพื่อกระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้ผลิตไทรอยด์ฮอร์โมนเพิ่มขึ้นให้เพียงพอ



ภาพที่ 4 สูตรโครงสร้างของไทโรซีน

ไอโอดีนเป็นธาตุที่สำคัญสำหรับมนุษย์กล่าวคือถ้าร่างกายของคนหรือสัตว์มีไอโอดีนไม่เพียงพอ ต่อมไทรอยด์จะพยายามสร้างไทรอยด์ฮอร์โมนให้เพียงพอแก่ร่างกายทั้งๆที่ขาดไอโอดีนทำให้ต่อมไทรอยด์ขยายโตขึ้นกว่าปกติ ในคนจะมองเห็นเป็นก้อนนูนขึ้นที่ลำคอด้านหน้า บางครั้งพบใหญ่มากจนทำให้กลืนอาหารหรือหายใจไม่สะดวก การที่ต่อมไทรอยด์จะทำงานได้เป็นปกตินั้นจำเป็นต้องได้รับธาตุไอโอดีนเพียงพออยู่เสมอจากภายนอก ทางกรมอนามัยแนะนำให้ปริมาณไอโอดีนที่ควรได้รับใน 1 วันอยู่ในช่วง 50-75 ไมโครกรัม ปริมาณดังกล่าวจะเพียงพอสำหรับป้องกันการเกิดคอพอกในผู้ใหญ่ แต่เพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอกับความต้องการของร่างกายในกรณีได้รับสาร goitrogens จากธรรมชาติจึงควรได้รับปริมาณไอโอดีน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณความต้องการไอโอดีนต่อวัน เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

วัยและอายุ	ความต้องการไอโอดีน (ไมโครกรัม / วัน)
เด็กอายุ 3 - 11 เดือน	50
เด็กอายุ 1 - 3 ปี	70
เด็กอายุ 4 - 6 ปี	90
เด็กอายุ 7 - 9 ปี	120
วัยรุ่นและผู้ใหญ่	150
หญิงมีครรภ์	175
หญิงขณะให้นมลูก	200
ทารก (เด็กอายุน้อยกว่า 3 เดือน)	ควรได้รับไอโอดีนเพียงพอจากนมแม่

ที่มา กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2534)

ในปัจจุบันนี้ถึงแม้กองโภชนาการ กรมอนามัยจะได้มีการควบคุมป้องกัน โดยการเติมไอโอดีนในเกลือที่ใช้บริโภคในภาคเหนือมาโดยตลอดก็ตาม แต่ปัญหาการขาดสารไอโอดีนไม่ได้บรรเทาเบาบางลงไป ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการคือ ประชาชนโดยทั่วไปยังขาดความรู้ถึงสาเหตุของการเกิดโรค ประชาชนส่วนใหญ่รู้จักโรคนี้แต่เพียงว่าทำให้มีอาการคอพอกเท่านั้น มิได้ทราบผลของการขาดไอโอดีนนั้น ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตช้า สติปัญญาต่ำ และถ้าขาดไอโอดีนขณะตั้งครรภ์จะมีโอกาสแท้งบุตร หรือทำให้เด็กที่คลอดออกมาตาย หรือทำให้เด็กที่คลอดมีน้ำหนักน้อยและอาจพิการคือปัญญาอ่อนร่วมกับหูหนวกและใบ้ได้

แหล่งไอโอดีน

สาเหตุที่ประชาชนในจังหวัดภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นโรคคอพอกมากเพราะได้รับไอโอดีนจากอาหารน้อย ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากเศรษฐกิจ ความยากจนทำให้ไม่มีโอกาสบริโภคอาหารทะเลที่มีราคาค่อนข้างแพง น้ำที่ใช้ดื่มมีปริมาณไอโอดีนต่ำ หิพผักต่างๆ มีปริมาณไอโอดีนในดินต่ำ ที่จังหวัดแพร่ดินที่ใช้เพาะปลูกมีไอโอดีนน้อยกว่าดินที่กรุงเทพฯ นอก



จากนี้เกลือที่ใช้บริโภคเป็นเกลือสินเธาว์ซึ่งมีไอโอดีนต่ำ การตัดไม้ทำลายป่ามีผลทำให้บริเวณภูเขาและที่ราบสูงในภาคต่างๆทั่วประเทศไม่เฉพาะในภาคเหนือเกิดการไหลของน้ำฝนสู่ทะเลอย่างแรงและเร็วยิ่งขึ้น ทำให้พื้นดินขาดไอโอดีนมากขึ้นการที่อุตสาหกรรมส่งออกอาหารทะเลกำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อาหารทะเลที่ใช้บริโภคภายในประเทศ มีราคาแพงขึ้น ทำให้ประชาชนทั่วไปบริโภคอาหารที่มีสารไอโอดีนน้อยลง

ตารางที่ 5 แสดงผลการสำรวจผู้ป่วยโรคคอพอกในประเทศไทย

ลำดับที่	จังหวัด	อัตราคอพอก (ร้อยละ)
1	ลำปาง	30.65
2	น่าน	23.19
3	แม่ฮ่องสอน	27.01
4	ลำพูน	21.92
5	เชียงใหม่	17.78
6	อุตรดิตถ์	17.09
7	เชียงราย	13.08
8	เลย	10.09
9	พะเยา	8.75
10	แพร่	7.45
11	ตาก	7.36
12	กำแพงเพชร	3.59
13	เพชรบูรณ์	3.58
14	พิษณุโลก	1.33
15	สุโขทัย	0.66

ที่มา กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข (มีนาคม 2530)

หมายเหตุ อัตราของคอพอกเหล่านี้ เป็นอัตราเฉลี่ยของทั้งจังหวัด แต่เมื่อสำรวจละเอียดลงไปถึงหมู่บ้านแล้ว อัตราคอพอกจะสูงขึ้นมาก และในบางหมู่บ้านของบางจังหวัดที่อยู่สูงขึ้นไปทางเหนือมากๆ และติดชายแดน มีอัตราคอพอกสูงถึง ร้อยละ 80-90

ผู้เชี่ยวชาญเรื่องไอโอดีนมีความเห็นว่าการขาดไอโอดีนมีผลทำลายสุขภาพได้หลายประการ นอกเหนือไปจากการเป็นโรคคอพอกจึงเสนอแนะว่าควรใช้คำว่า ความผิดปกติเนื่องจากการขาดไอโอดีน (iodine deficiency disorders) มากกว่าโรคคอพอกเพื่อจะได้เตือนให้ระลึกลู่เสมอว่า การขาดไอโอดีนมีผลร้ายได้หลายประการนอกเหนือจากโรคคอพอก ที่สำคัญที่สุด คือผลร้ายต่อสมอง เชื่อว่าประชาชนในทวีปเอเชียประมาณ 400 ล้านคนประสบปัญหาการขาดไอโอดีน มาตรการที่ใช้ประเมินภาวะโภชนาการของไอโอดีนคือ การตรวจวัดระดับไอโอดีนในปัสสาวะ ผู้ที่มีระดับไอโอดีนในปัสสาวะต่ำกว่า 50 ไมโครกรัม ต่อหนึ่งกรัม ถือว่าขาดไอโอดีนและถ้ามีค่าน้อยกว่า 20 ไมโครกรัมต่อหนึ่งกรัม ถือว่าการขาดนั้นรุนแรง

จากการสำรวจในกลุ่มประชากรที่เป็นเป้าหมายในการระบุขนาดของปัญหา คือ เด็กนักเรียน โดยใช้อัตราความชุกมากกว่าร้อยละ 10 เป็นเกณฑ์กำหนดว่ามีการระบาดและร้อยละ 30 เป็นเกณฑ์การระบาดรุนแรงพบว่าการระบาดของโรคขาดสารไอโอดีนทั้ง 53 จังหวัดที่ทำการสำรวจ กระทรวงสาธารณสุขจึงได้จัดตั้งโครงการควบคุมโรคขาดสารไอโอดีนแห่งชาติขึ้น โครงการนี้ได้มุ่งเน้นการรณรงค์ ให้ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคขาดสารไอโอดีน และโดยการส่งเสริมให้ประชาชนดื่มน้ำเสริมไอโอดีน การเสริมสารไอโอดีนในน้ำปลา การใช้เกลือเสริมไอโอดีน เป็นต้น

การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในน้ำปลา

ฝ่ายวิเคราะห์วัดคุณภาพและสารปริมาณน้อย กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ เห็นว่าควรจะได้มีการศึกษาปริมาณไอโอดีนในน้ำปลา โดยการวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาเพื่อรวบรวมข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการแนะนำประชาชนให้เลือกซื้อน้ำปลาบริโภคได้อย่างถูกต้องในพื้นที่ที่ขาดแคลนไอโอดีน เพื่อช่วยโครงการควบคุมโรคขาดสารไอโอดีน

ตัวอย่างที่นำมาศึกษาทดลองเป็นตัวอย่างน้ำปลาซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่งมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการวิเคราะห์เพื่อขอรับรองคุณภาพน้ำปลาพื้นเมืองและเพื่อขึ้นทะเบียนตำรับอาหารของกระทรวงสาธารณสุข ตามประกาศ ฉบับที่ 118 (พ.ศ.2533) เรื่องน้ำปลา จำนวนตัวอย่าง แบ่งเป็น น้ำปลาแท้ 29 ตัวอย่าง น้ำปลาผสม 15 ตัวอย่าง และน้ำเกลือปรุงรส 1 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาชนิดต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในน้ำปลา

ชนิด	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณไอโอดีน		จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบไอโอดีนคิดเป็นร้อยละ
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	
		มิลลิกรัม / ลิตร	มิลลิกรัม / ลิตร	
น้ำปลาแท้	29	0 - 134.6	19.5	75.9
น้ำปลาผสม	15	0 - 92.4	21.0	60.0
น้ำเกลือปรุงรส	1	95	-	-

ที่มา กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2536)

จากตาราง พบปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาแท้เฉลี่ย 19.5 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำปลาผสมเฉลี่ย 21.0 มิลลิกรัม/ลิตร โดยปกติน้ำปลาที่ทำจากปลาทะเลจะพบไอโอดีน แต่ที่ได้ศึกษาปริมาณน้ำปลาแท้ที่พบไอโอดีนร้อยละ 75.9 และน้ำปลาผสม ร้อยละ 60 โดยปกติอาหารที่คนไทยรับประทานในชีวิตประจำวันจะมีการปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำปลา โดยเฉลี่ยประมาณคนละ 20 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งจะได้รับไอโอดีนในปริมาณที่เพียงพอตามทฤษฎีของความต้องการไอโอดีน ซึ่งร่างกายมีความต้องการสารนี้เพียง 100-200 ไมโครกรัมต่อวันเท่านั้น ในการศึกษาการวิเคราะห์หาไอโอดีนในตัวอย่างน้ำปลา ตัวอย่างที่ใช้เป็นน้ำปลาที่ผลิตจากปลาทะเลใช้เกลือสมุทรในการหมักจากการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่พบปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาแท้มีร้อยละ 75 และน้ำปลาผสมมีร้อยละ 60 จะเห็นได้ว่าในน้ำปลาแท้ส่วนใหญ่จะพบไอโอดีน เพราะในกระบวนการผลิตของน้ำปลาแท่นั้นมีปลาทะเลและเกลือสมุทรเป็นองค์ประกอบหลัก แต่สำหรับน้ำปลาผสมกระบวนการผลิตมีกากประมาณร้อยละ 35 เกลือและโมโนโซเดียมกลูตาเมตเป็นองค์ประกอบจึงทำให้ปริมาณไอโอดีนที่พบในน้ำปลาแท้มีมากกว่าที่พบในน้ำปลาผสม

การป้องกันและการรักษาการขาดไอโอดีน

การป้องกันการขาดไอโอดีนย่อมดีกว่ารอให้ขาดไอโอดีนก่อนแล้วจึงรักษา ซึ่งบางครั้งก็แก้ไขอะไรไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านสติปัญญา การป้องกันการขาดไอโอดีนที่ดีที่สุดคือต้องกินอาหารที่ให้ไอโอดีนเป็นประจำ ในชุมชนที่มีปัญหาโรคคอพอกก็จำเป็นต้องแก้ไขโดยให้ไอโอดีนแก่ประชาชน



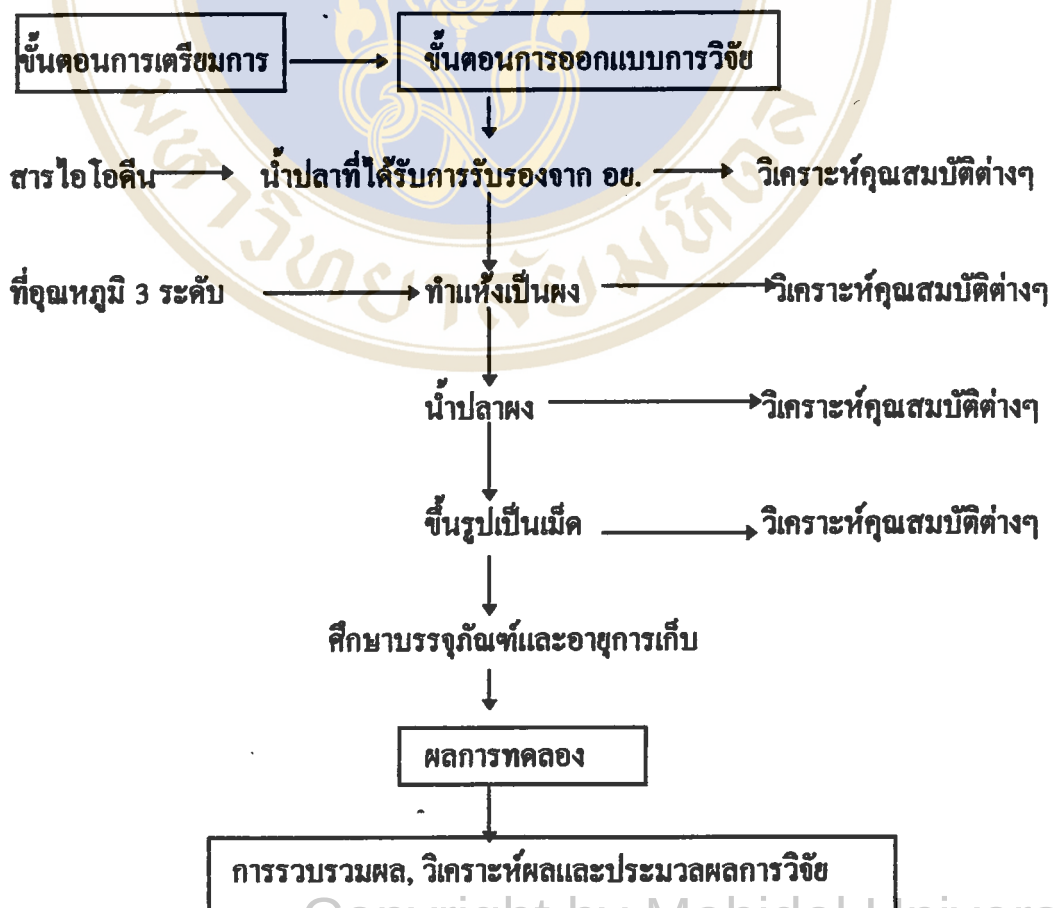
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) สามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นตอนการเตรียมการ
2. ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย
3. ขั้นตอนการทดลอง
4. ขั้นตอนการรวบรวมผล วิเคราะห์และประมวลผลการวิจัย

ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนต่างๆ ในการวิจัย



ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมการ

โดยการรวบรวมเอกสาร ข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยสาระสำคัญดังนี้

1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำปลา เช่น ประเภทของน้ำปลา ส่วนประกอบของน้ำปลา และกรรมวิธีการผลิตน้ำปลา

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำแห้งเป็นผง ด้วยวิธีการพ่นฝอย (Spray Dryer)

1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการแปรรูปเป็นเม็ด เช่น ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เม็ด กรรมวิธีการทำเม็ด

1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับภาชนะบรรจุที่เกี่ยวข้องกับอาหารแห้ง

1.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสารไอโอดีน

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ความขึ้น

1) ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ ในโครเจนทั้งหมด , ปริมาณ ไอ โอดีน , ปริมาณ

2) เครื่องอัดเม็ดยา

3) เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer)

4) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2. ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย

2.1 ศึกษาคุณสมบัติน้ำปลาที่จะใช้ในการศึกษา โดยใช้ตัวอย่างน้ำปลาที่นิยมบริโภคกันในท้องตลาดและได้รับรองจากคณะกรรมการอาหารและยา

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

- ปริมาณไอโอดีน

2.2 ศึกษาขั้นตอนการแปรรูปเป็นเม็ด

2.2.1 ศึกษาสภาวะในการทำแห้งเป็นผงด้วยเครื่อง Spray Dryer

โดยใช้สภาวะอุณหภูมิลมร้อนต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 200 , 220 และ 240 องศาเซลเซียส ปรับความเข้มข้นของน้ำปลาในรูปของเหลวก่อนการทำแห้งเป็นผง ให้อยู่ในระดับ 40 องศาบริก ปรับอัตราเร็วการกระจายของละอองอย่างสม่ำเสมอ ความดันอากาศ

ที่ใช้คือ 40 - 50 lb / in² วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design : CRD มีรายละเอียดดังนี้

ตัวอย่างที่	อุณหภูมิการทำแห้ง
1	200 °C
2	220 °C
3	240 °C

ศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไอโอดีน และลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

2.2.2 ศึกษาคุณสมบัติด้านต่างๆ ของน้ำปลาผงที่เติมสารไอโอดีน เติมสารไอโอดีนในรูปโปแตสเซียมไอโอเดต (KIO₃) ลงในน้ำปลาผงที่ผ่านการศึกษาจากข้อ 2.2.1 โดยให้มีปริมาณสารไอโอดีนในระดับเดียวกับเกลือเสริมไอโอดีนที่กระทรวงสาธารณสุขผลิตขึ้น ศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไอโอดีน และลักษณะทางประสาทสัมผัส

วิธีเตรียม

- 1) เตรียมน้ำไอโอดีนที่มีความเข้มข้นของไอโอดีน 20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งสารโปแตสเซียมไอโอเดต 35 กรัม ละลายในน้ำอุ่น 1 ลิตร เขย่าให้ละลายหมด
- 2) ผสมน้ำไอโอดีนที่เตรียมจากข้อ 1 จำนวน 40 มิลลิลิตร ในน้ำปลา 100 ลิตร จะได้น้ำปลาที่มีไอโอดีนผสมอยู่ในอัตราส่วน 8 มิลลิกรัม/ลิตร

2.2.3 ศึกษาการขึ้นรูปเป็นเม็ด

โดยใช้กรรมวิธีการขึ้นรูปเช่นเดียวกับกรรมวิธีการผลิตยาเม็ด รูปร่างและขนาดของเม็ดอ้างอิงจากนมเม็ดที่มีจำหน่ายกันอยู่ในท้องตลาด ศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไอโอดีนและลักษณะทางประสาทสัมผัส

2.3 ศึกษาภาชนะบรรจุและอายุการเก็บรักษา

บรรจุน้ำปลาเม็ดในถุง Al - laminate ซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์เดียวกับที่ใช้กับน้ำเม็ด เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยเก็บผลทุกๆ 1 เดือน วิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไอโอดีน และเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2.4 ศึกษาต้นทุนในการผลิตน้ำปลาเม็ด

ต้นทุนในการผลิต (cost) คำนวณได้ดังนี้

ต้นทุนในการผลิต (บาท/กิโลกรัม) = ปริมาณผลผลิต / ค่าใช้จ่าย

โดย

ค่าใช้จ่าย (บาท) = ค่าพลังงานที่ใช้ในการผลิต + ราคาต้นทุนน้ำปลา + ราคาภาชนะบรรจุ

3. ขั้นตอนการทดลอง

แปรรูปน้ำปลาในรูปของเหลวให้เป็นของแข็งในรูปเม็ด โดยมีกระบวนการแปรรูปดังนี้ คือ

3.1 น้ำปลาที่ผ่านการตรวจสอบขั้นต้นแล้วจำนวน 2 ลิตร มาผ่านกระบวนการทำแห้งเป็นผงด้วยเครื่อง Spray Dryer ที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 200, 220 และ 240 องศาเซลเซียส ตรวจสอบคุณภาพโดยวิเคราะห์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณไอโอดีน เป็นเกณฑ์ในการเลือกสภาวะที่เหมาะสม ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ถ้าปริมาณไอโอดีนที่วิเคราะห์ได้อยู่ในระดับมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข จะนำไปศึกษาต่อในขั้นการอัดเม็ดต่อไป

- ถ้าปริมาณไอโอดีนที่วิเคราะห์ได้อยู่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข จะมีการเสริมไอโอดีนซึ่งอยู่ในรูปโปแตสเซียมไอโอเดต (KIO_3) ให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

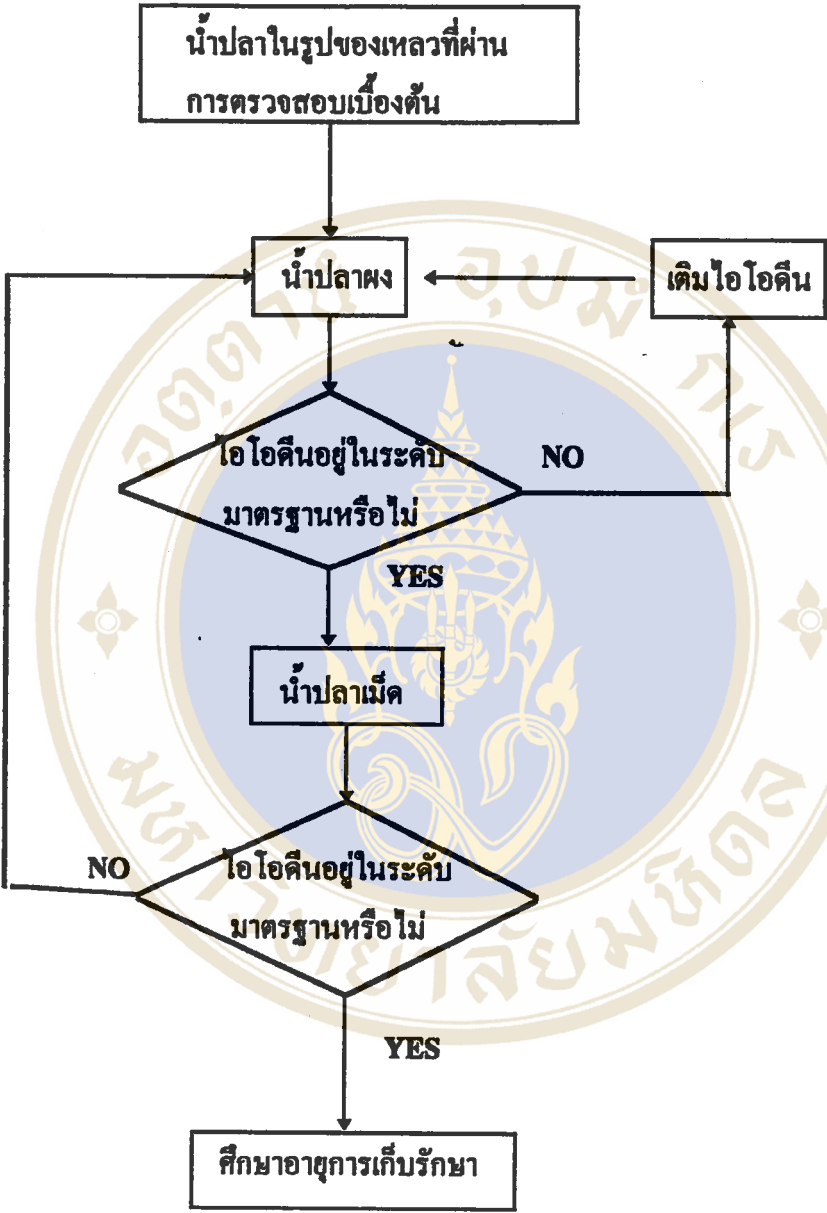
3.2 ขั้นตอนการทำเป็นเม็ดโดยในตัวอย่างที่ศึกษาได้จากข้อ 3.1 ด้วยวิธีเดียวกับการมวนวิธีการผลิตขี้เม็ด ตรวจสอบคุณภาพโดยวิเคราะห์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณไอโอดีน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ถ้าปริมาณไอโอดีนที่วิเคราะห์ได้อยู่ในระดับมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข จะนำไปศึกษาต่อในขั้นตอนการเก็บรักษาต่อไป

- ถ้าปริมาณไอโอดีนที่วิเคราะห์ได้อยู่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข จะมีการเสริมไอโอดีนซึ่งอยู่ในรูปโปแตสเซียมไอโอเดต (KIO_3) ให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

3.3 ขั้นตอนการเก็บรักษา โดยบรรจุใส่ซอง Al - laminate ของละ 10 เม็ด เก็บไว้ที่ อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน ตรวจสอบภาพทุก 1 เดือน ตรวจสอบคุณภาพโดยวิเคราะห์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณไอโอดีน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.4 ศึกษาความเป็นไปได้ในเรื่องต้นทุนการผลิต โดยมีปัจจัย ดังนี้ คือ ค่าวัตถุดิบ , ค่าใช้จ่ายในการแปรรูป , ค่าภาชนะบรรจุ และค่าการขนส่ง



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการทดลอง

ทำการรวบรวมผลการทดลองที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการศึกษา วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ ANOVA เพื่อศึกษาความแตกต่างของตัวอย่างในแต่ละสถานะที่ศึกษา นำเสนอในลักษณะตาราง แสดงขั้นตอนและคุณสมบัติที่ศึกษา และตารางบันทึกข้อมูลรวมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยให้ผลการศึกษาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการศึกษา ดังนี้

4.1 ข้อมูลแสดงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี โภชนาการ ของน้ำปลาที่อยู่ในรูปของเหลวที่นำมาศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

4.2 ความเป็นไปได้ในการแปรรูปน้ำปลาที่อยู่ในรูปของเหลวเป็นของแข็งในรูปเม็ด และถ้าเป็นไปได้จะมีอยู่ในระดับใดและมีข้อจำกัดในเรื่องใดบ้าง และถ้าเป็นไปได้เพราะเหตุใด เพื่อใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการศึกษาต่อไป



บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษา

4.1.1. ศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นในด้านต่างๆ ของตัวอย่างน้ำปลาที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างน้ำปลาที่เชิกริโภคทั่วไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำปลาแท้ และน้ำปลาผสม โดยศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้น ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณสารไอโอดีน ผลการศึกษาแสดงไว้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำปลาแท้ และน้ำปลาผสมที่ใช้ในการศึกษา

คุณสมบัติ	น้ำปลาแท้	น้ำปลาผสม
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (g/l)	21.04	11.10
ปริมาณไอโอดีน (mg/l)	1.13	0.00

จากผลการศึกษา ดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาแท้และน้ำปลาผสมมีปริมาณ 21.04 และ 11.10 g/l ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ในประกาศกฎกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 118 (พ.ศ.2532) เรื่องน้ำปลา โดยกำหนดไว้ว่า น้ำปลาแท้มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 9 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร น้ำปลาผสมมีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร

สำหรับไอโอดีนในน้ำปลาพบว่า ในน้ำปลาแท้มีปริมาณ 1.13 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในน้ำปลาผสมไม่พบไอโอดีน ซึ่งโดยส่วนใหญ่ น้ำปลาที่มีขายอยู่ในท้องตลาดจะไม่พบไอโอดีนมากนัก เนื่องจากไอโอดีนจะพบในน้ำปลาที่ผลิตจากวัตถุดิบปลาทะเลและเกลือสมุทรเท่านั้น

4.1.2. ศึกษากระบวนการแปรรูปเป็นเม็ด

4.1.2.1. ศึกษาสถานะการทำให้เป็นผงด้วยเครื่อง Spray Dryer

ในการศึกษาใช้เครื่อง Spray Dryer ปรับความดันอากาศ 40-50 lb/in² ความเร็วของ อัตราการพ่นฝอย (feed rate) เท่ากับ 12 RPM โดยศึกษาอุณหภูมิลมร้อนต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 200 , 220 และ 240 องศาเซลเซียส ศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและลักษณะทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของน้ำปลาผงอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 200 , 220 และ 240 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติ	อุณหภูมิการอบแห้ง (°C)		
	200	220	240
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (g/kg)	35.30 ^A	38.06 ^A	30.90 ^B
ลักษณะทางประสาทสัมผัส	กลื่นปกติ 5 Y 8/3 [*]	มีกลิ่นไหม้ 2.5 Y 8/2	มีกลิ่นไหม้ 10 YR 7/6

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤ 0.05)

* Munsell Soil Color, 1954

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาผงที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส คือ 35.30 และ 38.06 กรัม/ลิตร ตามลำดับ แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤ 0.05) ส่วนที่อุณหภูมิ 240 องศาเซลเซียส มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 30.90 กรัม/ลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤ 0.05) กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่อุณหภูมิ 200 และ 220 องศาเซลเซียส สำหรับลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าที่อุณหภูมิ 220 และ 240 องศาเซลเซียส มีกลิ่นไหม้และมีสีน้ำตาลเข้มซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำไปศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 200 °C เพื่อใช้ศึกษาในกระบวนการต่อไป

4.1.2.2. ศึกษาคุณสมบัติของน้ำปลาหมักที่เสริมไอโอดีน

จากการศึกษาข้อ 4.1.1. พบว่า ปริมาณไอโอดีนที่มีในน้ำปลาหมักมีปริมาณน้อยกว่าความต้องการของร่างกาย และในน้ำปลาหมักไม่พบไอโอดีนเลย ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ผู้วิจัยจึงได้มีศึกษาการเสริมไอโอดีนลงในน้ำปลา

4.1.2.2.1. ศึกษาคุณสมบัติของน้ำปลาหมักที่เสริมไอโอดีน

ในการศึกษาครั้งนี้เติมไอโอดีนในรูปโปแตสเซียมไอโอเดตลงในน้ำปลา ก่อนผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นเม็ดยา เนื่องจากโปแตสเซียมไอโอเดตมีความคงตัวดี และทนต่ออุณหภูมิได้ดี ปริมาณความเข้มข้นของไอโอดีนในน้ำปลาหมักหลังจากการเติมโปแตสเซียมไอโอเดตแล้ว คำนวณว่าจะได้น้ำปลาหมักที่มีไอโอดีนผสมอยู่ในอัตราส่วน 8 มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของน้ำปลาหมักและน้ำปลาหมักที่เสริมไอโอดีน

คุณสมบัติ	น้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน	น้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (g/l)	17.57	9.14
ปริมาณไอโอดีน (mg/l)	5.78	4.78

จากผลการศึกษาในตารางที่ 8 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน และน้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน เท่ากับ 17.57 และ 9.14 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับก่อนเสริมไอโอดีน อาจเป็นเพราะน้ำปลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ถึงแม้จะเป็นน้ำปลาที่ผลิตจากโรงงานเดียวกัน แต่อาจจะไม่ใช่จากบ่อหมักเดียวกัน ดังนั้นอาจมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ก่อนการเสริมไอโอดีนและหลังจากการเสริมไอโอดีนมีปริมาณต่างกัน

ส่วนปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน และน้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน เท่ากับ 5.78 และ 4.78 g/l ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าที่ควรจะเป็น คือ 8 mg/l แสดงว่าไอโอดีนที่เสริมลงไปมีบางส่วนทำปฏิกิริยากับน้ำปลาทำให้ไอโอดีนสลายไปบางส่วน นอกจากนี้จะพบว่าน้ำปลาหมักเสริมไอโอดีนมีปริมาณหลังการเสริมไอโอดีนมากกว่าน้ำปลาหมักเสริมไอโอดีน เนื่องจากในน้ำปลาหมักก่อนการเติมไอโอดีนจะพบว่ามีปริมาณไอโอดีนอยู่ในน้ำปลาหมักอยู่แล้ว

4.1.2.2.2. ศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำปลาผง

ในการศึกษาน้ำปลาผง ใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 200°C ซึ่งได้ผ่านการคัดเลือกจากหัวข้อ 4.1.2.1. โดยศึกษากับน้ำปลา 4 ประเภทคือ น้ำปลาแท้ น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน น้ำปลาผสม และน้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน แล้วศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณไอโอดีน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของน้ำปลาผงประเภทต่างๆ

ประเภทน้ำปลา	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (g/kg)	ปริมาณไอโอดีน (mg/100 g)
น้ำปลาแท้	35.30 ^A	0.637
น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน	28.46 ^B	1.515
น้ำปลาผสม	22.53 ^a	0.00
น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน	19.13 ^a	1.761

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการศึกษาพบว่าน้ำปลาแท้ผงมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าน้ำปลาแท้ผงเสริมไอโอดีน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ 35.30 และ 28.46 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาแท้ผงและน้ำปลาแท้ผงเสริมไอโอดีน เท่ากับ 0.637 และ 1.515 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ

สำหรับในน้ำปลาผสมพบว่า น้ำปลาผสมผงมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าน้ำปลาผสมผงเสริมไอโอดีน คือ 22.53 และ 19.13 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนปริมาณไอโอดีนพบในน้ำปลาผสมผงเสริมไอโอดีน 1.761 มิลลิกรัม/100 กรัม

4.1.2.2.3. ศึกษาการขึ้นรูปเป็นเม็ด

ขั้นตอนในการขึ้นรูปเป็นเม็ดมีดังนี้

- 1) ขั้นตอนการเตรียม โดยมีการเตรียมตัวอย่างน้ำปลาผงและสารที่ช่วยในการตอกเม็ดในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาส่วนผสมเบื้องต้นต่างๆ กัน 3 สูตร ดังนี้ คือ

สูตรที่ 1

น้ำปลาผง	50	กรัม	
lubritab	1 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง
croscarmellose sodium	2 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง

สูตรที่ 2

น้ำปลาผง	50	กรัม	
lubritab	1 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง
croscarmellose sodium	2 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง
colloidal anhydrous	0.3 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง

สูตรที่ 3

น้ำปลาผง	50	กรัม	
mg stearate	0.75 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง
croscarmellose sodium	2 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง
colloidal anhydrous	0.3 %		ของน้ำหนักน้ำปลาผง

คุณสมบัติของสารที่ช่วยในการตอกเม็ด

- lubritab สารช่วยหล่อลื่น ป้องกันสารติดหน้าสากกับแม่พิมพ์
- Mg stearate สารช่วยหล่อลื่น ลดแรงเสียดสี ป้องกันสารติดหน้าสากกับแม่พิมพ์
- croscarmellose sodium สารช่วยในการไหล ช่วยลดความชื้น ช่วยในการละลาย
- colloidal anhydrous สารช่วยในการแตกตัว

จากการศึกษาส่วนผสมทั้งสามสูตรพบว่า

สูตรที่ 1 ผลิตภัณฑ์เม็ดที่ได้ผิวหน้าไม่เรียบ ตัวอย่างติดหน้าสากมาก

สูตรที่ 2 ผลิตภัณฑ์เม็ดที่ได้ผิวหน้าไม่เรียบ ตัวอย่างติดหน้าสากมาก ผลิตภัณฑ์เม็ด
บางส่วนแตกหัก

สูตรที่ 3 ผลิตภัณฑ์เม็ดที่ได้ผิวหน้าเรียบ รูปร่างเม็ดสมบูรณ์

ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงเลือกใช้สูตรที่ 3 ในการศึกษาการผลิตนี้
เม็ดในครั้งนี้

- 2) นำส่วนผสมแต่ละตัวอบแห้งที่อุณหภูมิ $50-60^{\circ}\text{C}$ แล้วนำสารแต่ละตัวร้อนผ่านตะแกรง นำ
ส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมเป็นเวลา 2 นาที
- 3) นำส่วนผสมที่ผสมเข้ากันแล้วใส่เข้าเครื่องตอกเม็ด ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องอัดเม็ดแบบ
อัดโนมัติ ปรับแรงดัน 5 kg ใช้สาก 9 มิลลิเมตร ให้ได้เนื้อสารมีน้ำหนัก 0.5 กรัม



ภาพที่ 7 กระบวนการผลิตน้ำปลาเม็ด

จากนั้นนำมาศึกษาคุณสมบัติต่างๆ คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณ
ไอโอดีน ความชื้น และลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 10 และ 11

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ

ประเภทน้ำปลา	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (g/kg)	ปริมาณไอโอดีน (mg/100g)	ความชื้น (%)
น้ำปลาแท้	31.73 ^A	0.237	5.84 ^a
น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน	28.46 ^A	0.563	4.82 ^b
น้ำปลาผสม	18.70 ^B	0.00	4.01 ^a
น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน	18.66 ^B	0.528	4.75 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
($P \leq 0.05$)

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาแท้เม็ดมีปริมาณมาก
กว่าน้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอดีน คือ 31.73 และ 28.46 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาผสมเม็ดมีปริมาณมาก
กว่าน้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีน คือ 18.7 และ 18.66 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาแท้เม็ดมีปริมาณน้อยกว่าน้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอดีน
คือ 0.237 และ 0.563 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ ส่วนในน้ำปลาผสมเสริมไอโอดีนมีปริมาณไอโอดีน
0.528 มิลลิกรัม/100 กรัม

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาแท้เม็ดมากกว่าน้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอดีน คือ
5.84 และ 4.82 ตามลำดับซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นของ
น้ำปลาผสมเม็ดน้อยกว่าน้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีน คือ 4.01 และ 4.75 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส

ศึกษาโดยใช้ตัวอย่างน้ำปลาเม็คประเภทต่างๆ มาละลายน้ำในอัตราส่วน น้ำปลาเม็ค 60% ผสมน้ำ 40% แล้วให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน เป็นผู้ชาย 5 คน , ผู้หญิง 5 คน ช่วงอายุระหว่าง 21 - 27 ปี ทำการชิมโดยชิมร่วมกับไก่ต้ม โดยแบบสอบถามที่ใช้ประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Preference Test โดยใช้ 7 pair hedonic scale โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 7 ระดับ ดังนี้

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 7 = ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 6 = ชอบปานกลาง | 2 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 5 = ชอบเล็กน้อย | 1 = ไม่ชอบมาก |
| 4 = เฉยๆ | |

ตารางที่ 11 คะแนนทางประสาทสัมผัสของน้ำปลาเม็คประเภทต่างๆ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน

ประเภทน้ำปลาเม็ค	สี ^{NS}	กลิ่น ^{NS}	รสชาติ ^{NS}	ความใส ^{NS}
น้ำปลาแท้	5.0	5.7	5.3	3.3
น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน	5.3	4.4	4.4	3.2
น้ำปลาผสม	5	4.9	5.2	3.6
น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน	4.9	4.5	4.7	3.8

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันหรือ NS.. มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สี กลิ่น รสชาติ และความใส ของน้ำปลาเม็คทุกประเภทมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.005$) แต่ในส่วนของ กลิ่น และรสชาติ น้ำปลาแท้เม็ค และ น้ำปลาผสมเม็ค ได้รับคะแนนมากกว่า น้ำปลาแท้เม็คเสริมไอโอดีน และ น้ำปลาผสมเม็คเสริมไอโอดีน แสดงว่าไอโอดีนที่เสริมเข้าไปมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นและรสชาติของผู้บริโภค

4.1.3. ศึกษาภาชนะบรรจุและอายุการเก็บรักษา

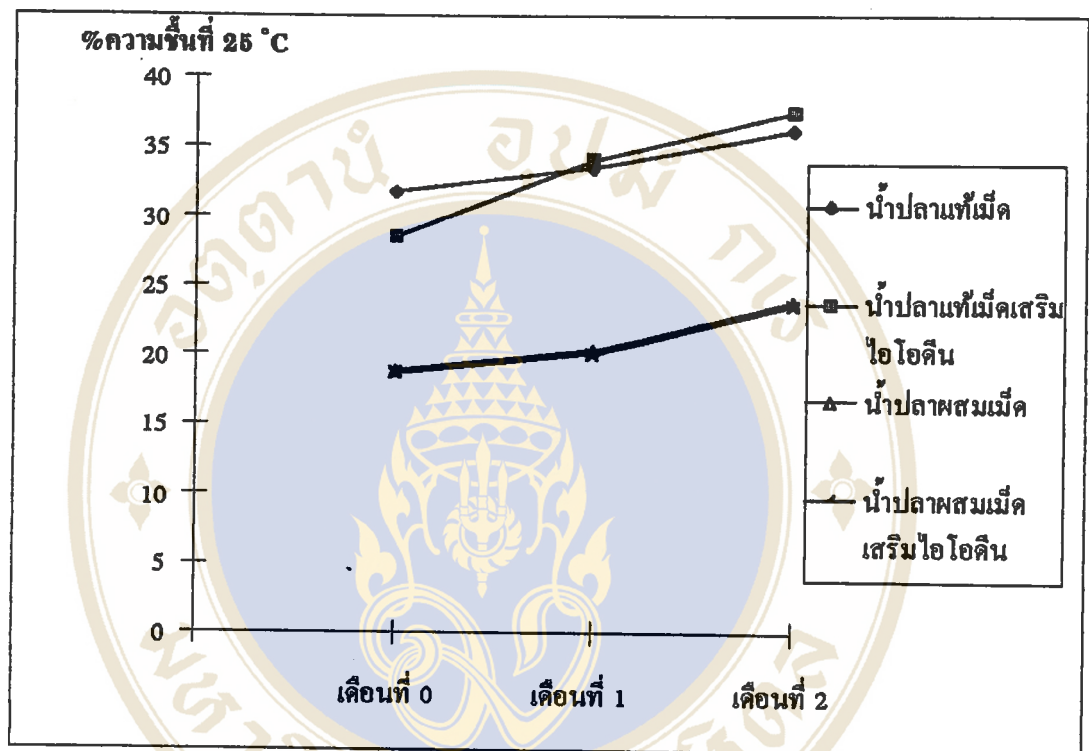
ในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้ถุง Al-laminate บรรจุน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 25 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน เพื่อศึกษาคุณสมบัติต่างๆ คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไอโอดีน และเปอร์เซ็นต์ความชื้น ดังแสดงในตารางที่ 12 ถึง 14

ตารางที่ 12 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือนบรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$) และ อุณหภูมิ $35 \pm 3^{\circ}\text{C}$

ประเภทน้ำปลาเม็ด	เดือนที่ 0		เดือนที่ 1		เดือนที่ 2	
	$25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$
น้ำปลาแท้เม็ด ^{NS}	31.73	31.75	33.46	33.81	36.10	36.58
น้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอดีน	28.46 ^A	28.46 ^a	34.04 ^B	33.77 ^b	37.48 ^C	34.69 ^c
น้ำปลาผสมเม็ด	18.70 ^A	18.70 ^a	20.21 ^B	19.78 ^a	23.83 ^B	23.37 ^b
น้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีน	18.66 ^A	18.66 ^a	20.05 ^B	20.49 ^b	23.33 ^C	24.52 ^c

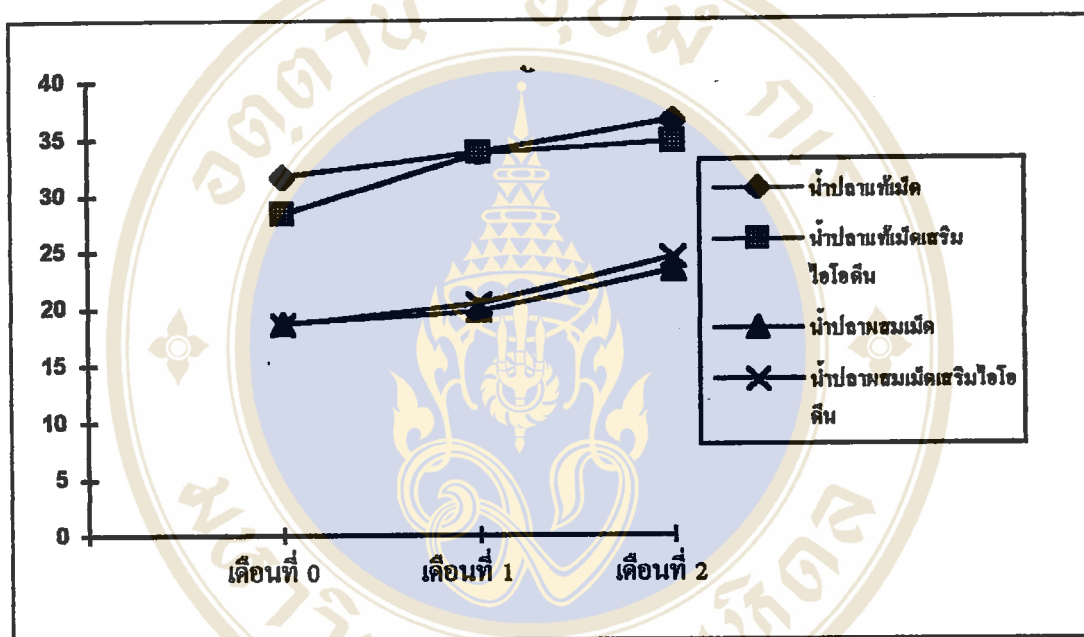
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง (25 ± 3 °C)



จากผลการศึกษา พบว่า น้ำปลาเม็ดทุกประเภท มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นหลังจากการเก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน ที่เก็บ ณ อุณหภูมิห้อง (25 ± 3 °C) น้ำปลาเม็ดแท้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นแต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) น้ำปลาเม็ดแท้เสริมไอโอดีนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ 35 ± 3 °C

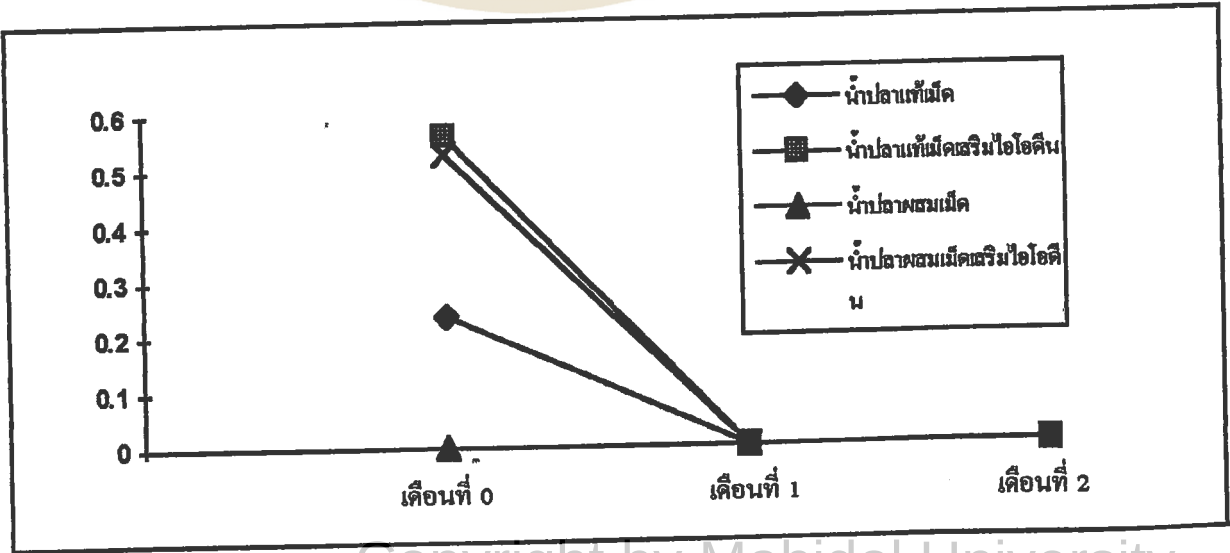


จากผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดที่บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ 35 ± 3 °C พบว่า น้ำปลาเม็ดทุกประเภทมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นหลังจากการเก็บไว้เป็นเวลา 2 เดือน น้ำปลาแท้เม็ดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) น้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอดีนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับเดือนที่ 0 น้ำปลาผสมเม็ดมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในเดือนที่ 0 และเดือนที่ 1 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับเดือนที่ 2 น้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 ปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm3^{\circ}\text{C}$) และ อุณหภูมิ $35\pm3^{\circ}\text{C}$

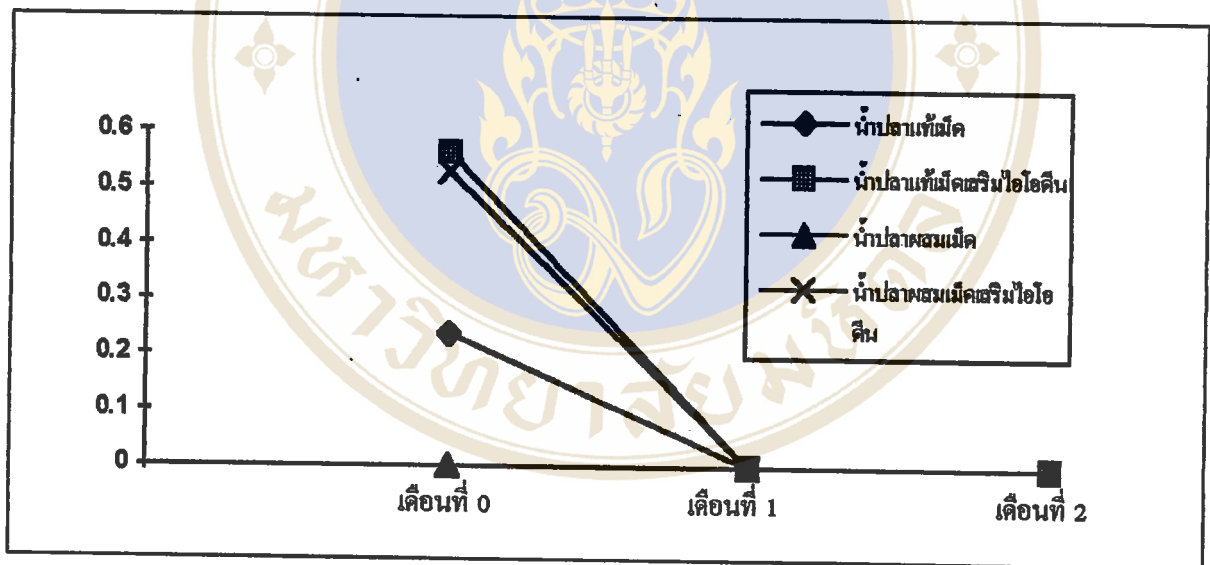
ประเภทน้ำปลาเม็ด	เดือนที่ 0		เดือนที่ 1		เดือนที่ 2	
	$25\pm3^{\circ}\text{C}$	$35\pm3^{\circ}\text{C}$	$25\pm3^{\circ}\text{C}$	$35\pm3^{\circ}\text{C}$	$25\pm3^{\circ}\text{C}$	$35\pm3^{\circ}\text{C}$
น้ำปลาแท้ ^{NS}	0.237 ^A	0.237	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน	0.563 ^A	0.563	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำปลาผสม	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน	0.528	0.528	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm3^{\circ}\text{C}$)



จากผลการศึกษาปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$) พบว่า ปริมาณไอโอดีนจะพบเฉพาะในเดือนที่ 0 ของน้ำปลาเม็ดทุกประเภท ส่วนในเดือนที่ 1 และ เดือนที่ 2 ไม่พบไอโอดีน

ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอโอดีนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$



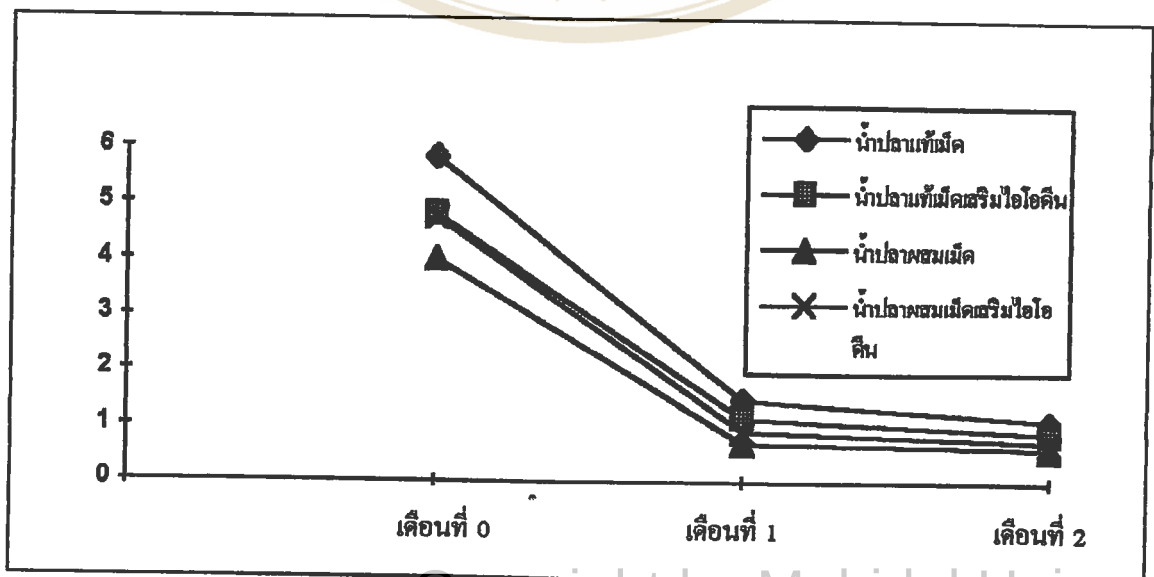
จากผลการศึกษาปริมาณไอโอดีนของน้ำปลาเม็ดประเภทต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al - laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$ พบว่า ปริมาณไอโอดีน จะพบแต่ในเดือนที่ 0 ของน้ำปลาเม็ดทุกประเภท ส่วนในเดือนที่ 1 และ เดือนที่ 2 ไม่พบไอโอดีน

ตารางที่ 14 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน
บรรจุในถุง Al - laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$) และ $35 \pm 3^{\circ}\text{C}$

ประเภทน้ำปลาเม็ด	เดือนที่ 0		เดือนที่ 1		เดือนที่ 2	
	$25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$25 \pm 3^{\circ}\text{C}$	$35 \pm 3^{\circ}\text{C}$
น้ำปลาแท้	5.84 ^A	5.84 ^a	1.48 ^B	2.13 ^b	1.11 ^C	1.04 ^c
น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน	4.82 ^A	4.82 ^a	1.16 ^B	0.96 ^b	0.88 ^B	0.95 ^b
น้ำปลาผสม	4.01 ^A	4.01 ^a	0.71 ^B	1.13 ^A	0.61 ^B	0.61 ^b
น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน	4.75 ^A	4.75 ^a	0.93 ^B	0.93 ^b	0.73 ^B	0.88 ^b

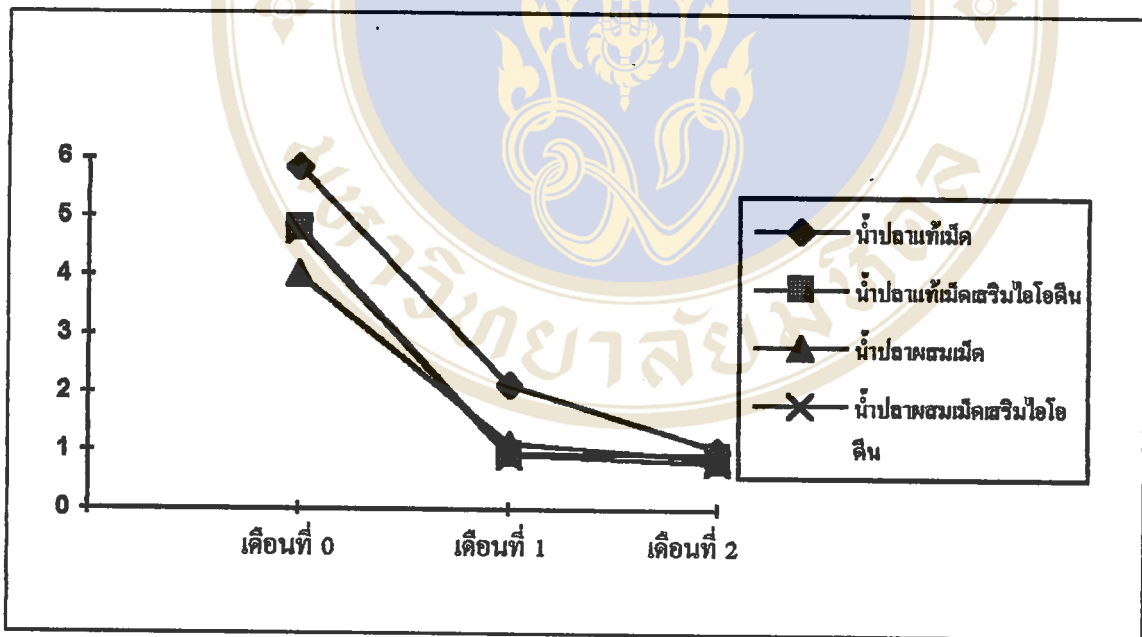
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 3^{\circ}\text{C}$)



จากผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al - laminate ณ อุณหภูมิห้อง ($25\pm 3^{\circ}\text{C}$) พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดทุกประเภท มีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บไว้ 2 เดือน น้ำปลาแท้มึดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) ส่วนน้ำปลาแท้มึดเสริมไอโอดีน น้ำปลาผสมเม็ด และน้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีน มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเดือนที่ 0 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) กับเดือนที่ 1 และเดือนที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al-laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$



จากผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดประเภทต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน บรรจุในถุง Al - laminate ณ อุณหภูมิ $35\pm 3^{\circ}\text{C}$ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดทุกประเภทมีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บไว้ 2 เดือน ปลาปลาแท้มึดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) ส่วนน้ำปลาแท้มึดเสริมไอโอดีน น้ำปลาผสมเม็ดและน้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีน มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเดือนที่ 0 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) กับเดือนที่ 1 เดือนที่ 2 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

4.1.4 ศึกษาต้นทุนในการผลิตน้ำปลาเม็ด

ต้นทุนการผลิตในการวิจัยครั้งนี้ไม่รวม ราคาอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตและค่าแรงงาน

การวิจัยเป็นในระดับห้องปฏิบัติการ ไม่อาจนำไปเปรียบกับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้

ตารางที่ 15 ต้นทุนการผลิตน้ำปลาเม็ด

ตัวอย่าง	จำนวน (มิลลิลิตร)	ผลผลิต (กรัม)	ต้นทุนการผลิต (บาท)					ต้นทุน บาท/ กิโลกรัม
			ค่าวัตถุดิบ	ค่าไฟ	ค่าสารเคมี	ค่าภาชนะ บรรจุ	รวม	
น้ำปลาแท้	1000	330	34.72	11.62	3.40	9.90	59.64	180.72
น้ำปลาแท้ เสริมไอโอดีน	1000	327	34.72	11.62	3.44	9.90	59.68	182.50
น้ำปลาผสม	1000	335	9.33	11.62	3.45	9.90	34.30	102.40
น้ำปลาผสม เสริมไอโอดีน	1000	320	9.33	11.62	3.36	9.90	34.21	106.92

หมายเหตุ

กระบวนการแปรรูปใช้ไฟฟ้า 7.75 กิโลวัตต์

จำนวนยูนิต = (วัตต์ * ชั่วโมง) / 1000

ราคาพลังงานไฟฟ้า ยูนิตละ 3 บาท

ถุง Al - laminate ถุงละ 0.90 บาท

จากการศึกษาพบว่า ต้นทุนการผลิตน้ำปลาอัดเม็ดของ น้ำปลาแท้ , น้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน , น้ำปลาผสม , น้ำปลาผสมเสริมไอโอดีน เท่ากับ 180.72 , 182.50 , 102.40 และ 106.92 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าค่าใช้จ่ายในส่วนของการแปรรูป ได้แก่ ค่าไฟฟ้า และค่าภาชนะบรรจุ ของน้ำปลาผสมและน้ำปลาแท้มีค่าเท่ากัน แต่จะมีความแตกต่างกันในส่วนของคุณค่าวัตถุดิบน้ำปลาแท้และน้ำปลาผสม

4.2 อภิปรายผลการศึกษา

ศึกษากระบวนการแปรรูปเป็นเม็ด

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาทุกประเภท มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการแปรรูปเป็นเม็ด ตั้งแต่ขั้นตอนการเสริมไอโอดีน ขั้นตอนการอบแห้งเป็นผง และขั้นตอนการอัดเป็นเม็ด จากการศึกษาจะพบว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากนัก

สำหรับปริมาณไอโอดีน ในขั้นตอนการเติมโปแตสเซียมไอโอเดต ลงในน้ำปลาแล้วนำมาวิเคราะห์หาไอโอดีน พบว่าปริมาณไอโอดีนที่พบมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณที่ควรจะเป็นจากการคำนวณ ซึ่งอาจเกิดจากสารประกอบในน้ำปลาเช่น เหล็ก ทองแดง แมงกานีส ทำปฏิกิริยากับโปแตสเซียมไอโอเดต ได้ไอโอดีน ออกมา จึงทำให้มีไอโอดีนบางส่วนระเหยออกไป แต่หลังจากผ่านขั้นตอนการทำแห้งเป็นผงแล้ว ปริมาณไอโอดีนก็ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่อาจจะมีแนวโน้มลดลงในขั้นตอนการตอกเป็นเม็ด ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเติมสารช่วยในการอัดเม็ดบางตัว

มีผลทำให้น้ำปลาเม็ดมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างเหล็กกับโปแตสเซียมไอโอเดต ได้ดีขึ้น ในขั้นตอนการอัดเม็ด ปริมาณไอโอดีนจึงมีปริมาณลดลง

ลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาพบว่า ด้านสีน้ำปลาเม็ดทุกประเภทผู้บริโภคมีความรู้สึกชอบเล็กน้อย ด้านกลิ่นและรสชาติมีการยอมรับในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย แต่จะสังเกตได้ว่า น้ำปลาเม็ดที่เสริมไอโอดีน ทั้งน้ำปลาแท้และน้ำปลาผสม จะได้รับการยอมรับน้อยกว่าน้ำปลาเม็ดที่ไม่ได้เสริมไอโอดีน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารประกอบพวกเหล็ก ทองแดง หรือ แมงกานีส ทำปฏิกิริยากับ โปแตสเซียมไอโอเดต ทำให้เกิดกลิ่นไอโอดีนออกมาจึงมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ส่วนด้านความใส พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับในระดับไม่ชอบเล็กน้อย เนื่องจากน้ำปลาเม็ดที่ผ่านการละลายน้ำแล้วจะมีลักษณะขุ่นเกิดตะกอน ทั้งนี้อาจเกิดจากสาร Aerosil ที่เติมลงไปช่วยในการตอกเป็นเม็ด ซึ่งมีคุณสมบัติ คือ เวลาละลายน้ำจะทำให้เกิดเป็นฝ้าได้ ดังนั้นอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เกิดความขุ่นในน้ำปลาเม็ดที่ละลายน้ำ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อน้ำปลาแท้เม็ด น้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอดีน น้ำปลาผสมเม็ด และน้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอดีน พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ และความใส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนทางด้านคุณค่าทางอาหารในส่วนของคุณค่าของปริมาณไอโอดีนที่เสริมเข้าไป พบว่ามีปริมาณไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นแต่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีความแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าน้ำปลาผสมเสริมไอโอดีนและน้ำปลาแท้เสริมไอโอดีน และผ่าน

กระบวนการแปรรูปเป็นเม็ดแล้ว คุณค่าทางอาหารและการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการลดปัญหาขาดแคลนทรัพยากรประมง โดยเฉพาะปริมาณปลาในทะเลที่ปัจจุบันมีจำนวนลดน้อยลงทุกวัน ถ้าเราสามารถลดการใช้ทรัพยากรปลาในทะเลในการนำมาผลิตเป็นน้ำปลา ก็จะเป็นการช่วยแก้ไขปัญหามหาขาดแคลนปลาทะเลในอนาคตได้ นั่นคือ เราสามารถที่จะใช้น้ำปลาผสมทดแทนการใช้ปลาแท้ซึ่งต้องใช้ปลาทะเลเป็นวัตถุดิบในการผลิตมากกว่าน้ำปลาผสมในการบริโภคแทนได้ โดยได้คุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะได้รับสารไอโอดีนในปริมาณที่ใกล้เคียงกันด้วย

ลักษณะบรรจุและอายุการเก็บ

1 ปริมาณในโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาเม็ดทุกประเภท มีค่าเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนัก โดยมีแนวโน้มมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ลดลง ในระหว่างการเก็บรักษา 2 เดือน ทั้งที่เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 5^{\circ}\text{C}$) และที่อุณหภูมิ $35 \pm 3^{\circ}\text{C}$

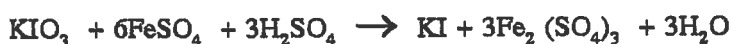
2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำปลาเม็ดทุกชนิดมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน โดยจะลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนที่ 1 และมีแนวโน้มคงที่ในเดือนที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจาก สถานที่ที่เก็บรักษาน้ำปลาเม็ดทั้งที่อุณหภูมิห้อง ($25 \pm 5^{\circ}\text{C}$) และที่อุณหภูมิ $35 \pm 3^{\circ}\text{C}$ มีความชื้นอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นจึงเกิดการถ่ายเทความชื้นขึ้น เพื่อให้อยู่ในภาวะสมดุล น้ำปลาเม็ดที่เก็บไว้ในเดือนที่ 1 จึงมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลง และมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงในเดือนที่ 2 ต่อไป

3 ปริมาณไอโอดีนในน้ำปลาเม็ดที่เสริมไอโอดีนจะสลายตัวไปหลังจากเก็บรักษาไว้ 1 เดือนซึ่งอาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1) จากงานวิจัยของ ร่มไทร และคณะ ได้มีการผสมสารประกอบ KIO_3 และ เหล็กคอมเพล็กซ์เข้าด้วยกัน เพื่อผสมกับเกลือ พบว่า มีกลิ่นไอโอดีน ออกมาทันที และหลังจากการวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน พบว่า ไอโอดีนมีความเข้มข้นลดลงเหลือเพียงเฉลี่ยร้อยละ 50 ในทันที ทั้งนี้ เพราะ KIO_3 ถูกรีดิวซ์ ด้วย SHMP เป็น KI และ KI จะทำปฏิกิริยากับ KIO_3 ในขณะที่มี NaHSO_4 ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดจะปลดปล่อยไอโอดีนออกมา และสูญเสียไปเป็นจำนวนมากและรวดเร็ว

จากเหตุผลข้างต้นจะพบว่า ไอโอดีนในสารละลายที่เป็นกรดจะไปรีดิวซ์เกลือของเหล็กและทองแดง (ferric and cupric salt) รวมทั้งไปรีดิวซ์สารประกอบของวานาเดียม (vanadium) โครเมียม (chromium) ที่มีวาเลนซ์สูงสุด ได้ไอโอดีนปลดปล่อยออกมา ซึ่งในส่วนประกอบของน้ำปลาจะพบสารดังกล่าวอยู่แล้ว ประกอบกับในขั้นตอนการอัดเม็ดได้มีการเติมสารช่วยในการตอกเม็ด Mg stearate , Aerosil และ Acdisal ซึ่งสารเหล่านี้บางตัวมีคุณสมบัติเป็นกรด นั่นคือ Aerosil มี pH อยู่ในช่วง 3.5 - 4.4 และ Acdisal มี pH อยู่ในช่วง 5.0 - 7.0 จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ไอโอดีน ปลดปล่อยออกมา

ดังสมการเคมี



หลังจากนั้น KI จะทำปฏิกิริยากับ KIO_3 ให้ไอโอดีนออกมา ดังสมการ

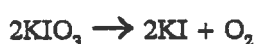


2) ไอโอดีนจะถูกทำลายถ้าทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) และ โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) จากรายงานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กล่าวว่า ถ้าใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 300 ลบ.ซม. ซึ่งมีโซเดียมคาร์บอเนต เจือปน 0.1 กรัม สามารถทำลายไอโอดีนได้ประมาณ 5 กรัม ดังปฏิกิริยา



ซึ่งในส่วนประกอบของน้ำปลาต้องใช้เกลือในการหมัก ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าเกลือที่ใช้ อาจไม่บริสุทธิ์ จึงอาจมี $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ และ Na_2CO_3 เจือปนอยู่ได้ ทำให้เกิดผลต่อปริมาณไอโอดีนในน้ำปลา

3) การให้ความร้อนในขั้นตอน การอบแห้งเป็นผง มีผลต่อไอโอดีน เนื่องจาก แอลคาไล ไอโอเคต ทั้งหมด เมื่อได้รับความร้อน จะสลายตัวให้ไอโอไดค์ ดังสมการ



ดังนั้น จะพบว่า ในช่วงแรกหลังจากนำน้ำปลามาอบแห้งเป็นผงแล้ว เราตรวจพบปริมาณไอโอดีนอยู่ ซึ่งอาจจะมิอยู่ในรูป โปแตสเซียมไอโอเคต และโปแตสเซียมไอโอไดค์ เนื่องจากโปแตสเซียมไอโอเคตบางส่วนได้รับความร้อนเปลี่ยนไปเป็น โปแตสเซียมไอโอไดค์ และเมื่อเก็บไว้ 1 เดือน พบว่า เราตรวจไม่พบไอโอดีน นั้นอาจจะเกิดจาก โปแตสเซียมไอโอเคตที่เหลืออยู่ จะทำปฏิกิริยากับโปแตสเซียมไอโอไดค์ที่สลายออกมา ทำให้เกิดเป็นไอโอดีนออกมา และระเหยออกไปในที่สุด ดังสมการ





บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำปลาเม็ดสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ขั้นตอนการทำเม็ด

-น้ำปลาแท้และน้ำปลาหมักที่เสริมโคโอติน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 15.57 และ 9.14 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณไอโอติน เท่ากับ 5.78 และ 4.78 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

-อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอบแห้งเป็นผงด้วยเครื่อง Spray Dryer คือที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่ความดันอากาศ 40-50 16/m ความเร็วของอัตราการพ่นฝอย (feed rate) เท่ากับ 12 รอบต่อนาที ผลึกภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นของน้ำปลา ลักษณะเป็นผง สีน้ำตาลอ่อน

-หลังจากการอบแห้งเป็นผง น้ำปลาแท้ผง และน้ำปลาแท้ผงเสริมไอโอติน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 35.30 และ 28.46 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณไอโอติน เท่ากับ 0.637 และ 1.515 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ น้ำปลาผสมและน้ำปลาผสมเสริมไอโอติน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 22.53 และ 19.13 กรัม/ กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณไอโอตินเท่ากับ 0.00 และ 1.761 มิลลิกรัม/100กรัม

-หลังจากการอัดเม็ด น้ำปลาแท้เม็ด และน้ำปลาแท้เม็ดเสริมไอโอติน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 31.73 และ 28.46 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำปลาผสมเม็ดเสริมไอโอติน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 18.70 และ 18.66 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณไอโอตินเท่ากับ 0.00 และ 0.528 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความชื้นเท่ากับ 4.01 และ 4.75 ตามลำดับ

-การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ในด้านสี กลิ่น และรสชาติ อยู่ในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย แต่การยอมรับในด้านสีอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย เนื่องจากน้ำปลาเมื่อละลายน้ำแล้ว จะเกิดการตกตะกอน

5.1.2 อายุการเก็บรักษา

- อุง Al-laminate มีความเหมาะสมในการใช้บรรจุน้ำปลาเม็ค
- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา 2 เดือน
- ปริมาณไอโอไดน์จะเสื่อมสลายไปหลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 1 เดือน
- เปอร์เซ็นต์ความชื้น หลังจากเก็บไว้ 1 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ลดลง และมีแนวโน้มคงที่

ในเดือนที่ 2

5.1.3 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิตน้ำปลาอัดเม็คของ น้ำปลาแท้ , น้ำปลาแท้เสริมไอโอไดน์ , น้ำปลาผสม , น้ำปลาผสมเสริมไอโอไดน์ เท่ากับ 170.42 , 170.00 , 92.06 และ 96.40 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

- ระหว่างขั้นตอนการแปรรูปเป็นเม็คจะพบปัญหาเรื่องความชื้นของน้ำปลาผง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำปลาเม็คเป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นได้ดี ดังนั้น น้ำปลาผงที่จะนำมาขึ้นรูปเป็นเม็คจึงเกิดความชื้นได้ง่าย ทำให้กระบวนการอัดเม็คเป็นไปได้ค่อนข้างลำบาก คือน้ำปลาเม็คที่ได้จะเป็นเม็คที่สมบูรณ์ในระยะช่วงแรกของการผลิต แต่หลังจากนั้นเม็คที่ได้จะเริ่มไม่สมบูรณ์คือ เกิดการติดหน้าสากแม่พิมพ์ ทำให้เกิดไม่เรียบ เม็คแตก เม็คหัก เป็นต้น แนวทางในการแก้ไขคือ หลังจากการอบแห้งน้ำปลาเป็นน้ำปลาผงแล้วต้องเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นในระหว่างการรออัดเม็ค ส่วนในกระบวนการอัดเม็คควรใช้เครื่องอัดเม็คที่มีระบบดูดความชื้น เพื่อจะได้ลดการเสียหายของการผลิตน้ำปลาเม็ค หรือวิธีแก้ไขอีกวิธีหนึ่งคือ ศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมของสารช่วยในการอัดเม็คที่มีคุณสมบัติช่วยลดความชื้น ในผลิตภัณฑ์น้ำปลาเม็ค เพื่อป้องกันการดูดความชื้นของน้ำปลาเม็คนั่นเอง

- ปริมาณไอโอไดน์ที่สูญเสียไประหว่างการเก็บรักษาเกิดจากปัจจัย 3 ประการ คือ

1. ธาตุเหล็กที่อยู่ในน้ำปลา
2. ความเป็นกรดของน้ำปลาเม็คหลังจากการเติมสารช่วยตกเม็ค
3. ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป

จากวิธีการวิจัยครั้งนี้ได้มีการเสริมไอโอดีนซึ่งอยู่ในรูปของ ไอ โป แ ต ส เซีย ม ไอ โอ เดตในน้ำปลา ก่อนทำแห้งเป็นผง ผู้วิจัยมีความคิดว่าการป้องกันการสูญเสียไอโอดีนควรจะเสริมไอโอดีนหลังจากการทำแห้งเป็นผง เพื่อป้องกันความร้อนที่จะมีผลทำให้ไอโอดีนสูญเสียไป

สำหรับในกระบวนการอัดเม็ดควรมีการศึกษาหาสารที่ช่วยในการตอกเม็ดตัวอื่นที่จะไม่ให้เกิดความเป็นกรดขึ้นในน้ำปลาเม็ด

- น้ำปลาเม็ดที่ผลิตออกมาตามงานวิจัยนี้เหมาะที่จะใช้บริโภค โดยใช้ประกอบอาหารในระหว่างขั้นตอนการปรุงอาหาร แต่อาจจะไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องจิ้ม ทั้งนี้เนื่องจากตะกอนที่เกิดขึ้นอาจมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

- รูปร่างของน้ำปลาเม็ดในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลมแบน ลักษณะเดียวกับยาเม็ดทั่วไป ดังนั้นเมื่อผลิตออกมาแล้วอาจทำให้ผู้บริโภคเกิดความสับสนระหว่างยาเม็ดกับเครื่องปรุงแต่งอาหาร ก่อให้เกิดอันตรายในการใช้ได้ รูปร่างของน้ำปลาเม็ดที่เหมาะสม จึงควรจะเป็นรูปร่างอื่น เช่น รูปทรงสามเหลี่ยม หรือ รูปทรงสี่เหลี่ยม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2536. การศึกษา
ไอโอดีนในน้ำปลา. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 41 (133) : 21-24.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงอุตสาหกรรม. 2511. มาตรฐานอุตสาหกรรม ข้อกำหนด
เกณฑ์คุณภาพน้ำปลาพื้นเมือง. 8 หน้า.

กระทรวงอุตสาหกรรม .2526. มาตรฐานอุตสาหกรรมน้ำปลาพื้นเมือง (มอก. 3 - 2526)

ธนาคารกสิกรไทย. 2532. สรุปข่าวธุรกิจ. 20 (1). ประจำงวด 1 - 15

มนต์ขุติ นิติน. 2525. ส่วนประกอบของชาเมื่อด. หน้า 144-174 ในสุทิน ศิริไพรัตน์ และ
ฤดี เสาวคนธ์. เกษตรอุตสาหกรรม 1. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร

วัลลภ มาธัญญา. 2534. เรียนรู้เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์. หน้า 18 - 42 . สมาคมบรรจุภัณฑ์ไทย
20 ปี . สมาคมบรรจุภัณฑ์ไทย. กรุงเทพมหานคร

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. หน้า 97 - 107 . ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์.
คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุริย์ โพธิสารณ์. 2536. การศึกษาไอโอดีนในน้ำปลา . วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ
411 (133) (กันยายน 2536) : 21 - 24

สำนักงานโครงการวิเคราะห์อาหาร. กรมอนามัย. 2530. น้ำปลา. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ.
6 หน้า.

อุดมเกียรติ พรรณประเทศ . 2539. สารไอโอดีน . วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
38 (1) (มกราคม - มีนาคม 2539) : 60 - 68

- Amano, K. 1962. The influence of fermentation on the nutritive value of fish with special reference to fermented fish products of South-East Asia, pp. 180 - 200. In E. Heen and R. Kreuzer. (eds.), Intern. Symp, of fish in Nutrition, Fishing News (Books) Ltd., London.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15 th ed., The Association of Official Chemists, Arlington Virginia, U.S.A. 1298 p
- Areekul, S., R. Thearawibul and D. Matrakul. 1974. Vitamin B12 contents in fermented fish, fish sauce and soya-bean sauce, Southeast Asian J. Trop. Med. and Public Health, 5 : 461.
- Haward. C. Ansel. 1976. Powder granules and solid dosage form for oral administration capsules and tablet. pp 198 -209. In Introduction to Pharmaceutical Dosage Form, 2 nd ed., Lec and Eebiger , Philadelphia. U.S.A.
- Jensen, G. R. and E. E. Howe. 1964. World problems in protein nutrition. The Amer. J. Chin. Nutrition 15 : 262 -274.
- Jones, N. R. 1962. Browning reaction in dried fish products. Res. Adv. Food Sci. 2 :(4) 74 - 80.
- Manus, L. J. and U.S. Ashworth, . 1948 “ The keeping quality, solubility and density of powdered whole milk in relation and variation in manufacturing process. solubility and density “ J. Dairy Sci, 31 : 935 ,944.
- Suwanik, R. 1978. Iron and Iodine fortification of common salt and fish sauce. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish 13 : 199.

Tamsma, A., A. Konton, and M. J. Pallansch, “ Influence of dry techniques on some properties of non - fat dried milk. “ J. Dairy Sci., 50 : 1055 .



ภาคผนวก ก

ภาพผลิตภัณฑ์น้ำปลาเม็ดเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต



ภาพที่ 14 ผลิตภัณฑ์น้ำปลาเม็ด



ภาพที่ 15 เครื่อง Spray Dryer



ภาพที่ 16 เครื่องอัดเม็ด

ภาคผนวก ข.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 118 (พ.ศ.2532)

เรื่องน้ำปลา

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 47 (พ.ศ.2523) เรื่อง น้ำปลา ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523

อาศัยตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1) (2) (4) (5) (6) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 47 (พ.ศ.2523) เรื่องน้ำปลา ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523

ข้อ 2 ให้น้ำปลาเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ แต่ไม่รวมถึงน้ำนูด

ข้อ 3 น้ำปลา หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวรสเค็มใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

(1) น้ำปลาแท้ หมายความว่า น้ำปลาที่ได้จากการหมักหรือย่อยปลา หรือส่วนของปลา หรือกากของปลาที่เหลือจากการหมัก ตามกรรมวิธีการผลิตน้ำปลา

(2) น้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น หมายความว่า น้ำปลาที่ได้จากการหมักหรือย่อยสัตว์อื่นซึ่งมิใช่ปลา หรือส่วนของสัตว์อื่น หรือกากของสัตว์อื่นที่เหลือจากการหมัก ตามกรรมวิธีการผลิตน้ำปลา และให้หมายความรวมถึงน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่นที่มีน้ำปลาผสมอยู่ด้วย

(3) น้ำปลาผสม หมายความว่า น้ำปลาตาม (1) หรือ (2) ที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคเจือปนหรือเจือจางหรือปรุงแต่งกลิ่นรส

ทั้งนี้หมายความรวมถึงน้ำปลาตาม (1) (2) หรือ (3) ที่ได้ระเหยน้ำออกด้วย

ข้อ 4 น้ำปลาแท้และน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่นต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีสี กลิ่น และรสของน้ำปลาแท้หรือน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น แล้วแต่กรณี

(2) โซ ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่เกิน 0.1 กรัมต่อ

น้ำปลา 1 ลิตร

(3) มีเกลือ (Sodium chloride) ไม่น้อยกว่า 200 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร

(4) มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 9 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร

(5) มีไนโตรเจนจากกรรคอมิโนไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 และไม่เกินร้อยละ 60 ของไนโตรเจนทั้งหมด

(6) มีกรดลิวตามิกต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.4 แต่ต้องไม่เกิน 0.6

(7) ไม่ใช่สี เว้นแต่สีน้ำตาลเขียวไหม้หรือสีคาราเมล

(8) ไม่ใช่วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล

ข้อ 5 น้ำปลาผสม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) มีสี กลิ่น และรสของน้ำปลาผสม

(2) โซ ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่เกิน 0.1 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร

(3) มีเกลือไม่น้อยกว่า 200 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร

(4) มีไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4 กรัมต่อน้ำปลา 1 ลิตร

(5) มีกรดลิวตามิกต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.4 แต่ต้องไม่เกิน 1.3

(6) ไม่ใช่สี เว้นแต่สีน้ำตาลเขียวไหม้หรือสีคาราเมล

(7) ไม่ใช่วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล

ข้อ 6 น้ำปลาที่ได้ระเหยน้ำออกเมื่อทำให้กึ่งรูปแล้วต้องมีคุณภาพ หรือมาตรฐานตามชนิดของน้ำปลานั้น แล้วแต่กรณี

ข้อ 7 การแสดงฉลากของน้ำปลาให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่อน้ำปลาให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) น้ำปลาตามข้อ 3 (1) ต้องใช้ชื่อว่า “ น้ำปลาแท้ ”

(2) น้ำปลาตามข้อ 3 (2) ต้องใช้ชื่อว่า “ น้ำปลาจาก..... ” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดของสัตว์อื่นที่ทำน้ำปลา) หรือ “ น้ำปลาจาก.....% ผสมกับน้ำปลาแท้.....% ” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดของสัตว์อื่นที่ทำน้ำปลาและปริมาณที่ผสม) แล้วแต่กรณี

(3) น้ำปลาตามข้อ 3 (3) นอกจากจะต้องใช้ชื่อว่า “ น้ำปลาผสม ” แล้วกรณีที่ เป็นน้ำปลาผสมที่ทำจากสัตว์อื่นต้องมีข้อความว่า “ ทำจากน้ำปลาจาก..... ” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดของสัตว์อื่นที่ทำน้ำปลา) กำกับชื่อไว้ด้วย

ข้อ 8 การใช้วัตถุเจือปนอาหารและภาชนะบรรจุอาหารให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปนอาหารและภาชนะบรรจุอาหารแล้วแต่กรณี

ข้อ 9 ให้ถือว่าผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 47 (พ.ศ. 2523) เรื่อง น้ำปลา ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 ที่มีรายละเอียดถูกต้องตรงตามประกาศฉบับนี้เป็นผู้ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตามประเภทฉบับนี้

ข้อ 10 ให้ผู้ผลิตน้ำปลาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากไว้แล้วตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 47 (พ.ศ. 2523) เรื่อง น้ำปลา ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 ยื่นคำขอแก้ไขเปลี่ยนแปลงฉลากใหม่ภายในหกสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศฉบับนี้ใช้บังคับ และเมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้คงใช้ฉลากเดิมไปพลางก่อนได้จนกว่าจะได้รับอนุญาตหรือถึงวันที่ผู้อนุญาตได้แจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาตให้ใช้ฉลากนั้นต่อไป

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2532

ชวน หลีกภัย

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ค

การประเมินผลการยอมรับลักษณะทางประสาทสัมผัส

วิธีการ

ทำโดยนำตัวอย่างน้ำปลาแต่ละลายในน้ำให้เข้ากัน แล้วจึงนำมาให้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึก 7 คน ทำการชิม โดยชิมร่วมกับไก่ต้ม ให้ผู้ทดสอบชิมกรอกความรู้สึกลงในแบบสอบถาม สิ่งที่ต้องเตรียมสำหรับผู้ทดสอบชิม คือ แบบสอบถาม , น้ำดื่ม 1 แก้ว และตัวอย่างที่จะทำการทดสอบ

แบบสอบถามที่ใช้ประเมินผลลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic 7 Scale Test

จงทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ แล้วให้คะแนนตามลำดับความชอบตามคุณลักษณะในด้านต่างๆ ในตาราง โดยวิธีการให้คะแนนแบ่งออกเป็นระดับดังนี้ คือ

- 7 = ชอบมาก

6 = ชอบปานกลาง

5 = ชอบเล็กน้อย

4 = เฉยๆ
- 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบปานกลาง

1 = ไม่ชอบมาก

ตัวอย่างที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความคงตัว
1				
2				
3				

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพดิน**1. ไนโตรเจนทั้งหมด (กรัม/ลิตร)****วิธีการวิเคราะห์**

ย่อยน้ำปลาผสม (1:19) 10 มิลลิลิตร ในขวดย่อย Kjeldahl ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา เซเลเนียม 1 กรัม (Selenium Catalyst B.D.H) และกรดกำมะถันเข้มข้น 20 มิลลิลิตร จนกระทั่งได้น้ำยาใส และย่อยต่อไปอีก 1-2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 200 มิลลิลิตร นำไป กลั่นโดยต่อเครื่องกลั่นให้พร้อม เติมสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ลงไปประมาณ 90 มิลลิลิตร ทำการกลั่นโดยใช้กรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 50 มิลลิลิตร ซึ่งมีอินดิเคเตอร์ผสมระหว่างเมทิลเรดและเมทิลทีลีนบลูอยู่ ด้วย 2-3 หยด ทำหน้าที่จับก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้น กลั่นจนกระทั่งปริมาตรของน้ำยาในขวดกลั่นเหลือประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาตรเดิม นำน้ำยาในขวดจับ ก๊าซไปไตเตรทกับกรดกำมะถันเข้มข้น 0.1 นอร์แมล แล้วคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดดังนี้

$$X = yN \times 28$$

เมื่อ X คือ จำนวนกรัมของไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างน้ำปลา 1 ลิตร

y คือ จำนวนมิลลิลิตรของกรดกำมะถันเข้มข้น 0.1 นอร์แมลที่ใช้ในการไตเตรท

N คือ นอร์แมลลิตีของกรดกำมะถัน

2. ปริมาณไอโอดีน

โดยใช้วิธีการไตเตรท มีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. นำน้ำปลา 50 มล. ใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง (porcelain dish) เติม potassium hydroxide 1 กรัม แล้วเติม starch 0.5 กรัม นำไปประเหยให้แห้งบนเตาไฟฟ้าด้วยไฟอ่อนๆ จนสารละลายแห้งระงับอย่าให้กระเด็น เติมด้วยตะเกียงก๊าซจนหมดควันเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส จนได้สารที่เหลือสีขาว

2. สกัดสารที่ได้จากการเผาน้ำกลั่น 50 มล. ต้มให้ร้อนบนอ่างควบคุมอุณหภูมิสูงประมาณ 5 นาที กรองตะกอนด้วยกระดาษเบอร์ 1 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน

3. รวมสารละลายที่กรองได้ เติม methyl orange 1-2 หยดและเติม sulfuric acid (1+1) จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู เติม sodium hydroxide 4 % จนเป็นด่างแล้วเติมให้มากเกินไปอีก 1 มล. นำสารละลายไปต้มบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ 5 นาที เติม 0.1 N potassium permanganate ทีละหยดจนได้สีชมพูเข้มมากเกินไปแล้วต้มต่อจนสีของ potassium permanganate หายไป ทิ้งให้เย็น แล้วกรองตะกอน

4. สารละลายที่เติม 2 N sulfuric acid 5 มล. แล้วเติมสารละลาย potassium iodide 10 % 5 มล. เขย่าให้เข้ากัน ไทเตรตด้วยสารละลาย 0.005 N sodium thiosulfate จนสีเหลืองจางลง เติมน้ำแบ่ง 1 มล. และไทเตรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป

การคำนวณ

1 มล. 0.005 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ สมมูลกับ iodine 0.1058 มล.

8. การหาความชื้น

เตรียมภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างน้ำปลาเสียก่อน โดยใช้ถ้วยกระเบื้องหรือชามระเหยที่ล้างสะอาดแล้ว ทำให้ในถ้วยที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในตู้เก็บความชื้น นำมาชั่งหาน้ำหนักภาชนะอย่างละเอียด และทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำปลาที่จะนำมาวิเคราะห์ในถ้วยกระเบื้องหรือชามระเหยที่เตรียมไว้ประมาณ 2 - 4 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปอบในถ้วย อุณหภูมิ 90 - 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมงเมื่อเห็นว่าแห้งดีแล้ว นำไปเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นจนเย็น จึงนำไปชั่ง แล้วนำเอาไปอบในถ้วยอีก ทำเช่นนี้หลายๆ ครั้ง จนได้น้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไป คือ น้ำหนักของความชื้น แล้วคำนวณหาร้อยละของความชื้นจากสูตร

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักของน้ำปลาที่ใช้}}$$

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตัวอย่าง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาผองอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 200 , 220 และ 240 องศาเซลเซียส

ครั้งที่	อุณหภูมิการอบแห้ง (°C)		
	200	220	240
1	35.91	35.00	39.40
2	36.40	40.00	30.60
3	33.60	39.20	32.20
รวม	105.91	114.20	102.20
เฉลี่ย	35.30	38.06	30.90

2 ทำตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

SOURCE	df	SS	MS	F - ratio
Among treatment	2	82.298	41.150	10.985
Block	2	7.862	3.931	
Error	4	14.984	3.746	
Total	8	105.145		

จากการเปิดตาราง ค่า F (0.05) (2 , 4) เท่ากับ 6.94 ซึ่งน้อยกว่า 10.985 เพราะฉะนั้นค่าเฉลี่ยที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จึงหาความแตกต่างโดยวิธี Duncan ' s New Multiple Range Test (DMRT)

3. จัดเรียงค่าเฉลี่ยตามลำดับจากน้อยไปหามาก หรือจากมากไปน้อย เช่น จากตัวอย่าง นำค่าเฉลี่ยมาหาค่าลำดับชั้น (rank) ได้ดังนี้

ค่าลำดับชั้น	1	2	3
ค่าเฉลี่ย	30.733	35.303	38.066
ตัวอย่าง	3	1	2

เมื่อทราบว่า ค่าเฉลี่ยที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำค่าเฉลี่ยทุกค่ามาเปรียบเทียบกับว่า ค่าเฉลี่ยใดมีความแตกต่างกันบ้าง โดยทำดังนี้

3.1 คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (S_y)

โดย $S_y = \sqrt{\text{error mean square} / n}$; n คือ จำนวนซ้ำ

$$S_y = 1.24$$

3.2 คำนวณหาค่า least significant range (LSR)

โดย $LSR, p = (SSR, p) (S_y)$

p คือ ค่าผลต่างหาลำดับชั้นของค่าเฉลี่ยซึ่งต้องการเปรียบเทียบบวกด้วย 1

จากตัวอย่าง ค่า df ของ error มีค่าเท่ากับ 4 หาค่า SSR ที่เท่ากับ 0.05 ได้ดังนี้

p	2	3
SSR 0.05	3.93	4.01



จาก $LSR, p = (SSR, p)(Sy)$ คำนวณได้ดังนี้

p	2	3
$LSR(0.05, p)$	4.391	4.480

3.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่าง เริ่มจากค่าเฉลี่ยสูงสุดกับค่าเฉลี่ยต่ำสุด ในกรณีนี้ $p = (3-1) + 1 = 3$ โดยที่ผลต่างของค่าลำดับชั้นคือ $(3-1)$ เพราะค่าเฉลี่ยสูงสุดมีลำดับชั้น เท่ากับ 1 ซึ่งจะได้ว่า

$$38.06 - 30.73 = 7.33 > 4.480 \quad (LSR \ 0.05)$$

แสดงว่า ตัวอย่างที่ 3 แตกต่างกับตัวอย่างที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อเริ่มจากค่าเฉลี่ยสูงสุด กับต่ำสุด ค่าเฉลี่ยสูงสุดกับรองต่ำสุด และตัดขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงกับรองสูงสุด แล้วทำอย่างเดียวกันโดยนำเอารองสูงสุดกับต่ำสุดและตัดขึ้นมาเรื่อยๆ ความแตกต่างของคู่ที่นำมาเปรียบเทียบมีนัยสำคัญ ถ้าค่าความแตกต่างนั้นสูงกว่าค่า LSR ที่เปรียบเทียบ ยกเว้นกรณีที่ค่าความแตกต่างของค่าที่นำมาเปรียบเทียบนั้นน้อยกว่าค่า LSR จึงจะหยุดการเปรียบเทียบคู่ต่อมา และสรุปว่าค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่อยู่ในช่วงนั้นไม่แตกต่างกัน

ลำดับชั้น 2 กับ ลำดับชั้น 1 : $35.303 - 30.739 = 4.57 > 4.391$ มีนัยสำคัญ

ลำดับชั้น 3 กับ ลำดับชั้น 2 : $38.066 - 35.303 = 2.76 < 4.480$ ไม่มีนัยสำคัญ