รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

"การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ"

"The Increase Value of Dregs in Surimi Process"

โดย

นายไกรฤกษ์ บูรพารัตน์

B 3951705

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

29 พฤศจิกายน 2542

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

"การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ"

"The Increase Value of Dregs in Surimi Process"

โดย

นายไกรฤกษ์ บูรพารัตน์

B 3951705

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัทแปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด

75/12 หมู่ 5 ต. โคกขาม อ. เมือง จ. สมุทรสาคร 74000

29 พฤศจิกายน 2542

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติการสหกิจศึกษา

เรียน อ.ดร. ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นายไกรฤกษ์ บูรพารัตน์ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติการสหกิจศึกษา (305499) ระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม 2542 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม 2542 ในตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าแผนกวิเคราะห์ ณ บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด และได้รับมอบหมายจาก Job supervisor ให้ทำรายงานเรื่อง การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ (The increase value of dregs in surimi prcess)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ไกรฤกษ์ บูรพารัตน์

(นายไกรฤกษ์ บูรพารัตน์)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

(Abstract)

ตะกอนไขมันจากกระบวนการผลิตซูริมิ ประกอบด้วยตะกอนไขมันจากจุดต่างๆ 4 จุด คือ ตะกอนไขมันจากถังพักใต้เครื่องบีบเนื้อ , ตะกอนไขมันจากถังพักทรงกลมก่อนขึ้นเครื่องสลัดน้ำ , ตะกอนไขมันจากถังกรอง 9 แทงค์ และตะกอนไขมันจากถังพักเติมเกลือก่อนเข้าเครื่อง refiner ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นรวมกันประมาณ 250 กิโลกรัมต่อวัน โดยแบ่งเป็น จุดที่ 1 , 2 , 3 และ 4 เท่ากับ 110 กิโลกรัมต่อวัน , 25 กิโลกรัมต่อวัน , 80 กิโลกรัมต่อวัน และ 35 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ตะกอนไขมันในแต่ละจุด พบว่า จุดที่ 1 มีปริมาณไขมันสูงที่สุดถึง 56.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าจุดอื่นๆ ที่มีปริมาณไขมัน 34.67 เปอร์เซ็นต์ , 16.98 เปอร์เซ็นต์ และ 18.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการนำตะกอนไขมันทั้ง 4 จุด มารวมกันตามอัตราส่วน 4.4:1.0:3.2:1.4 จะทำให้มีปริมาณไขมันเป็น 41.96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาสกัดน้ำมันปลาโดยเปรียบเทียบวิธีการสกัด 2 วิธี คือการต้ม (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) และวิธีการนึ่ง (อุณหภูมิ 80 , 90 , และ 95 องศาเซลเซียส) โดยใช้ระยะเวลาการสกัด 30 , 60 และ 120 นาที พบว่า การสกัดน้ำมันปลาโดยวิธีการนึ่งจะให้ปริมาณน้ำมันปลาออกมามากกว่าวิธีการต้ม ซึ่งอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาทีจะได้ปริมาณน้ำมันปลาออกมา 140.06 กรัม จากปริมาณตะกอนเริ่มต้น 1000 กรัม และจากการศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอน พบว่า การสกัดน้ำมันปลาโดยวิธีการนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องซาเซลเซียส จะมีปริมาณไขมันเหลืออยู่ในกากตะกอนน้อยที่สุดด้วย ส่วนปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจะมีปริมาณเหลืออยู่ใกล้เคียงกันทุกวิธีการสกัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 31 สิงหาคม 2542 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม 2542 และได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณวิชัย ถาวรทวีวงษ์ ที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่าต่อข้าพเจ้า และขอขอบพระคุณ คุณสุนีรัตน์ เวคะพันธ์ ผู้ช่วยหัวหน้าส่วนตรวจสอบคุณภาพ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบและแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ ขอบคุณพี่ๆ ทุกท่าน และเพื่อนๆ พนักงานทุกคนที่บริษัท ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือในการทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาและสนับสนุนให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายไกรฤกษ์ บูรพารัตน์

ผู้จัดทำรายงาน

29 พฤศจิกายน 2542

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญเรื่อง

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4
บทที่ 3 ลักษณะการปฏิบัติงานของฝ่ายควบคุมคุณภาพ	
■ แผนกรับวัตถุดิบ	5
■ แผนกเตรียมวัตถุดิบ	7
■ แผนกปลาแล่	9
■ แผนกซูริมิ	11
■ แผนกแพ็คกิ้ง	22
■ แผนกห้องเย็น	24
■ แผนกสโตร์	28
■ แผนกปลาแห้ง	25
■ แผนกปลาป่น	30
■ แผนกปรับปรุงคุณภาพน้ำ	32
■ แผนกวิเคราะห์	40
บทที่ 4 งานวิจัยเรื่อง “การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ”	
■ บทนำ	48
■ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
■ วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	66
■ ผลการทดลอง	74
■ วิจารณ์ผลการทดลอง	83
■ สรุปผลการทดลอง	85
■ ปัญหาและข้อเสนอแนะ	86

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติงาน	87
บทที่ 6 เอกสารอ้างอิง	88

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงกรดอะมิโนที่เป็นองค์ระกอบในโปรตีนปลา	52
2. แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความเหนียวของซูริมิโดยวิธีฟันกัด	60
3. แสดงการทดสอบความเหนียวของซูริมิโดยวิธีการพับ	60
4. แสดงเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสิ่งแปลกปลอมจากปลาและภาชนะบรรจุ	61
5. แสดงปริมาณตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน	76
6. แสดงปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนในตะกอนไขมันแต่ละจุดและรวมกันทั้ง 4 จุด	76
7. แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีต่างๆ	77
8. แสดงปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดน้ำมันโดยวิธีต่างๆ	79
9. แสดงปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดน้ำมันโดยวิธีต่างๆ	81

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงโครงสร้างของ fatty acids ที่พบในปลา	54
2. แสดงแผนผังของกระบวนการผลิตซูริมิ	57
3. แสดงลักษณะของเครื่องวัดความเหนียว (electronic rheometer)	58
4. แสดงวิธีการวัดค่าความเหนียวโดยวิธีการพับ	59
5. แสดงแผนภาพการเกิด Autooxidation ของไขมัน	64
6. แสดงอุปกรณ์กลั่นหาโปรตีน	67
7. แสดงอุปกรณ์สกัดไขมัน	68

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทนำ

■ ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด

ตั้งอยู่ ณ เลขที่ 75/12 หมู่ 5 ซ. วัดโสภณาราม

ต. โคกขาม อ. เมือง จ. สมุทรสาคร

■ ลักษณะการประกอบการ

บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมประเภทอาหารทะเลแช่แข็ง จากการรวมตัวกันของบุคคลกลุ่มหนึ่งจัดตั้งเป็น บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2532 ด้วยทุนจดทะเบียนขั้นต้น 50 ล้านบาท บนเนื้อที่ประมาณ 11 ไร่ โดยในปัจจุบันได้ขยายเนื้อที่เพิ่มขึ้นเป็น 26 ไร่ และมีพนักงานประมาณ 1,050 คน กลุ่มบุคคลซึ่งเป็นแกนนำ ได้แก่

(1) คุณวิชัย ถาวรทวีวงษ์ ดำรงตำแหน่ง ประธานกรรมการบริษัทฯ

(2) คุณพรชัย โพธิเพียรทอง ดำรงตำแหน่ง รองประธานกรรมการบริษัทฯ

(3) คุณวัลลภ โพธิเพียรทอง ดำรงตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการบริษัทฯ

(4) คุณพรศักดิ์ ถาวรทวีวงษ์ ดำรงตำแหน่ง รองกรรมการผู้จัดการบริษัทฯ

โดยมี คุณหัสชัย เหลืองอรุณ ดำรงตำแหน่ง ผู้จัดการทั่วไป

■ การจัดองค์กรและการบริหารงาน

บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด มีการจัดโครงสร้างในการบริหารงานภายในเป็น 3 ฝ่ายคือ

(1) ฝ่ายผลิต

(2) ฝ่ายการตลาดและการต่างประเทศ

(3) ฝ่ายบริหาร

โดยมีการจัดองค์กรดังแผนผังต่อไปนี้

■ ตำแหน่งและลักษณะงานในความรับผิดชอบ

ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ในตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าแผนกวิเคราะห์ โดยจะศึกษาลักษณะการปฏิบัติงานของฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ ทั้งส่วนวิเคราะห์และส่วนปฏิบัติการ และได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบทำการวิจัยในหัวเรื่อง “การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ (The increase value of dregs in surimi process)”

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

■ Co-op supervisor

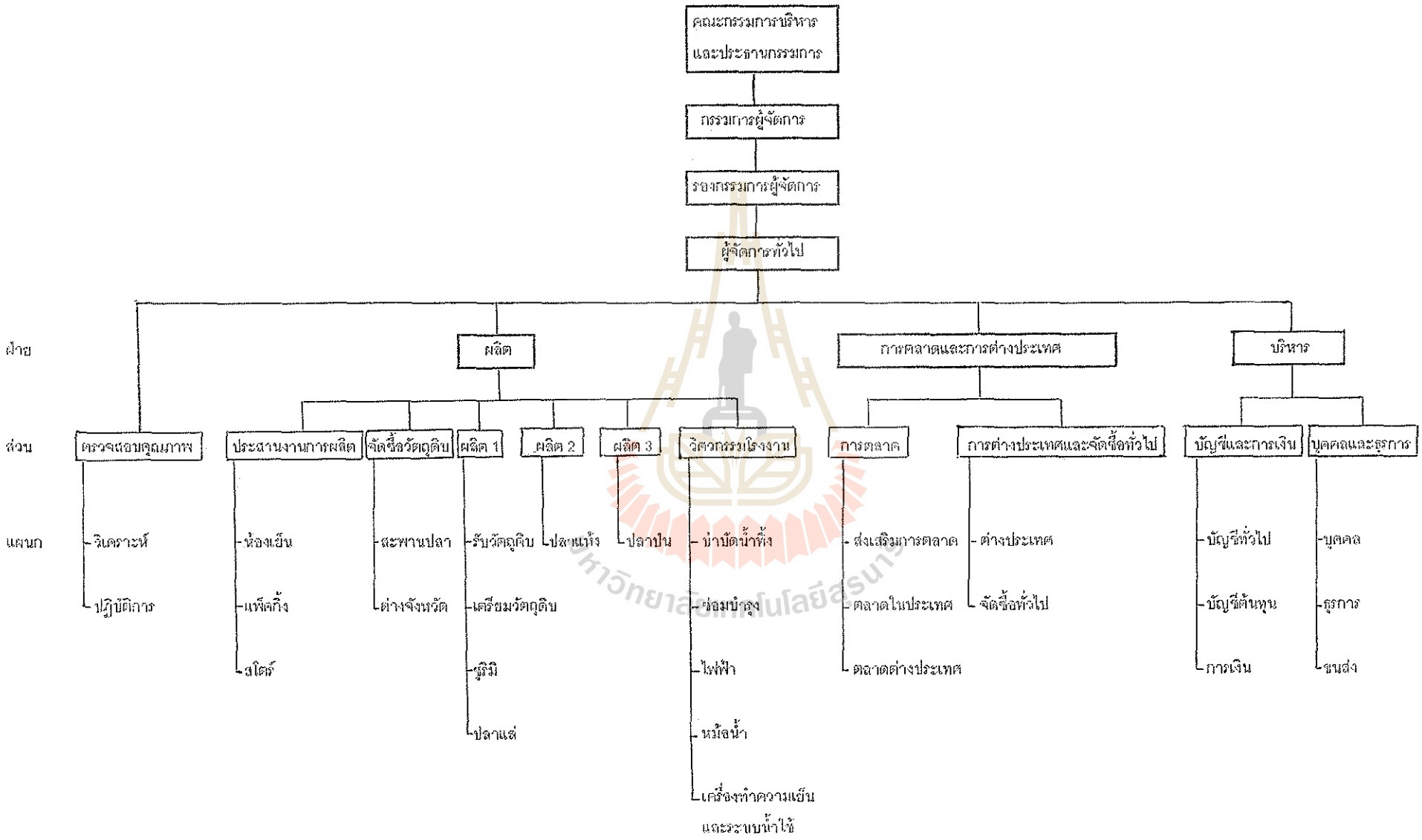
การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ข้าพเจ้าอยู่ในความดูแลของ co-op supervisor คือ คุณสุนีรัตน์ เวคะพันธ์ ผู้ช่วยหัวหน้าส่วนตรวจสอบคุณภาพ

■ ระยะเวลาการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด เริ่มตั้งแต่วันที่ 31 สิงหาคม 2542 จนถึงวันที่ 9 ธันวาคม 2542

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผังโครงสร้าง บริษัท แปซิฟิค ฮาริน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด



วัตถุประสงค์การเรียนรู้

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ได้ศึกษาถึงการปฏิบัติงานของฝ่ายควบคุมคุณภาพในแผนกต่างๆ กระบวนการผลิตและการทำงานในระดับอุตสาหกรรม ตลอดจนรับทราบถึงหัวข้อที่ได้รับในการทำงานวิจัย ข้าพเจ้าได้ตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ที่จะได้รับจากการมาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ว่า จะมีส่วนสำคัญในการช่วยให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาตนเอง ทั้งทางด้านความรู้ทางวิชาการและการปรับตัวเข้ากับผู้อื่น ได้รับประสบการณ์ในการทำงานในระดับอุตสาหกรรม ได้มีโอกาสนำความรู้ความสามารถมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ รู้จักแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้รับงานวิจัยที่ตรงกับสาขาที่เรียนมา ซึ่งทำให้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้และหาเหตุผลประกอบการทดลอง ช่วยฝึกฝนทักษะทางด้านการวางแผนการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการแปลผลข้อมูลที่ได้ด้วย ตลอดจนการได้มีส่วนร่วมและเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร ได้เรียนรู้การทำงานที่เป็นระบบ ซึ่งช่วยฝึกฝนให้ข้าพเจ้ามีระเบียบวินัย และฝึกการปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมขององค์กรอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลักษณะการปฏิบัติงานของฝ่ายควบคุมคุณภาพ

แผนกรับวัตถุดิบ Q.C. ทำหน้าที่

1. ตรวจสอบความสดของปลา โดยการคัดเป็นปลาสด, ปลาสดปานกลาง หรือปลาไม่สด ขึ้นอยู่กับว่ามี ปลาแบบใดปริมาณมาก ให้คัดแต่ละแบบออกมา จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อคัดเป็น % ความสด สดปานกลาง หรือไม่สด

   การดูความสดของปลาจะแตกต่างกันตามชนิดของปลา ตัวอย่างเช่น

   - ปลาตาหวาน ดูความสดของปลาโดย ดูที่ตาของปลา ปลาที่สดจะมีตาสีแดง
   - ปลาไส้กอ ดูความสดของปลาโดย ดูที่ท้องของปลา ปลาที่ไม่สดท้องจะเหี่ยว

2. วัดอุณหภูมิภายในตัวปลา โดยปลา 1 กระบะ ที่สุ่มขึ้นมาตรวจความสด จะสุ่มวัดอุณหภูมิภายในตัวปลา 1 ตัว โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แทงเข้าไปในตัวปลา บริเวณหลังของปลา

3. ตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่ใช้ล้างปลา โดยตรวจดูปริมาณคลอรีนและความสะอาดของน้ำ คลอรีนที่ใช้เติมในน้ำล้างปลานี้จะใช้คลอรีนน้ำ ซึ่งมีวิธีการตรวจปริมาณคลอรีน ดังนี้

   - ปริมาณน้ำตัวอย่าง 20 ml. ใส่ใน flask
   - หยดคลอรีนอินดิเคเตอร์ 15 หยด
   - หยดน้ำแป้ง 2 หยด และเขย่า
   - หยดคลอรีนจนกว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
   - นับจำนวนหยดของคลอรีนที่ใช้โดย 1 หยดจะเท่ากับ 10 ppm.

   น้ำใช้ในการล้างปลานี้จะมีการเติมน้ำแข็งด้วยเพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 20 $^{\circ}$C นอกจากนี้อาจมีการใช้น้ำจากใน line การผลิตซูริมิแทนก็ได้ เพื่อเป็นการประหยัดน้ำ

4. วัดอุณหภูมิภายในตัวปลาหลังจากล้างเสร็จแล้วด้วย โดยจะสุ่มวัดอุณหภูมิภายในตัวปลาจากกระบะต่าง ๆ ประมาณ 3 ตัว ปลาที่ล้างเสร็จแล้วจะมีการกลบด้วยน้ำแข็งไว้ (ดองปลา)

   <u>ตัวอย่าง</u> การคำนวณความสดของปลา

   1. ชั่งน้ำหนักปลาทั้งกระบะที่จะมาคัดความสด โดยน้ำหนักของปลาแต่ละกระบะจะมีการบันทึกโดยเสมียน
   2. ชั่งน้ำหนักปลาทั้งกระบะที่คัดความสดเรียบร้อยแล้ว
   3. นำข้อ 2 หาร ข้อ 1 คูณด้วย 100 จะเป็น % ของส่วนที่คัดออกมา เช่น ถ้าคัดปลาที่สดปานกลางออกมาก็จะได้ % สดปานกลาง
   4. นำค่าที่ได้จากข้อ 3 ลบ 100 จะได้เป็น % ของปลาที่เหลืออยู่ เช่น ถ้าคัดปลาที่สดปานกลางออกมาเหลือปลาที่ไม่สด จะได้เป็น % ปลาไม่สด

5. นำ % ในส่วนที่มากกว่า ลบ % ในส่วนที่น้อยกว่า จะได้ระดับความสดของปลา โดยถ้าค่าที่ได้มากกว่า 40% ระดับความสดของปลาจะเป็น % ในส่วนที่มากกว่า เช่น
   % ปลาสดปานกลาง ลบ % ปลาไม่สด มากกว่า 40% ระดับความสดของปลา คือ 2-2 (สดปานกลาง – สดปานกลาง)
   ถ้าค่าที่ได้ น้อยกว่า 40% ระดับความสดของปลาจะเป็น ตัวแรกเป็น % ในส่วนที่มากกว่า ส่วนตัวหลังเป็น % ในส่วนที่น้อยกว่า เช่น % ปลาสดปานกลาง ลบ % ปลาไม่สด น้อยกว่า 40% ระดับความสดของปลา คือ 2-3 (สดปานกลาง – ไม่สด)

ปลาที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซูริมิ

- ปลาทรายแดง (ปลาแดงเล็ก, ปลาแดงใหญ่)
- ปลาทรายดำ
- ปลาหางเหลือง
- ปลาไส้กอ
- ปลาตาหวาน
- ปลาจวด

แหล่งของวัตถุดิบที่นำมาส่ง

- ระนอง
- ปัตตานี
- ระยอง
- สมุทรปราการ
- สมุทรสาคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกเตรียมวัตถุดิบ Q.C. ทำหน้าที่

1. ตรวจความสะอาดของการทำปลา (ตัดหัว, ควักไส้) โดยจะทำการสุ่มตรวจปลาที่ตัดแต่งเสร็จแล้วในกะบะ โต๊ะละ 10 คน คนละ 20 ตัว รวม 200 ตัว แล้วระบุจำนวนของสิ่งแปลกปลอมที่พบ
   - ปลาแดงเล็ก, ปลาแดงใหญ่, ปลาทรายดำ, ปลาหางเหลือง ตรวจว่ามีผนังท้อง ลำไส้ หรือกะโหลกหลงเหลืออยู่หรือไม่
   - ปลาตาหวาน ตรวจว่ามีลำไส้ หรือกระเพาะหลงเหลืออยู่หรือไม่
   - ปลาไส้กอ ตรวจว่ามีลำไส้ หรือเส้นเลือดหลงเหลืออยู่หรือไม่
2. แบ่งเกรดของปลา (ความสด, ขนาด) แบ่งเป็น 9 อย่าง คือ
   - A 1 = ปลาสดขนาดใหญ่
   - A 2 = ปลาสดขนาดปานกลาง
   - A 3 = ปลาสดขนาดเล็ก
   - B 1 = ปลาสดปานกลางขนาดใหญ่
   - B 2 = ปลาสดปานกลางขนาดปานกลาง
   - B 3 = ปลาสดปานกลางขนาดเล็ก
   - C 1 = ปลาไม่สดขนาดใหญ่
   - C 2 = ปลาไม่สดขนาดปานกลาง
   - C 3 = ปลาไม่สดขนาดเล็ก
3. ตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่ใช้ (ล้างเขียง, มีด, โต๊ะ) โดยตรวจดูปริมาณคลอรีนและความสะอาดของน้ำ ปริมาณคลอรีนในน้ำจะอยู่ในช่วง 10-30 ppm.

   ตรวจปริมาณคลอรีนวิธีเดียวกันกับแผนกรับวัตถุดิบ แต่จะมีคลอรีนที่ 1 หยด เท่ากับ 2 ppm. ด้วยเพื่อความละเอียดยิ่งขึ้น

   สำหรับการตรวจปริมาณคลอรีนในน้ำจุ่มกระบะและเขียง ซึ่งใช้คลอรีนผงในการเตรียมจะตรวจโดยนำน้ำตัวอย่างใส่หลอดทดลองแล้วหยด O-TOLIDINE 3 หยด เขย่า สังเกตุการเกิดสีและตะกอน (เป็นการวัดอย่างคร่าว ๆ) โดย

ปริมาณคลอรีน (ppm)	ขนาดของตะกอนและสีของสารละลาย
5	สีเหลือง ไม่มีตะกอน
10	สีส้มอ่อน ไม่มีตะกอน
20	สีส้มเข้ม ไม่มีตะกอน
30	สีส้มจาง เกิดตะกอนได้ช้า ตะกอนขนาดเล็ก ปริมาณน้อย
40	สีส้มจาง เกิดตะกอนได้เร็วขึ้น ตะกอนขนาดเล็ก ปริมาณมากขึ้น
50	สีส้มจางมาก เกิดตะกอนได้เร็วขึ้น ขนาดตะกอนใหญ่ขึ้น ปริมาณมาก
100	เกิดตะกอนได้เร็ว ตะกอนขนาดใหญ่ สีส้มเข้มปริมาณมาก สีสารละลายค่อนข้างใส
200	สีเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วและเกิดตะกอนทันที ที่เขย่า ตะกอนหยาบ ขนาดใหญ่สีส้มเข้ม ปริมาณมาก สารละลายใส

หมายเหตุ สำหรับน้ำใช้ถ้าวัดได้ 5 ppm. (สีเหลือง) ให้บันทึกว่า 0 ppm. เพราะ 5 ppm. ที่วัดได้นั้นเกิดจากน้ำคลอรีนที่ตกค้างในถังไม่ได้เทออกตอนเปลี่ยนน้ำ

4. ตรวจความสะอาดของพื้น จะทำการตรวจทุก 1 ชั่งโมง แล้วให้เป็นคะแนนตามความสะอาด โดยคะแนนจากสูงไปหาต่ำ คือ A, B และ C ตามลำดับ จะเป็นการตรวจดูเศษหัวปลาหรือไส้ที่ตกตามพื้นและใต้โต๊ะ
5. ตรวจการกองปลาบนโต๊ะว่ากองเป็นระเบียบหรือไม่ จะให้เป็น ดีหรือพอใช้ โดยระหว่างพักกลางวันจะมีการกลบน้ำแข็งบนกองปลาและนำเขียงไปแช่น้ำคลอรีนไว้ ปลาที่ตัดหัวและควักไส้เสร็จแล้วจะนำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักโดยเสมียน เพื่อนำมาคิด % yield แล้วนำไปกลบน้ำแข็ง ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ
   - กลบด้วยเครื่องที่เป็นสกรูเกลียว ซึ่งจะทำให้น้ำแข็งคลุกเคล้าเข้ากับปลาได้ดี จะใช้สำหรับการดองปลาเพื่อรอเข้าเครื่องล้าง
   - กลบด้วยการใส่น้ำแข็งที่ด้านบนเท่านั้น จะใช้สำหรับการดองปลาที่จะเข้าเครื่องล้างทันที

แผนกปลาแล่ Q.C. ทำหน้าที่

1. ตรวจน้ำจุ่มกะบะ, ล้างเอี๊ยม, จุ่มหรือแช่เขียง, น้ำล้างเท้าก่อนเข้า line การผลิต โดยจะตรวจความสะอาดและปริมาณคลอรีน ซึ่งจะใช้คลอรีนผงในการเตรียมน้ำ จึงตรวจโดยใช้การหยด O-TOLIDINE 3 หยด ดูการเปลี่ยนแปลง
2. ตรวจน้ำใช้ทั่วไป (ล้างมือ, เขียง) จะตรวจความสะอาดและปริมาณคลอรีน ซึ่งใช้คลอรีนน้ำในการเตรียม จึงตรวจโดยการใช้คลอรีนอินดิเคเตอร์
3. ตรวจความสะอาดของพื้น
4. ครวจความสะอาดของการทำปลา
5. แบ่งเกรดของปลา (ความสด, ขนาด)
6. ตรวจการกองปลาบนโต๊ะ
7. อาจมีการตรวจคุณภาพปลากิมสั่วแล่แช่เข็ง ปลากิมสั่วจะแช่แข็งมา จะต้องนำมาทำละลายก่อนแล้วสุ่มตัวอย่างมา 2000 g. เพื่อวัดขนาดและตรวจข้อบกพร่อง โดยขนาดของปลากิมสั่วแบ่งเป็น

SIZE	ขนาด
SS	< 3.5 CM.
S	3.5 –5.5 CM.
M	5.5 –6.5 CM.
L	> 6.5 CM.

ข้อบกพร่องที่พบในปลากิมสั่วจะมีหลายอย่าง เช่น กล้ามเนื้อเละหรือแตก, กล้าเนื้อช้ำแดง, หนังถลอกบริเวณหัว, ช่องหางโหว่ เป็นต้น การรายงานผลจะชั่งน้ำหนักของข้อบกพร่องแต่ละอย่างแล้วรายงานเป็น กรัมและเปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง การตรวจคุณภาพปลากิมสั่ว

- นำปลากิมสั่วแช่แข็งทั้งหมดชั่งน้ำหนักพร้อมตระกร้าได้ 3,790 กรัม
- หักน้ำหนักตระกร้า 180 กรัม เหลือน้ำหนักหลังละลาย 3,610 กรัม
- สุ่มตัวอย่างมา 2,000 กรัม
- ตรวจข้อบกพร่องต่าง ๆ

ข้อบกพร่องที่พบ

- กล้ามเนื้อเละหรือแตก 634 g. 31.7 %
- กล้ามเนื้อช้ำแดง 224 g. 11.2 %
- หนังถลอกบริเวณหัว 90 g. 4.5 %
- ตัวถลอก 52 g. 2.6 %
- บาดแผล 28 g. 1.4 %
- ช่องหางโหว่ 42 g. 2.1 %
- ครีบ 12 ตัว 110 g. 5.5 %

สำหรับครีบถ้าพบน้อยกว่า 7 ตัว ไม่ต้องชั่งน้ำหนัก

การตรวจการเกิน SIZE หรือ ตก SIZE จะตรวจเพียง 1000 กรัม เท่านั้น

ตัวอย่างการคำนวณ

น้ำหนักตัวอย่าทั้งหมด 2000 g.

กล้ามเนื้อเละหรือแตก 634 g.

คิดเป็น $\frac{634 * 100}{2000} = 31.7\ \%$

แผนกปลาแล่จะประกอบด้วยโต๊ะซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. โต๊ะจัดเรียง จะทำหน้าที่เรียงปลาใส่ถุง / ถาด ถาดละ 20 กก. โดย
   - ปลา SIZE M เรียง 5 แถว 2 ชั้น
   - ปลา SIZE L เรียง 4 แถว 2 ชั้น
2. โต๊ะเหมาแล่ จะทำหน้าที่แล่ปลา เช่น ปลาหมู
3. โต๊ะทั่วไป จะทำหน้าที่ตามปลาที่มีเข้ามา เช่น ตัดหัวปลา, แล่ปลา
4. โต๊ะแล่วัน จะทำหน้าที่แล่ปลา
5. โต๊ะคัด SIZE จะทำหน้าที่คัดขนาดของปลา โดย
   - SIZE M เป็นปลาขนาด 100 – 200 g. } นำไปทำปลาตัวบรรจุถุง
   - SIZE L เป็นปลาขนาด 200 – 300 g. } นำไปทำปลาตัวบรรจุถุง
   - SIZE 300 – UP เป็นปลาขนาด > 300 g. } นำไปทำปลาตัวบรรจุถุง
   - ปลาขนาดเล็ก เป็นปลาขนาด < 100 g. นำไปทำซูริมิ

<u>หมายเหตุ</u> ในแต่ละโต๊ะถ้าไม่มีปลาให้ทำ เช่น ไม่มีให้จัดเรียง หรือแล่ จะช่วยกันตัดหัวปลา

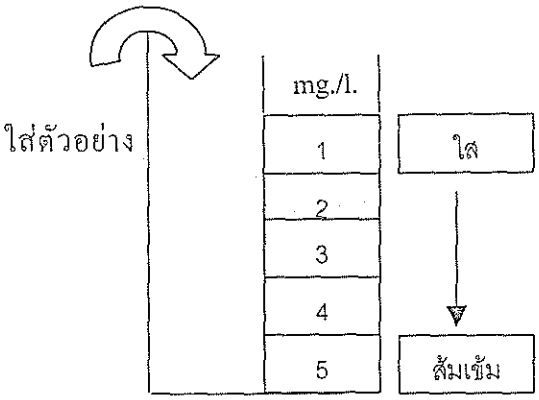
แผนกซูริมิ Q.C. ทำหน้าที่

1) ตรวจคุณภาพน้ำบาดาล, น้ำอ่อน, บ่อพักน้ำอ่อน, น้ำเย็น โดยทำการตรวจ

- ปริมาณ Hardness (ppm.)
  - ≫ ใช้ตัวอย่างน้ำ 20 ml.
  - ≫ หยดอินดิเคเตอร์ 1 – 2 หยด (ชั่ง Eriochome black T (EBT) 0.5 g. ลงใน ethylene glycol monoethyl ether ($C_4H_{10}O_2$) 100 ml.)
  - ≫ หยด hardness No. 2 ลงไป 7 หยด (ใช้กรด HCl 55 ml. ใส่ลงในน้ำกลั่น 400 ml. คนให้เข้ากัน ใส่ 2-Aminoethanol 300 ml. ใส่เกลือแมกนีเซียม EDTA 5 g. เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)
  - ≫ หยด hardness NO. 1 จนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงสีจาก บานเย็น เป็น น้ำเงินม่วง (ชั่ง EDTA 15.548 g. ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)
- ปริมาณ Alkalinity (ppm.)
  - ≫ ใช้ตัวอย่างน้ำ 20 ml.
  - ≫ หยดอินดิเคเตอร์ 1 – 2 หยด (ชั่ง เมทธิลออเรน 0.5 g. ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 ml.)
  - ≫ หยด Alkaline NO. 1 จนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนสีจาก เหลืองส้ม เป็น ส้มแดง (เตรียมน้ำกลั่น 50 ml. ใส่ลงในบิกเกอร์ ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริก 2.7 ml. คนจนสารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร)
- ปริมาณ Chloride (ppm.)
  - ≫ ใช้ตัวอย่างน้ำ 20 ml.
  - ≫ หยดอินดิเคเตอร์ 1 – 2 หยด (ชั่งโปตัสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) 10 g. ละลายในน้ำกลั่น 150 ml. หยดสารละลาย $AgNO_3$ จนเกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง ตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 200 ml.)
  - ≫ หยด Chloride NO. 1 จนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนสีจาก เหลืองขุ่น เป็น น้ำตาลแดง (ชั่ง ซิลเวอร์ไนเตรท ($AgNO_3$) 10 g. ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)

<u>หมายเหตุ</u> 1 หยด ของสารที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนสี จะเท่ากับ 10 ppm.

นอกจากนี้น้ำบาดาลที่นำมาใช้ใน line ซูริมิ และน้ำเย็น ต้องมีการตรวจปริมาณเหล็ก (iron test) ในน้ำด้วย โดยใช้ตัวอย่างน้ำ 10 ml. ใส่ลงในกระบอกสำหรับเทียบสี แล้วเติมสารทดสอบปริมาณเหล็ก A และ B (เป็นสารสำหรับตรวจปริมาณเหล็กโดยเฉพาะ) เขย่าแล้วเปรียบเทียบสี



- ถ้าตัวอย่างน้ำที่ได้ออกมามีสีใส แสดงว่าไม่มีเหล็ก
- ถ้าตัวอย่างที่ได้ออกมามีสีส้ม ให้เทียบสีกับมาตรฐานว่ามีเหล็กปริมาณเท่าใด

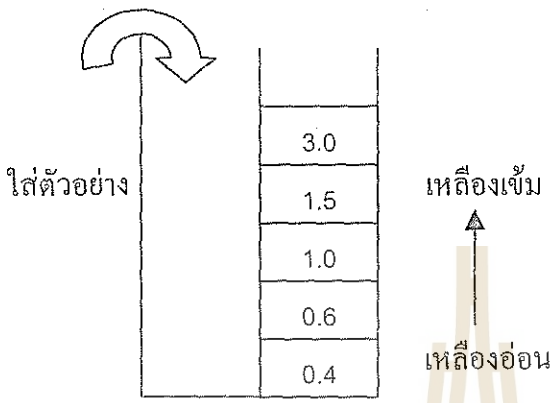
การทำน้ำบาดาลมาเป็นน้ำใช้ใน line การผลิตซูริมิ

1. จากน้ำบาดาลตามจุดต่าง ๆ ค่า hardness จะมากกว่า 200 ppm.
2. นำมาผ่านถังกรองทราย เพื่อกรองสิ่งสกปรก และเศษดิน
3. นำมาผ่านถัง resin เพื่อจับ cation ลดค่า hardness ซึ่งน้ำที่ได้ออกมาจะเป็นน้ำอ่อน ที่มีค่า hardness อยู่ในช่วง 10 – 40 ppm. (การล้างถัง resin จะใช้เกลือล้าง resin 12 กระสอบ (600 kg) ในการล้างถัง resin 1 ครั้ง)
4. น้ำอ่อนจะถูกส่งมายังบ่อพักน้ำอ่อน เพื่อปรับ hardness ให้ได้ 100 –140 ppm. โดยผสมน้ำอ่อน (เปิดวาวล์เต็มที่ ที่สเกล 9) กับน้ำบาดาล (ปรับให้ได้ hardness ตามต้องการ สเกล 3 – 5) ที่ปากบ่อ ซึ่งจะมีการวัด hardness ที่ปากบ่อและก้นบ่อทุก 2 ชั่วโมง
5. น้ำที่ปรับค่า hardness ได้ตามต้องการแล้วจะถูกนำมาทำเป็นน้ำเย็น โดยใช้ COMPRESSOR
6. น้ำเย็นจะถูกส่งมาที่บ่อพักน้ำเย็น เพื่อเติมคลอรีนให้ได้ 1.0 – 1.5 ppm. (คลอรีนที่ใช้เป็นคลอรีนน้ำเข้มข้น 10 %) และเติมกรด HCI (pHI) ให้ได้ pH = 7.0 (กรดที่ใช้เป็นกรด HCI เข้มข้น 35 %)
7. ส่งน้ำเย็นมาตามท่อเพื่อเข้าไปใน line ซูริมิ โดยระหว่างส่งน้ำเย็นเข้ามาใน line ซูริมิ จะมีการเติมกรด HCI (pH II) เข้าไปในท่อส่งโดยตรง เพื่อปรับ pH ให้ได้ 6.5 – 6.7 ตามต้องการ

<u>หมายเหตุ</u> น้ำเย็นที่ใช้ใน line ซูริมิ จะต้องวัด (ทุก 1 – 1.5 ชั่วโมง)

- hardness ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 100 – 140 ppm.
- pH ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.4 – 6.7 ppm.
- อุณหภูมิ ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 10 °C
- คลอรีน ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 1 – 3 ppm.

การตรวจปริมาณคลอรีนในน้ำเย็นที่ใช้ใน line การผลิตซูริมิ จะทำโดยการเติมน้ำตัวอย่างลงในกระบอกสำหรับเทียบสี แล้วหยด O-TOLIDINE 1 – 2 หยด เขย่า และสังเกตุการเกิดสีเกี่ยวกับมาตรฐาน



ความสัมพันธ์ของค่า hardness กับ pH ซึ่งมีผลต่อการบีบน้ำออกของเนื้อปลา คือ

- ค่า hardness สูง หรือ pH ต่ำ จะบีบน้ำออกได้ง่ายซึ่งจะทำให้ปลาแข็ง ถ้าค่าไม่เหมาะสม
- ค่า hardness ต่ำ หรือ pH สูง จะบีบน้ำออกได้ยาก ซึ่งจะทำให้ปลานิ่ม ถ้าค่าไม่เหมาะสม

ดังนั้น ถ้าน้ำเย็นที่จะนำมาใช้มีค่า hardness สูงเกินไป ต้องปรับ pH ให้สูง เพื่อช่วยให้บีบน้ำได้ตามปกติ

2) ตรวจสิ่งแปลกปลอม (ทำ spot) จะเป็นพวกเศษหนัง เอ็น ก้าง หรือ อื่น ๆ โดยจะใช้ตัวอย่างเนื้อปลา 10 g. มารีดเป็นแผ่นบาง ๆ ในถุงพลาสติก แล้วนับจำนวนสิ่งแปลกปลอม ซึ่งตัวอย่างเนื้อปลาที่จะนำมาตรวจสิ่งแปลกปลอมจะเป็นตัวอย่างเนื้อปลาที่ได้จากเครื่อง mixer การนับจำนวนสิ่งแปลกปลอมจะนับเป็นจำนวนชิ้นแล้วให้เป็นคะแนนโดย
   - สิ่งแปลกปลอมขนาด 1 – 2 mm. จำนวน 2 ชิ้น คิดเป็น 1 ชิ้น
   - สิ่งแปลกปลอมขนาดใหญ่กว่า 2 mm. คิดเป็น 1 ชิ้น

การให้คะแนนจะให้คะแนนตามตารางด้านล่างนี้ โดยจะระบุจำนวนของสิ่งแปลกปลอมไว้ด้วย

จำนวนสิ่งแปลกปลอม	คะแนน
0	10
1 - 2	9
3 – 4	8
5 – 7	7
8 – 10	6
11 – 14	5
15 – 18	4
19 – 23	3
24 – 28	2
29 – 33	1
> 33	0

3) ตรวจปริมาณความชื้น จาก 3 แห่ง คือ

- จากเพรสบีบเลือด } ค่าความชื้นอยู่ในช่วง 83 – 84 %
- จาก SCREW PRESS }
- จาก MIXER ค่าความชื้นอยู่ในช่วง 75 – 78 %

การวัดปริมาณความชื้นจะใช้เครื่อง INFRARED MOISTURE BALANCE ซึ่งมีวิธีการวัด ดังนี้

- ปรับสเกลสำหรับอ่านค่าความชื้นไปที่ศูนย์ ซึ่งจะทำให้สเกล BALANCE อยู่ที่ศูนย์ด้วย ถ้าสเกล BALANCE ไม่อยู่ที่ศูนย์ต้องปรับที่ขาตั้งของเครื่องก่อน
- ใส่ตุ้มน้ำหนัก ซึ่งมีน้ำหนักรวม 5 g. คิดเป็น 100 % moisture ที่ด้านหนึ่งของเครื่องชั่ง ตุ้มน้ำหนัก 5 g. จะแบ่งเป็น 3 อัน คือ 2 กรัม 2 อัน โดยแต่ละอันแทนความชื้น 40 % และ 1 กรัม 1 อัน แทนความชื้น 20 % นอกจากนี้จะต้องใส่แผ่นตะกั่วเล็ก (200 mg.) แทนน้ำหนักของฟลอยด์ลงไปด้วย
- จากนั้นใส่ตัวอย่างเนื้อปลาที่จะวัดความชื้นลงไปอีกด้านหนึ่งของเครื่องชั่ง จนสเกล BALANCE มาอยู่ที่ศูนย์ ซึ่งจะทำให้ได้น้ำหนักของเนื้อปลาเป็น 5 g. เท่ากัน
- นำมารีดเป็นแผ่นบาง ๆ ให้ติดกับแผ่นฟลอยด์

- นำขึ้นไปให้ความร้อนภายใต้หลอดไฟ (infrared) จนได้สีน้ำตาลสม่ำเสมอ จึงหยุดให้ความร้อน สีที่ได้ควรจะสม่ำเสมอ เพื่อให้ค่าความชื้นที่อ่านได้ตรงกับความเป็นจริงใน line การผลิต
- หลังจากให้ความร้อนแล้ว ตัวอย่างปลาจากแต่ละแห่ง จะได้ลักษณะที่แตกต่าง คือ
  - ≫ จากเพรสบีบเลือด จะแห้งติดกับฟลอยด์ไม่สามารถแกะตัวอย่างออกจากฟลอยด์ได้
  - ≫ จาก SCREW PRESS จะได้เนื้อปลาออกเป็นสีเหลือง ขอบเป็นหยัก ๆ ไม่เรียบ
  - ≫ จาก MIXER จะได้เนื้อปลาสีน้ำตาล ขอบเรียบ
- การอ่านค่าความชื้นจะอ่านโดยการเลื่อนเข็มที่สเกลสำหรับอ่านค่าความชื้น ซึ่งสเกลจะมีตั้งแต่ 0 – 20 % และแบ่งเป็นสเกลเล็ก ๆ แทน สเกลละ 0.2 % ถ้าค่าความชื้นมากกว่า 20 % จะต้องมีการนำตุ้มน้ำหนักออก เช่น ค่าความชื้นจาก MIXER จะมีค่าอยู่ประมาณ 76 –77 % ให้เอาตุ้มน้ำหนัก 2 กรัม ออก 1 อัน (แทน 40 %) และเอาตุ้มน้ำหนัก 1 กรัม ออก 1 อัน (แทน 20 %) แล้วจึงปรับเข็มเพื่อให้ได้ BALANCE แล้วอ่านค่าบนสเกล โดยจะเริ่มอ่านที่สเกล 0 เป็น 60 % ไปจนถึง สเกล 20 แทน 80 %

4) วัดอุณหภูมิในที่ต่าง ๆ คือ
   - วัดอุณหภูมิน้ำแข็งที่ใช้คองปลา อุณหภูมิ 0 °C
   - วัดอุณหภูมิปลาก่อนเข้าเครื่องล้าง โดยสุ่มวัด 3 ตัว อุณหภูมิน้อยกว่า 18 °C
   - วัดอุณหภูมิเนื้อปลาที่ refiner ทั้ง 3 หรือ 4 ช่วง โดยอุณหภูมิของเนื้อปลาจะสูงขึ้นเมื่อเนื้อปลาอยู่ใน refiner นานขึ้น คือ อุณหภูมิจะสูงที่สุดในช่วงที่ติดกับทางออกของเอ็น, ก้าง อุณหภูมิจะประมาณ 11 ⟶ 12 ⟶ 13 ⟶ 18 °C ตามลำดับ
   - วัดอุณหภูมิเนื้อปลาจาก SCREW PRESS อุณหภูมิจะประมาณ 11 –13 °C
   - วัดอุณหภูมิเนื้อปลาจาก MIXER อุณหภูมิจะประมาณ 15 –16 °C
5) จับเวลาการทำงานของเครื่อง MIXER ทั้ง 3 ตัว โดย MIXER ที่ 1 และ 3 จะใช้เวลาประมาณ 3.10 นาที ในการผสม เนื่องจาก MIXER ที่2 มีความเร็วของใบมีดภายใน MIXER ต่ำกว่า จึงใช้เวลาประมาณ 3.40 นาที
6) ตรวจปริมาณเกลือในที่ต่าง ๆ คือ
   - ความเข้มข้นของเกลือที่ถังพักหลังถังกรอง 9 แทงก์ ความเข้มข้นของเกลือจะประมาณ 0.2–0.3%
   - ความเข้มข้นของเกลือที่ถังพัก 1 และ 2 ก่อนขึ้น refiner ความเข้มข้นของเกลือจะประมาณ 0.3-0.4%

- ความเข้มข้นของเกลือที่ถังเตรียมเกลือ (ถังล่าง) ความเข้มข้นของเกลือจะประมาณ 18-20%
- ความเข้มข้นของเกลือที่ถังจ่ายน้ำเกลือ (ถังบน) ความเข้มข้นของเกลือจะประมาณ 19%

ปริมาณคลอรีนของน้ำใช้ในส่วนผลิต

แผนก	การเตรียม	ชนิด	ความเข้มข้น (ppm.)
รับวัตถุดิบ	น้ำล้างพื้น	ผง	50 – 100
	น้ำล้างวัตถุดิบ	น้ำ	20 – 30
เตรียมวัตถุดิบ	น้ำล้างเท้า	ผง	50 – 100
	น้ำล้างเอี๊ยม	น้ำ	50 – 100
	น้ำจุ่ม, แช่เขียง	ผง	50 – 100
	น้ำจุ่มกะบะ, ตระกร้า	ผง	100 – 200
	น้ำใช้ทั่วไป	น้ำ	10 – 30
ปลาแล่	น้ำล้างเท้า	ผง	50 – 100
	น้ำล้างเอี๊ยม	ผง	50 – 100
	น้ำจุ่ม, แช่เขียง	ผง	50 – 100
	น้ำจุ่มกะบะ, ตระกร้า	ผง	100 –200
	น้ำใช้ทั่วไป	น้ำ	10 – 30
ซูริมิ	น้ำล้างถาด, ปลา	น้ำ	50 – 100
	น้ำล้างพื้น	น้ำ	50 – 100
	น้ำล้างเครื่องจักร	น้ำ	50 – 100
	น้ำล้างถุงมือ	น้ำ	25 – 100
		น้ำ	25 – 100
		น้ำ	25 – 100
	น้ำเย็น	น้ำ	1 – 3
แพ็คกิ้ง	น้ำล้างถุงมือ	น้ำ	25 – 100

หมายเหตุ ปริมาณความเข้มข้นของคลอรีนจะแปรตาม

- การตวงปริมาณคลอรีนน้ำ, ผง
- ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียม
- ปริมาณคลอรีนในเส้นท่อน้ำใช้
- เวลาที่คลอรีนสลายตัว

ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

1) เทปลาซึ่งตัดหัว / ควักไส้ที่ดองน้ำแข็งไว้เข้าเครื่องล้างปลา / ขอดเกล็ด ปลาที่ล้างแล้วจะถูกส่งไปตามรางที่เป็นเกลียวเข้าเครื่องแยกเนื้อ (deboner)
2) deboner จะรีดเอาเนื้อออกมา และแยกก้างและเกล็ดออกไปผลิตเป็นปลาป่น ส่วนของเนื้อปลาจะถูกปล่อยลงถังพัก ที่มีการเติมน้ำเย็นเป็นการล้างเลือดออกจากเนื้อปลา
3) น้ำและเนื้อปลาจะถูกปั๊มเข้าเครื่องสลัดน้ำ เพื่อให้ได้ส่วนที่เป็นเนื้อปลาอย่างเดียว แล้วจึงปล่อยเนื้อปลาเข้าเครื่องเพรสบีบเลือด เพื่อรีดเลือดบางส่วนที่เหลืออยู่ออก โดยจะใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที เท่านั้น เพราะเป็นขั้นตอนที่ต้องการบีบเลือดออก ไม่ได้ต้องการให้เนื้อปลาแห้ง (ไม่ได้บีบน้ำเหมือนของ SCREW PRESS)
4) เนื้อปลาที่ได้จะถูกปล่อยลงถังไปผสมกับน้ำเย็นอีกครั้ง แล้วถูกถ่ายไปยังถังพักทรงกลม ก่อนจะถูกปั๊มเข้าเครื่องสลัดน้ำเพื่อให้ได้เนื้อปลาอย่างเดียว การปล่อยเนื้อปลาลงถังพักไปผสมกับน้ำเย็นนี้จะเป็นการล้างพวกโปรตีนที่สามารถละลายน้ำได้ออก เพราะเป็นโปรตีนที่มีความสามารถในการเกิดเจลต่ำ
5) เนื้อปลาที่ได้จะผสมกับน้ำเย็นแล้วปล่อยลงสู่ถังกรอง 9 แทงก์ เพื่อกรองเอาส่วนที่เป็นไขมันออก แล้วจึงทิ้งให้ปลาตกตะกอนลงสู่ก้นถัง โดยจะมีการเติมน้ำเกลือ 19% ลงไปด้วย
6) น้ำและเนื้อปลาที่ถูกทิ้งให้ตกตะกอนจะถูกปล่อยไปสู่ถังพัก ซึ่งมีการเติมน้ำเกลือให้ได้ความเข้มข้นประมาณ 0.2 – 0.3% จากนั้นจึงถูกปั๊มเข้าเครื่องสลัดน้ำ
7) เนื้อปลาที่ได้จะถูกปล่อยลงมาผสมกับน้ำเกลืออีกครั้งเพื่อให้ได้ความเข้มข้นประมาณ 0.3 – 0.5% ก่อนจะถูกปั๊มเข้าเครื่องสลัดน้ำ เพื่อปล่อยเนื้อปลาเข้าเครื่องแยกก้าง (refiner)
8) refiner จะแยกก้าง, เอ็น หรือเศษหนังที่ปนมากับเนื้อปลาออก โดยอาจจะมีเนื้อปลาติดออกไปบ้าง ซึ่งส่วนนี้จะนำไปผสมทำเป็นปลาป่น หรือมีการมาซื้อไปทำลูกชิ้น ซึ่งต้องมีการดองน้ำแข็งไว้
9) เนื้อปลาที่ออกจาก refiner จะถูกปล่อยเข้าเครื่อง screw press เพื่อบีบน้ำในเนื้อปลาออก โดยจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง เนื้อปลาที่ได้ออกมาจะนำมาชั่งน้ำหนักใส่กะบะ ๆ ละ 10 กิโลกรัม

10) นำเนื้อปลาที่ได้ไปผสมกับส่วนผสมในเครื่อง mixer โดยใช้เนื้อปลา 11 กะบะ (110 กก.) ต่อส่วนผสมที่ชั่งมาในการผสมแต่ละครั้ง

11) เนื้อปลาที่ผสมเสร็จแล้วจะถูกปล่อยไปตามรางที่เป็นเกลียว เข้าที่อัดบล็อก ก่อนบรรจุใส่ถุงสีต่าง ๆ ตามชนิดของปลา โดยจะระบุชนิดของปลา, code, mix และวันผลิตไว้ที่ก้นถุงด้วย

12) เนื้อปลาที่บรรจุใส่ถุงเสร็จจะต้องชั่งน้ำหนักอีกครั้งให้ได้ถุงละ 10.13 – 10.16 กก. ก่อนจะนำไปใส่ถาดสี่เหลี่ยม เพื่อนำไปแช่แข็งที่ –30 ^{o}C เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ต่อไป

<u>หมายเหตุ</u> น้ำที่ได้จากเครื่องสลัดน้ำในขั้นตอนต่าง ๆ และจากเพรสบีบเลือด, screw press จะถูกนำมาทำเป็น ปลา B คือ จะนำมาเข้าเครื่องสลัดน้ำอีกครั้ง แล้วส่งเข้า screw press ตัวเล็ก ได้ปลาเกรดต่ำลง เพราะไม่ผ่านเครื่อง refiner ปลา B ที่ได้จะนำไปผ่านเครื่องโม่ เพื่อแยกก้างออกบางส่วน (ทำหน้าที่คล้าย refiner) แล้วจึงนำไปผสมกับเนื้อปลาที่ผลิตซูริมิปกติกระบะละเล็กน้อย ส่วนน้ำที่ได้จากเครื่องสลัดน้ำก่อนเข้า screw press ตัวเล็ก จะนำไปผ่านเครื่องเขย่า (sweco) เพื่อแยกเศษเนื้อออกก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งไปบำบัดต่อไป

ลักษณะของเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้

1) เครื่องล้างปลา จะรับปลาจากรางที่เป็นเกลียวเข้ามาในเครื่อง ซึ่งมีลักษณะเป็นตะแกรงวงล้อหมุนไปเรื่อย ๆ โดยจะมีน้ำสำหรับล้างอยู่ด้านล่างของตะแกรง สูงประมาณ ¼ ของตะแกรง ปลาจะถูกส่งไปตามวงล้อและล้างน้ำไปในเวลาเดียวกัน เมื่อล้างเสร็จแล้วจะถูกส่งลงรางที่เป็นเกลียวเพื่อเข้า debober

2) เครื่อง deboner จะประกอบด้วยลูกกลิ้ง ซึ่งจะหมุนไปตามแผ่นยางที่วางประกบอยู่ ปลาจะถูกส่งลงมาตรงกลางระหว่างลูกกลิ้งและแผ่นยาง แล้วถูกรีดเอาเนื้อออกผ่านรูบนลูกกลิ้ง เข้ามาภายในลูกกลิ้งแล้วถูกน้ำฉีดลงถังพัก

3) เพรสบีบเลือด จะมีลักษณะเหมือนกับ screw press แต่จะใช้เวลาในการบีบน้อยกว่า ลักษณะของเครื่องจะเป็นเกลียวอยู่ภายใน โดยด้านนอกจะเป็นตะแกรง 2 ชั้น เนื้อปลาจะถูกบีบให้น้ำพุ่งออกมาตามรูของตะแกรง เมื่อเนื้อปลาออกจากเครื่องจะถูกปล่อยลงถังพัก

4) ถังกรอง 9 แทงก์ ลักษณะเป็นแทงก์ 9 ใบ ติดกัน ด้านบนจะมีรางส่งน้ำและเนื้อปลาเข้าแต่ละแทงก์ ภายในแทงก์จะมีใบกวน 2 ใบ กวนเนื้อปลาเพื่อล้างเลือดและโปรตีนที่สามารถละลายน้ำได้ และจะมีกรวยกรองสำหรับให้น้ำล้นออกอยู่ภายในแทงก์ด้วย การทำงานของถังกรอง 9 แทงก์ คือ จะรับน้ำและเนื้อปลาจากรางส่งเข้ามาในแทงก์จนเต็มแล้วเปิดใบพัดกวน จึงเติมน้ำและเนื้อปลาลงในแทงก์ต่อไป เมื่อเต็ม 3 แทงก์ แล้วจึงมาปิดใบพัดของแทงก์แรก แล้วทิ้งให้เนื้อปลาตกตะกอน โดยต้องคอยปรับระดับความสูงของกรวยให้ต่ำลงเรื่อย ๆ เพื่อให้น้ำล้นออก

จนน้ำเหลือน้อย ระยะเวลาในการทิ้งให้ตกตะกอนประมาณให้เนื้อปลาเต็มอีก 1 แทงก์ จึงเติมน้ำเกลือ 19 – 20% ลงไป แล้วค่อยปล่อยเนื้อปลาออกสู่ถังพัก

5) เครื่อง refiner ลักษณะของเครื่องด้านในจะเป็นแฉก 3 แฉก ซึ่งอยู่ติดพอดีกับด้านนอกที่เป็นท่อทรงกระบอกซึ่งมีรูเล็ก ๆ เนื้อปลาจะถูกส่งลงไปตรงกลางภายในท่อ แล้วถูกบีบออกมาตามรูของท่อทรงกระบอก ส่วนที่เป็นก้างหรือเอ็นต่าง ๆ จะไม่สามารถผ่านออกมาได้ จะถูกส่งไปออกทางด้านท้ายของเครื่อง เครื่อง refiner แต่ละตัวจะมีการแบ่งออกเป็นช่อง ๆ ซึ่งช่องที่อยู่ใกล้กับทางออกของก้างหรือเอ็น จะมีอุณหภูมิสูงที่สุด และมีสีคล้ำที่สุด เนื่องจากเกิดความร้อนจากการเสียดสี

6) เครื่อง screw press ลักษณะของเครื่องด้านในจะเป็นเกลียว ส่วนด้านนอกจะเป็นตะแกรง 2 ชั้น น้ำจะถูกบีบออกมาตามรูของตะแกรง โดยจะใช้แรงในการบีบมากกว่าเพรสบีบเลือด และใช้เวลาในการบีบน้ำออกจากเนื้อปลาประมาณ 1 ชั่วโมง

7) เครื่องสลัดน้ำ จะมีลักษณะคล้ายเครื่องล้างปลา จะมีลักษณะเป็นตะแกรงวงล้อหมุน ส่วนปลายของวงล้อจะมีแผ่นพลาสติกทำหน้าที่ขูดเนื้อปลาที่ไหลออกมา ด้านบนของวงล้อจะมีหัวฉีดน้ำ 2 หัว เลื่อนไป-มา คอยฉีดน้ำเพื่อไม่ให้เนื้อปลาติดตะแกรง

8) เครื่อง mixer จะมีลักษณะเป็นอ่างหมุน ภายในจะมีใบมีดหมุน โดยเป็นใบมีดชนิด 6 ใบ ใช้เวลาในการสับผสมแต่ละครั้งประมาณ 3 นาที เมื่อครบเวลาจะมีการดึงจานหมุนกลม ๆ ลงมากั้นเนื้อปลา เพื่อดันเนื้อปลาออกไปสู่กระบะที่จะนำไปบรรจุ

9) เครื่องบรรจุ เนื้อปลาที่ออกจากเครื่อง mixer จะถูกส่งตามรางที่เป็นเกลียว ซึ่งด้านบนของรางจะมีการวางถุงน้ำแข็งไว้เพื่อรักษาอุณหภูมิด้วย เนื้อปลาจะถูกดัดผ่านช่องสี่เหลี่ยมเพื่อให้ได้บล็อก แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักให้ได้ถุงละ 10.13 – 10.16 กิโลกรัม

10) ถังพัก จะเป็นถังสี่เหลี่ยมหรือทรงกลม และจะมีท่อสำหรับระบายเนื้อปลาออก ภายในถังจะมีใบพัดกวนเนื้อปลาให้ผสมกับน้ำ

ชนิดของซูริมิ

1)	ITOYORI	ปลาทรายแดง
2)	GUCHI	ปลาจวด
3)	KINMEDAI	ปลาตาหวาน
4)	ESO	ปลาไส้กอ
5)	TACHI	ปลาดาบ
6)	ITOYORI – C	ปลาแดงซี (รวมปลาหลายชนิด)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประเภทของซูริมิ

1) MUEN คือ ซูริมิปกติจะมีส่วนผสมของน้ำตาล (SUCROSE) 5% PHOSPHATE 0.2 – 0.25%
2) MURIN คือ ซูริมิที่ไม่ใส่ PHOSPHATE อาจแบ่งเป็นปริมาณน้ำตาล 5%, 6% หรือ 8%
3) KAEN คือ ซูริมิที่อาจใช้ SURBITOL แทน SUCROSE อาจใช้ 8% หรือ 10% และอาจมีการเติมเกลือ 2.25% หรือ 2.5% ด้วย

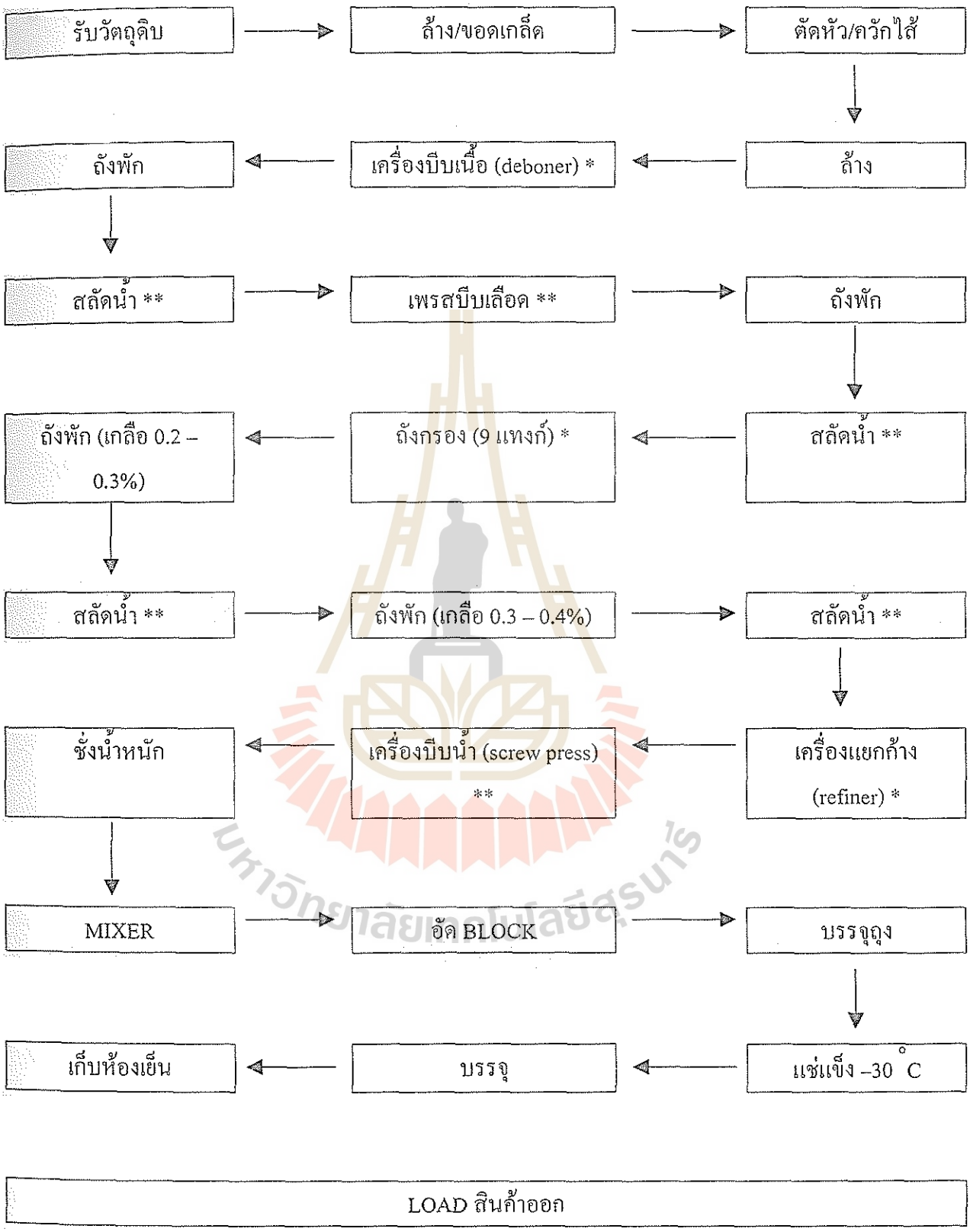
สีถุงที่ใช้บรรจุซูริมิ

1) สีเขียว ใช้สำหรับ ปลาทรายแดง
2) สีชมพู ใช้สำหรับ ปลาตาหวาน
3) สีเหลือง ใช้สำหรับ ปลาแดงซี, ปลา freeze
4) สีส้ม ใช้สำหรับ ปลาจวดมูริน
5) สีขาว ใช้สำหรับ ปลาไล้กอ, ปลารอผสม
6) สีฟ้า ใช้สำหรับ ปลาจวด

<u>หมายเหตุ</u> ใต้ถุงจะมีการระบุ CODE, MIX, ชนิดปลา และวันผลิต เช่น ITO 01 M 01 1/09/99 เป็นปลาแดง CODE 01 MIX 01 ผลิตวันที่ 1 เดือน 9 ปี 1999 โดย 1 CODE จะประกอบด้วย 10 MIX เมื่อครบ 10 MIX จะขึ้น CODE ใหม่ ปลาแต่ละชนิดจะใช้ CODE แยกจากกัน แต่ปลาชนิดเดียวกันจะนับ CODE ต่อไปเรื่อย ๆ โดย CODE จะเริ่มนับใหม่ทุกเดือน เริ่มจาก 01 ส่วน MIX จะเริ่มนับใหม่ทุกวัน เริ่มจาก 01 เช่นกัน สำหรับปลา freeze นั้น CODE จะมีเลขศูนย์นำหน้าก่อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กระบวนการผลิตซูริมิ



* เป็นส่วนที่มีผลต่อ % YIELD ของซูริมิ

** นำน้ำที่ออกจากส่วนนี้ไปทำปลา B (เกรดต่ำลงมา)

แผนกแพ็คกิ้ง Q.C. ทำหน้าที่

- สำหรับซูริมิ

1) ตรวจอุณหภูมิของตู้ freeze โดยไปดูอุณหภูมิก่อนเปิดตู้ประมาณ 10 นาที (อุณหภูมิของตู้ประมาณ –30 °C)
2) ตรวจพนักงานที่ปฏิบัติงาน โดยระบุ จำนวนคนที่ปฏิบัติงาน, จำนวนคนใส่ถุงมือ, เอี๊ยม, จำนวนคนที่จุ่มถุงมือในน้ำคลอรีน และจำนวนคนที่ฉีดแอลกอฮอล์ก่อนเคาะบล็อก
3) วัดอุณหภูมิของซูริมิก่อนบรรจุโดยใช้สว่านเจาะที่ซูริมิแล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของซูริมิ จะต้องต่ำกว่า –18 °C (ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะประมาณ –26 °C ถึง –28 °C)
4) สุ่มชั่งน้ำหนักของซูริมิก่อนบรรจุโดย 1 ตู้ freeze จะสุ่มประมาณ 20 ก้อน น้ำหนักของซูริมิแต่ละก้อนต้องไม่ต่ำกว่า 10.1 กิโลกรัม
5) ตรวจกล่องที่ใช้บรรจุ ว่าระบุวันผลิต, CODE และใช้สีของสายแพ็คถูกต้องหรือไม่
6) ตรวจความสะอาดของพื้นที่ใช้ปฏิบัติงาน
7) ระบุข้อบกพร่องของซูริมิที่พบ เช่น ถุงจม, เศษโลหะ, ไม่สมบูรณ์, นิ่ม
8) จับเวลาที่ใช้ในการบรรจุ เพราะห้องบรรจุอุณหภูมิไม่ต่ำพอจึงต้องทำการบรรจุให้เสร็จโดยเร็ว (ประมาณ 15 – 20 นาที) กล่องบรรจุซูริมิจะมีการระบุ
   - แหล่งผลิต จะระบุชื่อบริษัท
   - FROZEN MINCED FISH MEAT (SURIMI)
   - ประเภท เช่น ITOYORI, ESO, GUCHI
   - CODE, วันผลิต, เกรด
   - ส่วนผสมที่ใช้

ซูริมิก่อนบรรจุจะต้องผ่านเครื่องตรวจโลหะก่อน ซึ่งเครื่องตรวจโลหะจะสามารถตรวจเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 mm. และทีไม่ใช่โลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 mm. ได้ ซูริมิที่ตรวจสอบแล้วไม่ผ่านการตรวจจากเครื่องตรวจโลหะ คือ เครื่องร้องเมื่อผ่านเครื่องตรวจโลหะ จะถูกนำมาผ่านใหม่ 2 – 3 ครั้ง ถ้ายังไม่ผ่านอีกอาจเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ

1) ซูริมินิ่ม (ส่วนใหญ่เกิดที่ปลายทั้ง 2 ด้าน) จะนำกลับไป freeze ใหม่
2) ซูริมิแข็งปกติ แสดงว่ามีเศษโลหะปนอยู่ จะต้องนำมาทุบให้แตกเพื่อหาเศษโลหะ ส่วนเนื้อปลาจะนำกลับไปผลิตใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การบรรจุซูริมิใส่กล่องจะไม่มีการปิดเทปใสที่กล่อง แต่จะใช้สายแพ็คคาด 2 สาย ซึ่งมีสีต่างกันไปตามชนิดของปลา สำหรับกล่องที่ใช้บรรจุซูริมิจะเป็นกล่องสีขาวเคลือบไข เพื่อป้องกันการเปียกน้ำ

- สำหรับปลาแล่

1) ตรวจสิ่งแปลกปลอม และความสมบูรณ์ การจัดเรียงปลา
2) ตรวจชนิด และ ขนาด ว่าถูกต้องหรือไม่
3) สุ่มชั่งน้ำหนักประมาณ 20 ก้อน โดยแต่ละก้อนจะหนักประมาณ 600 กรัม
4) ตรวจวันที่ผลิตข้างกล่อง

ปลาแดงแล่ (FROZEN ITOYORI FILLETS) จะเรียงอยู่ในบล็อกสแตนเลสให้ได้บล็อกละประมาณ 600 กรัม เมื่อจะนำมาบรรจุละลายปลาจากบล็อก โดยนำบล็อกแกว่งในน้ำคลอรีน (50 – 100 ppm.) จากนั้นนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติก แล้วนำไปใส่กล่องขนาดเล็ก จึงนำไปบรรจุใส่กล่องอีกครั้งโดยแต่ละกล่องจะบรรจุกล่องขนาดเล็ก 10 กล่อง จึงมีน้ำหนักรวมประมาณ 6 กิโลกรัม แล้วนำไปคาดสายแพ็ค ข้างกล่องจะมีการระบุ ขนาด, วันที่ผลิต และเก็บรักษาที่ –20 $^{\circ}$C

หมายเหตุ ปลากิมสั่ว (SHIMA – AJI) จะตรวจเหมือนกับปลาแดงแล่ แต่การบรรจุจะบรรจุกล่องละ 16 กิโลกรัม (บล็อกละ 4 กิโลกรัม บรรจุกล่องละ 4 บล็อก)

- สำหรับปลาตัว

1) ตรวจวันที่ผลิตข้างกล่อง
2) ตรวจชนิด และขนาด
3) ตรวจสภาพกล่อง และสายแพ็ค
4) จับเวลาในการบรรจุ

ปลาตัวจะเรียงอยู่ในถุงพลาสติกแล้วนำไปแช่แข็ง เมื่อจะบรรจุสามารถนำมาเคาะออกจากบล็อคแล้วบรรจุได้ทันที แล้วจึงรัดด้วยสายแพ็คเหมือนของซูริมิ แต่กล่องที่ใช้บรรจุจะเป็นกล่องสีน้ำตาลไม่ได้เคลือบไข ข้างกล่องระบุ ขนาด, น้ำหนัก, วันที่ผลิต

แผนกห้องเย็น Q.C. ทำหน้าที่

1) ตรวจสอบคุณภาพสินค้า ซึ่งแบ่งเป็น
   - กล่องฉีกขาด แต่ถุงพลาสติกยังไม่ขาด
   - กล่องเปียกน้ำ จะทะบเฉพาะกล่องบรรจุปลาตัว, ปลาแล่
   - สกปรก จะมีผ้าชุบน้ำเช็ดทำความสะอาด
   - เกรด, CODE ไม่ชัดเจน
   - เปลี่ยนกล่อง ในกรณีที่ถุงพลาสติกและกล่องขาด
   - สายแพ็คไม่สมบูรณ์ คือ เหลือเพียงสายเดียว ถ้าขาดทั้ง 2สายต้องแพ็คใหม่
2) ระบุรายการสินค้า โดยจะระบุเป็นแถว ๆ
3) ตรวจเช็คสภาพตู้ CONTAINER ที่ใช้บรรจุ โดยดูความสะอาด อุณหภูมิของตู้ และความชำรุดเสียหายที่มี
4) นับจำนวนสินค้า

การจัดเก็บสินค้าในห้องเย็นนั้น ห้องเย็นจะแบ่งออกเป็น 5 ห้อง แต่ละห้องจะมีทางเดินอยู่ตรงกลาง 2ข้างของทางเดินจะแบ่งเป็นล็อค ๆ เรียงตามลำดับตัวอักษรภาษาอังกฤษ A – Z ซึ่งชื่อของแต่ละล็อคจะติดอยู่ที่ด้านบนของเพดาน ในแต่ละล็อคจะเรียงสินค้าสูง 3 ชั้น เรียกเป็น A1 , A2 , A3 ตามลำดับจากพื้น จากนั้นจะเรียงถัดออกมาเป็นแถวที่สองในล็อคเดียวกันอีก 3 ชั้น เรียกว่าเป็น A4 , A5 , A6 ไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิภายในห้องเย็นที่เก็บสินค้าจะต่ำกว่า –18 °C

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกปลาแห้ง Q.C. ทำหน้าที่

- สำหรับปลาที่ผลิตเอง เช่น ปลาตุ๊กกา ปลาหมู

1) ตรวจหลังแกะปลาออกจากแผง จะระบุเวลา ชนิดปลาที่ตรวจ โดยจะสุ่มตัวอย่างปลามา 2000 กรัม มาตรวจคุณภาพของปลา โดยแบ่งเป็น ปลาชิ้น และปลาฉีกขาดเนื่องจากการแกะแผง จะระบุจำนวนกรัมของข้อบกพร่องที่พบและคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ด้วย
2) ตรวจหลังจากการตกแต่ง จะเป็นการตรวจหลังจากที่ทำการตกแต่งเอากระดูกอ่อนและสิ่งสกปรกต่างๆ ออกแล้ว โดยจะทำการตรวจตัวอย่างปลา 2000 กรัม เช่นกัน ข้อบกพร่องต่างๆ จะแบ่งเป็น ปลาไม่สมบูรณ์ คือ จะเป็นรูโหว่ โดยเฉพาะบริเวณปลายของปลาตุ๊กกา, ปลาฉีกขาดจากการแกะแผง, ปลาสกปรก จะเป็นการสกปรกจากตะแกรง และปลาที่มีสิ่งปลอมปน เช่น ฝุ่นผง เศษไม้ จะระบุจำนวนกรัมและเปอร์เซ็นต์ของข้อบกพร่องที่พบ

- สำหรับปลาที่รับมาจากบริษัทอื่น เช่น ปลากิมสั่วแล่ตากแห้ง

1) ตรวจคุณภาพของปลาอย่างคร่าว ๆ ก่อน คือ จะทำการตรวจดูว่าขนาดของปลาได้ขนาดตรงกับ SIZE ที่ระบุข้างกล่องหรือไม่, จับดูความชื้นของปลา และดมดูกลิ่นอับ โดย
   - ➢ ถ้าผลิตภัณฑ์ส่งมา < 30 กล่อง ต้องทำการตรวจคุณภาพทั้งหมด
   - ➢ ถ้าผลิตภัณฑ์ส่งมา > 30 กล่อง จะทำการตรวจคุณภาพ 50% ของทั้งหมด
2) นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า น้ำหนักแต่ละกล่องจะประมาณ 15.8 – 16.0 กิโลกรัม โดยการชั่งน้ำหนักจะต้องทำการชั่งทุกกล่องที่รับมา
3) ตรวจ CODE และวันที่ผลิตข้างกล่อง โดยตัวเลขตัวแรกของ CODE จะหมายถึง บริษัทที่ผลิต หมายเลข 2 หมายถึง โชคสมุทร, 6 หมายถึง ทวีวงษ์, 1 หมายถึง PAM ตัวเลขที่เหลือ 3 ตัวของ CODE จะหมายถึง ลำดับที่ผลิต ส่วนวันที่จะระบุเป็นตัวเลข 4 ตัว ตัวแรกหมายถึง ปี, 3 ตัวหลัง หมายถึง วันที่โดยจะนับต่อมาเรื่อยๆ จากต้นปี ตัวอย่างเช่น CODE 2207 วันที่ 9520 หมายถึง ปลากิมสั่วจากโชคสมุทร ที่ผลิตส่งมาเป็นครั้งที่ 207 จากต้นปี วันที่ผลิตคือ ปี99 วันที่ 250 จากต้นปี
4) ระบุจำนวนสินค้าที่รับเข้ามาว่ามีจำนวนกี่กล่องต่อวัน โดยต้องระบุว่าแต่ละ SIZE มีจำนวนเท่าใดด้วย
5) นำมาตรวจคุณภาพอย่างละเอียดอีกครั้ง โดยสุ่มตัวอย่างมา SIZE ละ 1 กล่อง (15 กิโลกรัม) แต่ละกล่องสุ่มตัวอย่างมา 5 กิโลกรัม โดยจะสุ่มมาจากทุกชั้น เนื่องจากในกล่องจะเรียงเป็น 3 ชั้น ซึ่งคั่นด้วยแผ่นพลาสติก นำตัวอย่างมาตรวจข้อบกพร่อง ดังนี้
   - ➢ ช้ำแดง คือ ปลาจะเป็นรอยแดงเข้มแผ่เป็นแถบกว้างที่บริเวณเส้นเลือด
   - ➢ ปลามัน คือ ปลาที่มีมันปลาสีส้มติดอยู่ที่เนื้อปลา เมื่อบีบดูจะเป็นน้ำมันเยิ้มออกมา

➢ สกปรก คือ ปลาที่มีพวกเศษฝุ่นผงติดอยู่ที่ด้านหน้า

➢ สกปรกจากตะแกรง คือ ปลาที่มีเศษฝุ่นหรือรอยดำ ๆ จากตะแกรงติดอยู่ที่ด้านหลัง

➢ ไม่สมบูรณ์ คือ ปลาที่มีลักษณะเป็นรูโหว่ที่บริเวณหางหรือส่วนหัวแหว่ง

➢ กระด้าง คือ ปลาจะเป็นรอยแตกในเนื้อ จับแล้วจะรู้สึกแห้ง ๆ

➢ พยาธิ คือ ปลาที่มีพยาธิซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นดำ ๆ โดยเฉพาะบริเวณโคนหาง

➢ ปลาชื้น คือ ปลาจะมีลักษณะนิ่ม ชื้น

➢ ตก SIZE คือ ปลาที่ไม่ได้ขนาด อาจเป็นตัวเล็กหรือใหญ่เกินไป โดย SIZE ปลากิมสั่ว คือ S ขนาด 4 – 6 cm., M ขนาด 6 – 7 cm. และ L ขนาด 7 – 9 cm.

นอกจากนี้ถ้าพบสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น เศษไม้ เส้นผม ขี้นก จะแยกปลานั้นออกมาต่างหาก เพื่อส่งให้บริษัทที่ผลิตดู พร้อมใบรายงานคุณภาพปลาแห้ง ซึ่งระบุ CODE, วันที่ผลิต, SIZE, ชื่อบริษัท และสิ่งแปลกปลอมที่พบ

6) สุ่มตัวอย่างมาวัดความชื้น โดยใช้เครื่อง INFRARED MOISTURE BALANCE (เหมือนซูริมิ) จะทำการตัดปลาเป็นชิ้นเล็ก ๆ น้ำหนักประมาณ 5 กรัม ตั้งความสูงของหลอดไฟไว้ที่ 6 cm. และใช้เวลาในการให้ความร้อน 30 นาที จึงจะอ่านค่าความชื้น

➢ ความชื้นของปลาตัวเล็ก (กิมสั่ว, ปลาแดง) จะไม่เกิน 16%

➢ ความชื้นของปลาตัวใหญ่ (ตุ๊กกา, ปลาหมู) จะไม่เกิน 20%

ตัวอย่างของปลาแห้งที่ผลิต

- ปลาตุ๊กกา บรรจุใส่กล่องสีน้ำเงิน ระบุ FIN OF RAY SIZE AA, AAL
- ปลาตุ๊กกาพริก บรรจุใส่กล่องสีน้ำเงิน ระบุ FIN OF RAY SIZE CHILI
- ปลาหมูตัว บรรจุใส่กล่องสีฟ้า ระบุ KAWAHAGI SIZE HS, HM, HL
- ปลากิมสั่ว บรรจุใส่กล่องสีเขียว ระบุ SHIMA – AJI SIZE SS, S, M, L

โดยปลาหมู อาจแบ่งเป็น 2 ชิ้น, 3 ชิ้น หรือ 5 ชิ้น ต่อบล็อก

ขั้นตอนการผลิตปลาตุ๊กกาแห้ง

1) จากปลาที่แล่เสร็จแล้ว นำไปตีเลือดออกในถังกวน โดยใส่เนื้อปลา 150 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1 ถัง และใส่น้ำแข็งมาก ๆ ใช้เวลาในการกวนประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง

2) นำออกมาแช่ในน้ำเกลือ (เกลือ 20 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1 ถัง) ใส่น้ำแข็งมาก ๆ กวนทุก 1 – 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 1 วัน

3) เปลี่ยนมาแช่ในน้ำเกลือใหม่ (เกลือ 15 กิโลกรัม ต่อน้ำ 1 ถัง) ใส่น้ำแข็งมาก ๆ ควนทุก 1 – 2 ชั่วโมง เช่นกัน จนถึงวันที่ 6 โดยเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกวัน แต่ไม่ต้องเติมเกลือ ถ้าปลาที่ได้หลังจากการแช่น้ำเกลือยังไม่หายแดง จะนำไปทำตุ๊กกาพริกแทน

4) นำมาดองในส่วนผสม ซึ่งประกอบด้วย เกลือ น้ำตาล ซูรส น้ำตาลเหลว เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ในห้องเย็นเนื่องจากไม่ได้ใส่น้ำแข็ง

- สำหรับปลาตุ๊กกา จะใส่น้ำในส่วนผสมด้วย เพราะส่วนผสมซึมเข้าไปในเนื้อปลาได้ยาก
- สำหรับปลากิมสั่วตัว จะไม่ได้ดองส่วนผสม แต่จะล้างน้ำเกลือ 5% แทน

5) นำไปตากแดดกลางแจ้ง 1 วัน ประมาณ 7.30 – 16.00 น. แล้วจึงนำมาเข้าห้องอบ ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้จะขึ้นกับความชื้นของปลา (ปกติประมาณ 52 °C) เป็นเวลา 1 คืน

6) นำออกมาตัดแต่ง เช็ดน้ำยา คัด SIZE แล้วจึงบรรจุลงกล่อง

<u>หมายเหตุ</u> ปลาตุ๊กกาที่นำมาผลิตจะใช้เฉพาะปลาตัวเมีย เนื่องจากปลาตัวผู้จะมีเนื้อสีคล้ำเกินไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกสโตร์ ไม่มี Q.C.

ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้า

1) แผนกสโตร์เขียนใบขอซื้อ ระบุจำนวนสินค้า, รายการสินค้า, วันที่ต้องการให้ส่งสินค้า ส่งให้แผนกจัดซื้อ
2) แผนกจัดซื้อทำใบสั่งซื้อ (PURCHASING ORDER) ระบุวันที่สั่งซื้อ, ชื่อบริษัทที่ติดต่อซื้อสินค้า, รายการและจำนวนสินค้าที่ต้องการ จากนั้นจะ FAX ใบสั่งซื้อไปที่บริษัทที่ติดต่อซื้อสินค้า
3) บริษัทที่ส่งสินค้าจะนำสินค้ามาส่งพร้อมใบส่งสินค้า ซึ่งระบุวันที่ส่งสินค้า, เลขที่ใบกำกับภาษีของบริษัทที่ส่งสินค้า, รายการและจำนวนของสินค้า, เลขที่ใบสั่งซื้อ (เลขที่ของใบ PURCHASING) แผนกสโตร์จะเซ็นต์รับสินค้า และนำไปส่งสินค้าพร้อมกับใบรับพัสดุส่งแผนกบัญชี
4) ใบรับพัสดุจะจัดทำขึ้นมาจากใบส่งสินค้าที่ได้รับ โดยทำสำเนา 4 ฉบับ โดยจะระบุ วันที่รับสินค้า, รายการและจำนวนของสินค้า, เลขที่ใบกำกับภาษีของบริษัทที่ส่งสินค้า, เลขที่ใบสั่งซื้อ, จำนวนเงิน และ ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% แผนกสโตร์จะเก็บใบรับพัสดุนี้ไว้ 1 ฉบับ

บัญชีคุมสินค้า จะเป็นบัญชีที่ระบุจำนวนและชนิดของสินค้าที่มีอยู่ในสโตร์ โดยการเปลี่ยนแปลงของจำนวนสินค้าในสโตร์จะเกิดขึ้น 2 ลักษณะ คือ

- รับสินค้ามาเพิ่ม จะทราบจากใบรับพัสดุ โดยจะนำรายการและจำนวนสินค้าในใบรับพัสดุมาลงในบัญชีคุมสินค้า นอกจากนี้ใบรับพัสดุจะมีการนำไปลงบันทึกในสมุดเพื่อส่งแผนกบัญชีด้วย ซึ่งจะระบุวัน เดือน ปี, ชื่อบริษัทที่ส่งสินค้ามา, เลขที่ใบกำกับภาษีของบริษัทที่ส่งสินค้า, เลขที่ใบรับพัสดุ, จำนวนเงิน และภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%
- เบิกสินค้าออก จะทราบจากใบเบิกสินค้าของแต่ละแผนก โดยแต่ละแผนกจะเขียนใบเบิกสินค้ามาเบิกสินค้าที่สโตร์ ซึ่งจะระบุแผนกที่ขอเบิก, วันที่, รายการและจำนวนสินค้าที่ต้องการ, ผู้จัดทำ, ผู้อนุมัติ, ผู้จ่ายของ และผู้รับของ ใบเบิกสินค้านี้จะส่งแผนกบัญชีด้วย

  หมายเหตุ

  - ใบเบิกสินค้าของแผนกสโตร์ เกิดจากการขายสินค้าให้แก่พนักงาน โดยการใช้คูปองแทนเงินสด สินค้าที่ขายได้ต้องระบุเป็นใบเบิกสินค้า
  - ในแต่ละวันต้องกรอกใบสรุปการขาย ระบุรายการและปริมาณสินค้าที่ขายได้, ราคาต่อหน่วย และรวมจำนวนเงินที่ขายได้ ซึ่งจะต้องตรงกับคูปองที่ได้รับ (คูปองจะต้องเรียงตามเลขรหัสด้วย)

- ในแต่ละวันจะต้องรวมจำนวนสินค้าที่เหลือทั้งหมด โดยหักลบจากที่รับเข้าและเบิกออกจากสินค้าที่เหลืออยู่ และทุก ๆ 10 วัน จะมีการเช็คสินค้าที่มีอยู่ในสโตร์ จากแผนกบัญชี โดยแผนกบัญชีจะให้รายการสินค้าและจำนวนที่เหลืออยู่ลงมาให้แผนกสโตร์ตรวตสอบซึ่งจะต้องถูกต้องตรงกัน ถ้าข้อมูลสินค้าไม่ตรงกัน จะต้องกลับไปเช็คใบเบิกสินค้าจากแต่ละแผนกหรือใบรับพัสดุใน 10 วันที่ผ่านมานั้น

สวัสดิการของพนักงาน

1) สำหรับพนักงานที่ได้รับการบรรจุจ้าง (ทำงานครบ 4 เดือน) ทุก ๆ เดือนจะได้รับถุงมือ 1 คู่
2) สำหรับพนักงานที่ทำงานครบ 6 เดือน ในเดือนถัดมาจะได้รับเสื้อและหมวก ซึ่งจะได้รับทุก ๆ 6 เดือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกปลาป่น Q.C. ทำหน้าที่

1) วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้เครื่อง INFRARED MOISTURE BALANCE น้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม ตั้งความสูงของหลอดไฟที่ความสูง 5 เซนติเมตร ใช้เวลาในการให้ความร้อน 15 นาที ค่าความชื้นของปลาป่นที่ได้จะประมาณ 6 – 7%

2) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (KJELDAHL METHOD) มีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

- ชั่งปรอท (HgO) 0.7 กรัม และ POTASSIUM SULFATE (K_2SO_4) 15 กรัม ใส่ในขวดย่อยโปรตีน
- ชั่งน้ำหนักตัวอย่างปลาป่นให้ได้ประมาณ 1.2 กรัม โดยต้องทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ตามลงไปในขวดย่อยโปรตีน
- นำมาเติม GLASS BEAD 5 – 6 ลูก และเติม CONC. SULFURIC ACID (H_2SO_4) 25 ml.
- นำตัวอย่างไปย่อย (ให้ความร้อน) บนเตาไฟฟ้าในตู้ดูดควัน จนกระทั่งสารละลายใส และปรอทละลายหมด โดยจะต้องมีการเขย่าเป็นครั้งคราว
- ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงค่อย ๆ เติมน้ำกลั่น 200 ml. ซึ่งจะเกิดความร้อนขึ้นอีกครั้ง
- ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นอีกครั้ง แล้วเติม SODIUMTHIOSULFATE ($Na_2S_2O_3$) 25 ml. เขย่า สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีดำ
- ประกอบชุดกลั่น และเปิดน้ำหล่อเย็นของเครื่องควบแน่น
- ใช้ FLASK ซึ่งบรรจุ H_2SO_4 0.2 N 50 ml. และ METHYL RED 5 หยด ไปรองรับของเหลวที่จะกลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้
- เติม SODIUMHYDROXIDE (NaOH) 11.25 N 82 ml. ในช่องเติมตัวอย่างลงในขวดย่อยโปรตีน
- กลั่นจนได้ปริมาตรสารละลายใน FLASK ประมาณ 150 ml.
- นำมาไทเทรตกับ NaOH 1.0 N (ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน) สารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง
- คำนวณปริมาตรโปรตีนจากสูตร

$$\%N = \frac{(\text{ml } H_2SO_4 * \text{N } H_2SO_4) - (\text{ml NaOH} * \text{N NaOH}) * 1.4007}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

หรือ

$$\%N = \frac{(10.00 - \text{ml NaOH}) * 1.4007}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

%N = %N * 6.25

%PROTEIN จริง = %PROTEIN ในตัวอย่าง - %PROTEIN ของ BLANK

3) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (SOXHLET METHOD) มีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

- ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม โดยทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง (THIMBLE) ปิดทับด้วยสำลีและกดทับด้วย GLASS BEAD เพื่อให้สารทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
- นำ THIMBLE ใส่ลงใน SOXHLET
- เติมตัวอย่างทำละลาย HEXANE 200 ml. ในขวดก้นกลมแล้ววางบนเตา
- ประกอบชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่อเย็นอุปกรณ์ควบแน่น
- ใช้เวลาในการสกัดไขมันประมาณ 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้ว นำ THIMBLE ออกจาก SOXHLET เท HEXANE ที่ค้างอยู่ใน SOXHLET ลงในขวดก้นกลม
- นำขวดก้นกลมไประเหย HEXANE ออกให้เหลือเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย 2 – 3 ครั้ง แล้วจึงนำถ้วยกระเบื้องไปอังบน WATER BATH อุณหภูมิ 80 C จนแห้ง
- นำถ้วยกระเบื้องมาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนัก
- คำนวณปริมาณไขมัน

$$\text{GREASE \& OIL} = \frac{(B - A) * 10^2}{G\ SAMPLE}$$

โดย B = น้ำหนักถ้วย + น้ำมัน

A = น้ำหนักถ้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกปรับปรุงคุณภาพน้ำ Q.C. ทำหน้าที่

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำใช้- โดยจะเก็บน้ำจากบาดาลต่าง ๆ มาวิเคราะห์ค่าต่อไปนี้

1) ALKALINITY (บอกค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ)
   - ➢ ใช้ตัวอย่างน้ำ 50 ml.
   - ➢ เติม METHYL ORANGE 5 หยด เป็น อินดิเคเตอร์
   - ➢ นำมาไทเทรตกับ H_2SO_4 0.1 N สารละลายจะเปลี่ยนจากสีส้มเหลืองเป็นสีส้มแดง
   - ➢ คำนวณตามสูตร

$$\text{ALKALINITY} = \frac{B * N * 50,000}{\text{ML SAMPLE}}$$

โดย B = ปริมาตรของ H_2SO_4 ที่ใช้

N = ความเข้มข้นของ H_2SO_4

2) CHLORIDE (บอกค่าความเค็มของน้ำ)
   - ➢ ใช้ตัวอย่างน้ำ 10 ml. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml. แต่ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่า CHLORIDE ต่ำอาจใช้ตัวอย่างน้ำ 100 ml. ได้
   - ➢ เติม POTASSIUM CROMATE 1 ml. เป็นอินดิเคเตอร์
   - ➢ นำมาไทเทรตกับ Ag_2NO_3 0.01 N สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดง
   - ➢ คำนวณตามสูตร

$$\text{CHLORIDE} = \frac{(A - B) * 35,450 * N}{\text{ML SAMPLE}}$$

โดย A = ปริมาตรของ Ag_2NO_3 ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาตรของ Ag_2NO_3 ที่ใช้ไทเทรตกับ BLANK

N = ความเข้มข้นของ Ag_2NO_3

3) HARDNESS (บอกค่าความกระด้างของน้ำ)
   - ➢ ใช้ตัวอย่างน้ำ 10 ml. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

➢ เติม BUFFER 1 ml. และเติมอีริโอโครม แบรค ที (EBT) 5 หยด เป็นอินดิเคเตอร์

➢ นำมาไทเทรตกับ EDTA 1.0 N สารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูบานเย็นเป็นสีน้ำเงิน

➢ คำนวณตามสูตร

$$\text{HARDNESS} = \frac{(A - B) * N * 1000}{\text{ML SAMPLE}}$$

โดย A = ปริมาตรของ EDTA ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาตรของ EDTA ที่ใช้ไทเทรตกับ BLANK

N = ความเข้มข้นของ EDTA

<u>หมายเหตุ</u> การวิเคราะห์ ALKALINITY ไม่ต้องทำ BLANK เนื่องจากไม่ได้มีการเจือจางตัวอย่างน้ำ

4) วัดค่า pH ของน้ำตัวอย่าง

ตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้ง โดยจะเก็บน้ำจากจุดต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสีย มาวิเคราะห์ค่าต่อไปนี้

1. ค่า COD

➢ เจือจางตัวอย่างน้ำให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยจะเติมน้ำกลั่นให้ครบ 20 ml.

➢ เติม MERCURY (II) SULFATE ($HgSO_4$) 0.4 กรัม

➢ เติม CONC. SULFURIC ACID 2 ml. และ K_2CRO_7 10 ml. แล้วเขย่า

➢ เติม CONC. SULFURIC ACID ที่มี Ag_2SO_4 30 ml.

➢ นำไป REFLUX 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็น

➢ เติมน้ำกลั่น 70 ml. แล้วทิ้งให้เย็นอีกครั้ง

➢ ไทเทรตกับ FEROUS ANMONIUM SULFATE (FAS) 0.25 N โดยใช้ FCROIN 5 หยด เป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

➢ คำนวณตามสูตร

$$\text{COD} = \frac{(B - A) * N * 8000}{\text{ML SAMPLE}}$$

โดย B = ปริมาตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรตกับ BLANK

A = ปริมาตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรตกับ SAMPLE

N = ความเข้มข้นของ FAS

2. ค่า SS (SUSPENDED SOLID) ของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ
   - ➢ วางกระดาษกรองที่จะใช้หาค่า SS ที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
   - ➢ เมื่อครบ 1 ชั่วโมง นำมาเก็บในโถดูดความชื้น ประมาณ 1 ชั่วโมง จึงนำมาชั่งน้ำหนัก
   - ➢ นำมาใช้กรองน้ำตัวอย่างโดยเครื่อง SUCTION (เติมน้ำกลั่นลงไปก่อน จึงเติมน้ำตัวอย่างลงไปกรอง) ปริมาตรน้ำที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามปริมาณของ ของแข็งที่มีอยู่ในน้ำ
   - ➢ จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบที่อุณหภูมิ 103 °C นาน 1 ชั่วโมง
   - ➢ นำมาเก็บไว้ในใน โถดูดความชื้นอีกประมาณ 1 ชั่วโมง จึงนำออกมาชั่งน้ำหนัก
   - ➢ คำนวณตามสูตร

$$SS = \frac{\text{น้ำหนักหลังกรอง} - \text{น้ำหนักก่อนกรอง} * 10^6}{\text{ML SAMPLE}}$$

3. ค่า SV 30 (SETERING VOLUME IN 30 MIN)
   - ➢ วัดโดยเติมน้ำตัวอย่าง 1000 ml. ใส่ลงในกรวย
   - ➢ ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที
   - ➢ เมื่อครบเวลาดูปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น

4. ค่า BOD (วัดค่า DO_0 และ DO_5 มาคำนวณค่า BOD)
   - ➢ เจือจางตัวอย่างน้ำให้ได้ 1000 ml. แบ่งใส่ขวด BOD 3 ขวด แต่ละขวดจะมีปริมาตร 300 ml. โดย 1 ขวด นำไปวิเคราะห์เป็นค่า DO_0 ส่วนอีก 2 ขวด นำไปเก็บไว้ที่ 20 C เป็นเวลา 5 วัน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์เป็นค่า DO_5
   - ➢ การวิเคราะห์ค่า DO จะทำโดย นำน้ำในขวด BOD มาเติม แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) 2 ml. และเติม ALKALINE IODIDE AZIDE (AIA) 2 ml. แล้วเขย่า
   - ➢ ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนสีน้ำตาล ประมาณ 1 ใน 4 ของขวด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

➢ เติม CONC. SULFURIC ACID 2 ml. เพื่อย่อยตะกอน

➢ นำมาไทเทรตกับ 0.025 N $Na_2S_2O_3$ (SODIUMTHIOSULFATE) เมื่อสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีเหลืองอ่อน ให้เติมน้ำแป้งลงไปเป็นอินดิเคเตอร์ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ไทเทรตต่อจนสารละลายใส

➢ คำนวณตามสูตร

$$DO = \frac{A * 8000 * M}{200}$$

โดย A = ปริมาตรของ $Na_2S_2O_3$

M = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$

$$BOD = \frac{(DO_0 - DO_5) * 100}{ML\ SAMPLE}$$

5. JAR TEST (เป็นการจำลองการใช้สารส้มและ POLYMER ในการจับตะกอน)

➢ สุ่มตัวอย่างน้ำมา 1000 ml. โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง มาหาปริมาณของสารส้มและ POLYMER ที่เหมาะสมในการจับตะกอน

➢ โดยทั่วไป ตัวอย่างที่ 1 เติมสารส้ม 2 ml. POLYMER 3 ml.

ตัวอย่างที่ 2 เติมสารส้ม 3 ml. POLYMER 4 ml.

การเติมให้เติมสารส้มลงไปก่อน แล้วนำไปปั่นโดยใบพัด จนเกิดลักษณะของ FLOG ลอยขึ้นมา จึงเติม POLYMER ลงไป ปั่นต่อจนเกิดตะกอน

➢ สังเกตลักษณะการเกิดตะกอน, ความแข็งแรงของตะกอนและความใสของน้ำ

➢ คำนวณตามสูตร

❖ ค่า ALUM (สารส้ม)

$$ALUM = A\ ml.\ (400kg./2000l.)$$

$$Y = \frac{200 * A * 1000}{1000}$$

$$Z = \frac{Y * \text{FLOW RATE}}{60}$$

$$\text{FEED RATE} = \frac{Z * 100}{20}$$

❖ ค่า POLYMER

POLYMER = A ml. (2 kg./2000l.)

$$Y = \frac{A * \text{FLOW RATE}}{60}$$

$$\text{FEED RATE} = \frac{Y * 100}{0.1}$$

นำค่า FEED RATE ที่ได้มาเทียบเพื่อจะทราบว่าต้องเปิดปั๊มของ ALUM และ POLYMER เท่าใด

อัตราการไหล (M3/HR)	สารส้ม		โพลีเมอร์	
	DIAL	FEEDER (ML/MIN)	DIAL	FEEDER (ML/MIN)
40	3.0	1616	3.0	2000
45	4.0	2000	4.0	2250
50	5.0	2222	5.0	2500
55	6.0	2444	5.5	2750
60	7.0	2667	6.0	3000
65	7.5	2889	7.0	3250
70	8.0	3111	7.5	3500

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้

1) บ่อ INFLUENT (E.Q.) รับน้ำเสียจาก LINE การผลิตเข้ามา

2) บ่อ DAF ทำหน้าที่กำจัดไขมันและตะกอน โดยจะมีการเป่าอากาศด้านล่างให้ไขมันลอยตัวขึ้นมา แล้วมีใบพัดกวาดไขมันออก นอกจากนี้ยังมีการเติมสารส้มและ POLYMER เพื่อจับตะกอนด้วย

3) บ่อ AS_1 และ AS_2 เป็นบ่อที่ใช้จุลินทรีย์ช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ จึงต้องมีการเติมออกซิเจนลงในน้ำด้วย

4) AS_1 ส่วนใส และ AS_2 ส่วนใส จะเป็นส่วนที่ทิ้งน้ำให้นิ่ง มีการตกตะกอนโดยแรงดึงดูดของโลก

5) POND1 และ POND2 เป็นบ่อพักน้ำธรรมดา เป็นการทิ้งให้ตกตะกอนตามธรรมชาติ ก่อนปล่อยน้ำออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

การเตรียมสารเคมี

- สำหรับการวิเคราะห์ ALKALINITY
  1) เมทธิลออเรนจ์อินดิเคเตอร์
     - ชั่งเมทธิลออเรนจ์ 0.5 g. ละลายในน้ำกลั่น 40 ml. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ml.
  2) โซเดียมคาร์บอนเนตมาตราฐาน 0.05 N
     - นำ Na_2CO_3 3.5 g. อบแห้งที่ 250 C 4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่ง 2.456 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml. อย่าเก็บสารละลายนี้เกินกว่า 1 สัปดาห์
  3) สารละลายมาตราฐานกรดซัลฟริค 0.1 N
     - ใช้ H_2SO_4 2.8 ml. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.
- สำหรับการวิเคราะห์ CHLORIDE
  1) โพแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์
     - ละลาย K_2CrO_4 10 g. ในน้ำกลั่น 150 ml. หยดสารละลาย $AgNO_3$ จนเกิดตะกอนสีแดง ตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง กรองด้วยกระดาษกรอง เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 200 ml.
  2) สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท 0.0141 N
     - ชั่ง $AgNO_3$ 2.395 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.
  3) โซเดียมคลอไรด์มาตราฐาน 0.0141 N
     - นำ NaCL 1 – 2 g. อบแห้งที่ 140 C นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่ง 0.824 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.
- สำหรับการวิเคราะห์ HARDNESS
  1) อิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์
     - ชั่ง อิริโอโครม แบลค ที 0.5 g. ใส่ลงในไตรเอทราโนลามีน 100 ml.
  2) แคลเซียมคาร์บอเนตมาตราฐาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

➢ นำ $CaCO_3$ อบแห้ง ชั่ง 1.000 g. ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 500 ml. วางกรวยแก้วไว้ที่คอขวดเติมกรด HCl (1+1) ทีละน้อยจน $CaCO_3$ ละลายหมด ใส่น้ำกลั่น 200 ml. ปรับเป็นสีส้มด้วย HCl (1+1) หรือ NH_4OH 3 N เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

3) สารละลายมาตราฐานอีดีทีเอ 0.01 M.

➢ ชั่ง EDTA DISODIUM SALT 3.723 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

สำหรับการวิเคราะห์ DO

1) สารละลายแมงการนีสซัลเฟต

➢ ละลาย $MnSO_4$ $4H_2O$ 480 g. ในน้ำกลั่น 400 – 600 ml. กรองผ่านกระดาษกรอง เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ml. ($MnSO_4$ $2H_2O$ 400 g. หรือ $MnSO_4H_2O$ 364 g.)

2) สารละลายอัลคาไลน์ไอโอไดด์เอไซด์

➢ ละลาย NaOH 500 g. ในน้ำกลั่น 500 – 600 ml. ละลาย KI 150 g. ในน้ำกลั่น 200 – 300 ml. ละลาย NaN_3 10 g. ในน้ำกลั่น 40 ml. ผสมกันเมื่อสารละลายเย็นลง เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1,000 ml.

3) กรดซัลฟูริคเข้มข้น

➢ CONC. H_2SO_4

4) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไซโอซัลเฟต 0.025 M

➢ ละลาย $Na_2S_2O_3$ $5H_2O$ 6.205 g. ในน้ำกลั่นต้มเดือดที่ทำให้เย็นแล้ว จนมีปริมาตร 1000 ml. (เติมคลอโรฟอร์ม 5 ml. หรือ NaOH 0.4 g. หรือ 1 เม็ด)

5) น้ำแป้งอินดิเคเตอร์

➢ ชั่งแป้ง 5 g. ในน้ำกลั่น 200 ml. เทลงในน้ำกลั่นต้มเดือด 800 ml. คนตลอดเวลาต้ม 2 – 3 นาที ตั้งค้างคืนไว้ ใช้เฉพาะส่วนใส (เติมไทรอีน 2 – 3 หยด หรือ กรดซาลิไซลิค 1.25 g.)

6) โพแทสเซียมไดโครเมตมาตรฐาน 0.0042 M

➢ นำ $K_2Cr_2O_7$ อบแห้งที่ 103 C นาน 2 ชั่วโมง ชั่งมา 1.226 g. เติมน้ำกลั่นจนมิปริมาตร 1000 ml.

7) สารละลายซิลเวอร์ซัลเฟต

➢ ละลาย NH_2SO_2OH 50 g. ในน้ำกลั่น 500 ml. ละลาย $CuSO_4$ $5H_2O$ 32 g. ในน้ำกลั่น 475 ml. นำสารละลายทั้งสองผสมกันแล้วเติม CH_3COOH 25 ml.

8) กรดโครมิค

➢ ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ 5 g. ละลายใน H_2SO_4 500 ml.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- สำหรับการวิเคราะห์ BOD

1) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

➢ ชั่ง KH_2PO_4 8.5 g., K_2HPO_4 21.75 g., Na_2HPO_4 $7H_2O$ 33.4 g. และ NH_4C1 1.7 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml. pH = 7.3 ทิ้งไปเมื่อมีการเจริญของจุลินทรีย์

2) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

➢ ชั่ง $MgSO_4$ $7H_2O$ 22.5 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

3) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

➢ ชั่ง $CaCL_2$ (ANHYDROUS) 27.5 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

4) สารละลายเฟอริกคลอไรด์

➢ ชั่ง $FeCL_3$ $6H_2O$ 0.25 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

- สำหรับการวิเคราะห์ COD

1) โปแตสเซียมไดโครเมตมาตราฐาน 0.250 N

➢ นำ $K_2Cr_2O_7$ อบแห้งที่ 103 °C นาน 2 ชั่วโมง ชั่งมา 12.259 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

2) กรดซัลฟริคซิลเวอร์ซัลเฟต

➢ ชั่ง Ag_2SO_4 22 g. ใส่ลงใน CONC. H_2SO_4 2.5 L ตั้งทิ้งไว้ 1 – 2 วัน โดยไม่ต้องเขย่า

3) สารละลายมาตราฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.25 N

➢ ละลาย Fe (NH_4) $(SO_4)_2$ $6H_2O$ 98 g. เติม CONC. H_2SO_4 20 ml. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1000 ml.

4) เฟอโรอีนอินดิเคเตอร์

➢ ละลาย $C_{12}H_8N_2$ H_2O 1.485 g. และ $FeSO_4$ $7H_2O$ 0.695 g. เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 ml.

5) สารเมอร์คิวลิคซัลเฟต

➢ $HgSO_4$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกวิเคราะห์ Q.C. ทำหน้าที่

1) หาค่าความเหนียว (GEL STRENGTH) ของซูริมิ

- ตัวอย่างซูริมิจะเก็บไว้ในห้องเย็น โดยจะสุ่มเก็บ CODE ละ 3 MIX แต่ละ MIX จะเก็บตัวอย่างมาประมาณ 0.5 กิโลกรัม
- นำตัวอย่างขึ้นมาดู CODE และ MIX เพื่อเขียน LABEL ที่ถุง โดย
  - ➢ ถุงสำหรับใส่เพื่อนำไปวัด pH และความชื้น จะระบุ MIX และ CODE
  - ➢ ถุงสำหรับใส่เพื่อนำไปหา SPOT จะระบุ CODE
  - ➢ ถุงสำหรับใส่เพื่อนำไปหาความเหนียว (เป็นหลอด) จะระบุ CODE
- นำตัวอย่างทั้ง 3 MIX ในแต่ละ CODE มาตัดให้ได้น้ำหนักรวม 1 กิโลกรัม โดยเก็บตัวอย่างในแต่ละ MIX เท่า ๆ กัน เพื่อนำไปหาค่าความเหนียว นอกจากนี้สำหรับ MIX กลางจะมีการเก็บตัวอย่าง 10 กรัม ไปวัดค่า Ph, ตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ไปหาความชื้นและตัวอย่างอีกประมาณ 10 กรัม ไปทำ SPOT
- ตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ที่ได้นำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง FOOD CUTTER จนเนื้อปลาเริ่มละเอียด ให้เติมเกลือ 30 กรัม (3%) ลงไปโดยจะต้องค่อย ๆ เติม
- ปั่นเนื้อปลาต่อจนเนื้อปลาเริ่มเหลวให้หยุดเครื่อง แล้วปาดเกลือที่ติดอยู่ด้านข้างด้วยใบพาย
- ปั่นเนื้อปลาต่อจนเนื้อปลาจับกันเป็นก้อนอีกครั้ง เมื่อสัมผัสหรือบีบจะไม่เป็นเม็ด ในการปั่นตัวอย่างจะจับเวลาที่ใช้ในการปั่นด้วย
- เนื้อปลาที่ปั่นเสร็จแล้วจะมีการวัดอุณหภูมิหลังปั่น (ไม่ควรเกิน 20 °C) ดูสีของเนื้อปลา กลิ่น และลักษณะเนื้อ
- นำเนื้อปลาที่ได้มาไล่อากาศ โดยค่อย ๆ ตักเนื้อปลาออกมาทีละนิด มาปาดให้เรียบบนเขียงไม่ให้มีฟองอากาศ เมื่อไล่อากาศหมดแล้ว นำเนื้อปลาที่ปาดแล้วทำเป็นก้อน แล้วนำไปใส่ในเครื่องอัดซูริมิ
- เนื้อปลาจะถูกอัดออกมาจากเครื่องอัดซูริมิใส่หลอด CASING FLIM (เป็นถุงซึ่งทนต่อความร้อน สามารถยืดหยุ่นได้) การอัดเนื้อปลาจะต้องอัดอย่างสม่ำเสมอไม่ให้เกิดฟองอากาศ โดยปลาแดง C, FREEZE และ ESO จะอัด 3 หลอด ส่วนปลาอื่น ๆ จะอัด 4 หลอด
- มัดปากหลอดให้แน่นด้วยหนังยาง ถ้าพบว่ามีฟองอากาศจากการอัดให้ปาดเนื้อปลาส่วนนั้นออกก่อน ในการที่จะอัดตัวอย่างต่อไปต้องดันตัวอย่างเก่าออกให้หมดก่อน
- นำตัวอย่างที่อัดใส่หลอดแล้วลงต้มใน WATER BATH อุณหภูมิ 90 °C (ตั้งอุณหภูมิเผื่อไว้ที่ 92 – 93 °C) นาน 30 นาที โดยจะต้มครั้งละ 6 CODE

- เมื่อครบ 30 นาที นำมาแช่ในน้ำแข็ง โดยการใช้น้ำแข็งกลบ อีก 1 ชั่วโมง
- จากนั้นนำมาแช่ต่อในน้ำอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง
- เมื่อครบ 1 ชั่วโมง นำไปวัดความเหนียว โดยลอกพลอดที่ใสออก แล้วตัดตัวอย่างแต่ละพลอดออกเป็น 2 ท่อน ท่อนละ 2.5 เซนติเมตร (ส่วนหัวและท้ายจะตัดทิ้งก่อน)
- นำมาวัดค่าความเหนียวด้วยเครื่อง RHEO TEX โดยในแต่ละท่อนจะวัดทั้ง 2 ด้าน ค่าที่อ่านได้จากเครื่องจะเป็นค่าแรงที่ใช้กด (g) จนซูริมิแตก และระยะทาง (cm) ที่ทำให้ซูริมิเริ่มแตก
- ค่าความเหนียวจะคิดจาก ค่าแรง X ระยะทาง ออกมาเป็น GEL STRENGTH (GXCM)
- ค่าความเหนียวที่ได้ออกมา (12 หรือ 16 ค่า) จะนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยจะเลือกค่าที่ใกล้เคียงกันที่สุดประมาณ 10 ค่า (อาจน้อยกว่า 10 ค่าก็ได้ ถ้าค่าความเหนียวแตกต่างกันมาก) วิธีการในการเลือกค่าที่ใกล้เคียงกัน คือ ค่า g จะให้ +/- 100, cm +/- 0.1 และ gxcm +/- 200 เมื่อได้ค่าที่ใกล้เคียงกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ความเหนียวของตัวอย่างนั้น

เกณฑ์การตัดเกรดซูริมิ

- สำหรับ ITOYORI, KINMEDAI และ GUCHI

เกรด	ความเหนียว
SSA	> 1000
SA	700 – 1000
AA	500 – 700
A	300 – 500
B	< 300

- สำหรับ ITOYORI C

เกรด	ความเหนียว
C3	> 500
C2	350 – 500
C1	300 – 350
ตกเกรด	< 300

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หมายเหตุ การตัดเกรดจะพิจารณาจากค่าระยะทาง และค่าความชื้นประกอบด้วย ค่าความเหนียวของซูริมิแต่ละเกรดอาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยตามแต่ละช่วงของปลาที่นำมาผลิต

2) วัดความชื้นของเนื้อปลา โดยจะใช้วิธีการเดียวกับที่ทำใน LINE การผลิต คือ ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ให้ความร้อนโดยเครื่อง INFRARED MOISTURE BALANCE จนตัวอย่างเกิดสีน้ำตาลอ่อน สม่ำเสมอจึงอ่านค่าความชื้น (ประมาณ 74 – 77%)

3) วัดค่า pH ของเนื้อปลา โดยใช้ตัวอย่าง 10 กรัม ปั่นผสมกับน้ำกลั่น 90 ml. โดยเครื่องปั่นอาหาร จนเนื้อปลาละเอียด แล้วนำมาวัดค่า pH โดยใช้กระดาษลิตมัส (ค่า pH จะอยู่ในช่วง 6.8 – 7.2)

4) วิเคราะห์ดูเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อปลา โดยจะทำการวิเคราะห์ 2 อย่าง คือ

- แบคทีเรียทั่วไป ใช้วิธี TOTAL PLATE COUNT
- วิเคราะห์ E-coli โดยใช้ FLUOROCULT เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ

วิธีการวิเคราะห์หาแบคทีเรียทั่วไป

- เจาะตัวอย่างเนื้อปลาด้วยเครื่องสว่าน แล้วนำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 25 กรัม
- ผสมตัวอย่าง 25 กรัม กับน้ำเกลือ 225 ml. ด้วยเครื่อง STOMACHER 400 เป็นเวลา 120 วินาที จะได้ตัวอย่างความเข้มข้น 10^{-1}
- นำมาทำการเจือจาง (DILUTE) ให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยสำหรับเนื้อปลาจะใช้ที่ระดับความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-5} การทำการเจือจางจะทำโดยปิเปตที่ความเข้มข้น 10^{-2} มา 1 ml. ใส่ลงในน้ำเกลือ 9 ml. จะได้ตัวอย่างความเข้มข้น 10^{-3} ทำต่อไปเรื่อย ๆ จนได้ความเข้มข้นที่ต้องการ
- ปิเปตตัวอย่างที่ความเข้มข้นที่ต้องการ 1 ml. ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ (PLATE)
- เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PLATE COUNT AGAR ลงไปประมาณ 15 – 20 ml. รีบปิดฝาหมุนจานไปมาทางซ้ายและขวาเบา ๆ ให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับตัวอย่าง โดยแต่ละระดับการเจือจางใช้จานเพาะเชื้อ 2 ใบ (ทำ DUPLICATE)
- ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว (ประมาณ 10 นาที) แล้วพลิกคว่ำจานเพาะเชื้อลงนำเข้าบ่ม (INCUBATE) ที่อุณหภูมิ 35 – 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- นับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่เลือกแล้ว เมื่อครบเวลาบ่มเพาะเชื้อ โดยจะเลือกจานเพาะเชื้อในระดับการเจือจางที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 25 – 250 COLONY
- รายงานผลโดยเฉลี่ยผลการนับจาก 2 จาน คูณด้วยส่วนกลับของระดับความเจือจาง เป็นจำนวนแบคทีเรียที่มีในตัวอย่างนั้น รายงานผลเป็น COLONY FORMING UNIT

(CFU) / กรัม หรือมิลลิลิตรของอาหาร ในการคำนวณเพื่อให้สะดวกในการจดและนับคำนวณ ถ้าจำนวนโคโลนีที่นับได้มีมากกว่า 100

- ❖ ถ้าตัวเลขในหลักหน่วยมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ขึ้นไป ให้ปัดค่าในหลักสิบเพิ่มขึ้น 1 หน่วย
- ❖ ถ้าตัวเลขในหลักหน่วยน้อยกว่า 5 ให้ปัดค่าในหลักหน่วยลงเป็นศูนย์

การเตรียมสารเคมีที่ต้องใช้

1. น้ำเกลือ เตรียมโดยชั่งเกลือ 1.91 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 225 ml. แล้วนำไปเข้า AUTO CLAVE อุณหภูมิ 121 °C 1.5 ปอนด์ เป็นเวลา 15 นาทีก่อน
2. PLATE COUNT AGAR เตรียมโดยชั่ง PLATE COUNT AGAR 9 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 400 ml. อาจให้ความร้อนโดย MICROWAVE เพื่อช่วยในการละลาย นำไปเข้า AUTOCLAVE เพื่อฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C 1.5 ปอนด์ 15 นาที นำมาอุ่นไว้ที่อุณหภูมิ 44 – 46 °C

<u>หมายเหตุ</u> เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อ ต้องเข้า HOT AIR OVEN อุณหภูมิ 170 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนจึงนำมาใช้ได้

วิธีการวิเคราะห์หา <u>E coli</u>

- ❖ จากตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม (ใช้ 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}) ปิเปตตัวอย่าง 1 ml. ใส่ลงในหลอดทดลองซึ่งบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ FLUOROCULT โดยแต่ละความเข้มข้นใส่จำนวน 3 หลอด ในหลอดทดลองนี้จะบรรจุหลอดดักก๊าซ (DURHAM 'S TUBE) คว่ำอยู่เพื่อดักก๊าซที่เกิดขึ้นไว้ด้วย
- ❖ นำเข้าบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- ❖ เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ จดบันทึกหลอดที่ให้ผล POSITIVE โดยหลอดที่ให้ผลบวก (POSITIVE) คือ หลอดที่ให้ก๊าซในหลอดดักก๊าซมากกว่า 10%
- ❖ นำมาฉายแสง UV ภายใต้กล่องทึบแสง สังเกตการเรืองแสงของอาหารภายใต้แสง UV บันทึกหลอดที่ให้ผล POSITIVE
- ❖ นำมาหยด KOVAC 'S REAGENT ในหลอดที่ให้ผล POSITIVE ภายใต้แสง UV สังเกตดูการเกิดสีชมพู เมื่อหยด KOVAC 'S REAGENT 1 – 2 หยด

❖ การรายงานผลจะอ่านค่าจากตาราง โดยหลอดที่ให้ผล POSITIVE ในตาราง หมายถึง หลอดที่ให้ผล POSITIVE เมื่อหยด KOVAC 'S REAGENT

หลอดที่ให้ผลบวก			MPN	หลอดที่ให้ผลบวก			MPN	หลอดที่ให้ผลบวก			MPN	หลอดที่ให้ผลบวก			MPN
0.1	0.01	0.001		0.1	0.01	0.001		0.1	0.01	0.001		0.1	0.01	0.001	
0	0	0	<3	1	0	0	3.6	2	0	0	9.1	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7.2	2	0	1	14	3	0	1	39
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	15	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7.3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6.1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9.2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	1	3	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	160
0	2	0	6.2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9.3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9.4	1	3	0	15	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	13	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	>1100

<u>หมายเหตุ</u> อาจมีการเก็บตัวอย่างโดยทำ SWAB จากที่ต่างๆ มาวิเคราะห์ด้วย โดยที่จะทำการ SWAB มีดังนี้

❖ ถุงมือพนักงานขณะปฏิบัติงาน 8 คน ใช้ระดับความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-4}

❖ อุปกรณ์หลังล้างเครื่อง 8 จุด ใช้ระดับความเจือจาง 10^{-2}, 10^{-3}

❖ มือพนักงานหลังเข้าห้องน้ำ 8 คน ใช้ระดับความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-3}

❖ กระบะตัดหัวหลังจากชั่งปลา 8 กระบะ ใช้ระดับความเจือจาง 10^{-3}, 10^{-4}

โดยพื้นที่ที่จะทำการ SWAB จะใช้พื้นที่ประมาณ 10 ตารางเซ็นติเมตร การทำการเจือจางของตัวอย่างที่ SWAB มาจะใช้น้ำกลั่นธรรมดาแทนน้ำเกลือ

5) วิเคราะห์ <u>E-coli</u> และ COLIFORM ในน้ำดื่มและน้ำใช้ โดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

- เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ LACTOSE BROTH ใส่หลอดทดลองทั้งหมด 7 หลอด โดยแบ่งเป็น
  - ➢ ความเข้มข้นปกติ (ชั่ง 13 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร) 2 หลอด
  - ➢ ความเข้มข้นเป็น 2 เท่า (ชั่ง 26 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร) 5 หลอด
- ในแต่ละหลอดจะบรรจุอาหาร 7 ml. และบรรจุหลอดดักก๊าซไว้ด้วย

- เติมตัวอย่างที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยอาหารที่มีความเข้มข้นปกติ 2 หลอด เติมตัวอย่าง 1.0 ml. และ 0.1 ml. อย่างละ 1 หลอด ส่วนอาหารที่มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่า 5 หลอด ให้เติมตัวอย่าง 10 ml. ทั้ง 5 หลอด
- นำไปบ่มไว้ที่ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ หลอดที่ให้ผล POSITIVE จะนำมาถ่ายเชื้อลงในอาหาร BRILLIANT GREEN LACTOSE BILE BROTH (BGLB) และอาหาร FLUOROCULT
- นำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง นำมาสังเกตการเกิดฟองก๊าซในอาหาร BGLB ระบุจำนวนหลอดที่ให้ผล POSITIVE จะทราบจำนวนของ COLIFORM และสังเกตการเกิดฟองก๊าซ การเรืองแสงภายใต้แสง UV และการเกิดสีชมพู เมื่อหยด KOVAC 'S REAGENT ในอาหาร FLUOROCULT จะทราบจำนวนของ E-coli
- การรายงานผลจะอ่านค่าจากตาราง MPN ทั้งจำนวน COLIFORM และ E-coli

NUMBER OF POSITIVE TUBES			MPN/100 ml.
10 ml.	1 ml.	0.1 ml.	
0	0	0	0.0
0	0	1	2.0
0	1	0	2.0
0	1	1	4.0
1	0	0	2.2
1	0	1	4.4
1	1	0	4.4
1	1	1	6.7
2	0	0	5.0
2	0	1	7.5
2	1	0	7.6
2	1	1	10.0
3	0	0	8.8
3	0	1	12.0
3	1	0	12.0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

NUMBER OF POSITIVE TUBES			MPN/100 ml.
10 ml.	1 ml.	0.1 ml.	
3	1	1	16.0
4	0	0	15.0
4	0	1	20.0
4	1	0	21.0
4	1	1	27.0
5	0	0	38.0
5	0	1	96.0
5	1	0	240.0
5	1	1	>240.0

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างน้ำที่นำมาตรวจจะแบ่งเป็น 6 แหล่ง ดังนี้

- น้ำดื่มในโรงงาน ใช้ระดับความเข้มข้น 1 และ 10^{-1}
- น้ำล้างเครื่องจักร ใช้ระดับความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-3}
- น้ำที่ใช้ใน LINE การผลิต ใช้ระดับความเข้มข้น 1 และ 10^{-1}
- น้ำแข็งที่ใช้ใน LINE การผลิต ใช้ระดับความเข้มข้น 1 และ 10^{-1}

6) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสิ่งแปลกปลอม (SPOT) เหมือนใน LINE SURIMI โดยใช้ตัวอย่าง 10 กรัม รีดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ในถุงพลาสติก แล้วนับ SPOT เพื่อให้คะแนน

จำนวนชิ้น SPOT	คะแนน
0	10
1 – 2	9
3 – 4	8
5 – 7	7
8 – 11	6
12 – 15	5
16 – 19	4
20 – 25	3
26 – 30	2
เกิน 31	1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หมายเหตุ การคิดคะแนนจากเนื้อปลา 10 กรัม

ขนาดสิ่งแปลกปลอม

- 1 – 2 mm. จำนวน 2 ชิ้น คิดเป็น 1 ชิ้น
- ใหญ่กว่า 2 mm. คิดเป็น 1 ชิ้น
- ไม่ถึง 1 mm. ไม่นับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทนำ

ผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง (FROZEN PRODUCTS) รู้จักกันมานานแล้ว อเมริกาเริ่มพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2403 ส่วนประเทศไทยเริ่มมีการผลิตผลิตภัณฑ์แช่แข็งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 สถิติการจับสัตว์น้ำของโลกในปี ค.ศ. 1980 ได้มีการนำสัตว์น้ำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งร้อยละ 21.7 โดยมีการแปรรูปสัตว์น้ำเป็นผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20.0 ในปี ค.ศ. 1976 ถึงแม้ว่าจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นแต่มั่นคงและเป็นเครื่องชี้ว่าในอนาคตผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งก็ยังคงได้รับความนิยมจากผู้บริโภค เนื่องจากผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งมีคุณสมบัติที่เป็นข้อได้เปรียบหลายประการ คือ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 6 เดือน ถึง 1 ปี โดยคุณภาพยังดีเลิศ, มีการสูญเสียวิตามินในอาหารน้อยกว่าการแปรรูปวิธีอื่น ๆ , ง่ายและสะดวกต่อการดูแลรักษาและขนส่ง

ผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากอย่างหนึ่ง ประเทศญี่ปุ่นเป็นต้นตำรับของซูริมิและมีการบริโภคซูริมิ และผลิตภัณฑ์จากซูริมิมากที่สุด สหรัฐอเมริกาเป็นที่สอง ซูริมิที่ผลิตในญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ส่วนใหญ่จะทำจากปลาอลาสกาพอลลอค (ALASKA POLLOCK) ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำจับได้เป็นฝูง โดยบนเรือที่จับจะมีโรงงานผลิตซูริมิด้วย แม้ว่าประเทศญี่ปุ่นสามารถผลิตซูริมิได้เป็นปริมาณมากแต่ก็มีการนำเข้าจากประเทศไทยบ้าง ในกระบวนการผลิตซูริมิจะสามารถแยกออกได้เป็น ส่วนที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ซูริมิประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจะเป็นพวกหัว ก้าง เกล็ด เครื่องในและหนัง ซึ่งสามารถนำไปแปรรูปต่อเป็นผลิตภัณฑ์ปลาป่นได้ นอกจากนี้ยังพบว่ามีส่วนที่เป็นไขมันเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซูริมิ ซึ่งส่วนนี้สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันปลาได้ น้ำมันปลาที่ได้นี้เมื่อนำมาทำให้บริสุทธิ์ จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายทาง คือ ในทางอุตสาหกรรมอาหารและยา เครื่องสำอางค์ อุตสาหกรรมเครื่องหนัง เป็นต้น ในขณะนี้ความต้องการที่จะบริโภคน้ำมันปลามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความตื่นตัวในประโยชน์ของกรดไขมันกลุ่ม ω-3 ของน้ำมัน ทำให้การนำตะกอนไขมันซึ่งเป็นเศษเหลือจากกระบวนการผลิตซูริมิมีความน่าสนใจมากขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาหาวิธีการผลิตน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1. ศึกษาปริมาณโปรตีนและไขมันที่มีในตะกอนไขมันที่ได้จากกระบวนการผลิตซูริมิ ซึ่งจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันปลา
2. ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมัน โดยวิธีการต้ม และวิธีการนึ่งที่อุณหภูมิต่าง ๆ

3. ศึกษาหาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะใช้ในการสกัดน้ำมันปลา เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันปลามากที่สุด
4. ศึกษาปริมาณโปรตีนและไขมันในกากตะกอนที่เหลือหลังจากการสกัดน้ำมันปลาออกแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปลาป่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาสดที่ผ่านการตัดหัว ควักไส้ มาผ่านกรรมวิธีแยกเนื้อปลาซึ่งจะได้เนื้อปลาบด จากนั้นนำเนื้อปลาบดมาล้างน้ำ ผ่านกรรมวิธีบีบน้ำ แล้วผสมกับวัตถุเจือปนอาหาร นวดให้เข้ากันและเหนียวทำเป็นก้อนรูปสี่เหลี่ยมหรือรูปอื่น ๆ นำไปผ่านกรรมวิธีเยือกแข็งโดยให้มีระยะเวลาการเกิดผลึกน้ำแข็งอย่างรวดเร็ว แล้วจึงลดอุณหภูมิที่บริเวณกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่า –18 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปเก็บรักษาโดยควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ไว้ที่ –18 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าให้สม่ำเสมอตลอดเวลา (มอก. 935-2533)

ความเหนียวเป็นคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับซูริมิ ปลาแต่ละชนิดให้ความเหนียวที่ต่างกัน กรณีปลาน้ำจืด ปลากรายและปลาสลาด เป็นปลาน้ำจืดที่ให้เนื้อปลาที่มีความเหนียวมากกว่าปลาอื่น ๆ จึงเป็นที่นิยมนำมาทำทอดมัน ลูกชิ้นกัน สำหรับปลาทะเลที่ให้ความเหนียวมีหลายชนิด เช่น ปลาปากคม ปลาทรายแดง ปลาไส้กอ ปลาไหลทะเล ใช้เป็นวัตถุดิบทำซูริมิ ปลาน้ำจืดจากธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอป้อนโรงงานผลิตซูริมิ แต่อย่างไรก็ตามได้มีความพยายามที่จะนำปลาน้ำจืด เช่น ปลานิลมาผลิตเป็นซูริมิในขั้นงานวิจัย หากเป็นไปได้ในระดับอุตสาหกรรมจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเลี้ยงปลานิล เพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปมากขึ้น เพราะสามารถทดแทนปลาทะเลที่ขาดแคลนได้

องค์ประกอบทางเคมี (CHEMICAL COMPOSITION OF FISH)

องค์ประกอบหลักทางเคมีของสัตว์น้ำประกอบด้วย น้ำ โปรตีนและไขมันทั้งหมดรวมเป็นประมาณ 98% ของน้ำหนักเนื้อทั้งหมด องค์ประกอบทั้ง 3 เป็นองค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการ คุณสมบัติการแปรรูปต่าง ๆ (FUNCTION PROPERTIES) คุณภาพทางประสาทสัมผัส (SENSORY QUALITY) และคุณสมบัติการเก็บรักษา (STORAGE STABILITY) องค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุ เป็นองค์ประกอบส่วนที่มีปริมาณน้อยแต่ก็มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญกับคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และความสดใหม่ของผลิตภัณฑ์ ปริมาณขององค์ประกอบหลักในสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (SPECIES) อายุ (STAGE OF MATURITY) สภาวะโภชนาการของสัตว์ (NUTRITIONAL CONDITION OF ANIMAL) และวงจรการสืบพันธุ์ (REPRODUCTION CYCLE) องค์ประกอบที่มักแตกต่างกันมากที่สุดแม้ในพันธุ์เดียวกัน คือ น้ำและไขมัน ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ จะขึ้นกับมลพิษของแหล่งอาศัย

จากองค์ประกอบของไขมันและโปรตีนสามารถแบ่งประเภทของสัตว์น้ำได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. สัตว์น้ำที่มีไขมันต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นสัตว์น้ำประเภทไขมันต่ำและโปรตีนต่ำ (LOW OIL-LOW PROTEIN) เช่น CLAM, OYSTER
2. สัตว์น้ำที่มีไขมันต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์และโปรตีนสูง (15-20 เปอร์เซ็นต์) เป็นสัตว์น้ำประเภทไขมันต่ำและโปรตีนสูง (LOW OIL-HIGH PROTEIN) เช่น PACIFIC COD, CROAKER
3. สัตว์น้ำที่มีไขมันต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์และโปรตีนสูงกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นสัตว์น้ำประเภทไขมันต่ำและโปรตีนสูงมาก (LOW OIL- VERY HIGH PROTEIN) เช่น SKIPJACK TUNA, HALIBUT
4. สัตว์น้ำที่มีไขมันปานกลาง (5-15 เปอร์เซ็นต์) และโปรตีนสูง (15-20 เปอร์เซ็นต์) เป็นสัตว์น้ำประเภทไขมันปานกลางและโปรตีนสูง (MEDIUM OIL-HIGH PROTEIN) เช่น MACKEREL, SOCKEY SALMON
5. สัตว์น้ำที่มีไขมันมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์และโปรตีนต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นสัตว์น้ำประเภทไขมันสูงและโปรตีนต่ำ (HIGH OIL-LOW PROTEIN) เช่น SISCOWET LAKE TROUT

โปรตีน (PROTEIN) เนื้อของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ มี CRUDE PROTEIN ประมาณ 11-24% ขึ้นกับ SPECIES, MUTRITIONAL CONDITION และประเภทของกล้ามเนื้อ CRUDE PROTEIN ประกอบด้วย โปรตีนและสารประกอบไนโตรเจน (NITROGENOUS COMPOUNDS) อื่น ๆ เช่น กรดอะมิโนอิสระ ยูเรีย (UREA) กรดนิวคลีอิก (NUCLEIC ACID) นิวคลีโอไทด์ (NUCLEOTIDE) ไตรเมธิลเอมีน (TRIMETHYLAMINE, TMA) และ TMAO (TRIMETHYLAMINE OXIDE) และอื่น ๆ (กนกอร, 2538)

โปรตีนของกล้ามเนื้อประกอบด้วยโปรตีนกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ SARCOPLASMIC PROTEIN, MYOFIBRILLAR PROTEIN และ CONNECTIVE TISSUES

องค์ประกอบกรดอะมิโน (AMINO ACID PATTERN) ของโปรตีนของปลาแต่ละ SPECIES ไม่แตกต่างกันมาก ดังตารางที่ 1 โปรตีนปลา (FISH PROTEIN) มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีกรดอะมิโนจำเป็น (ESSENTIAL AMINO ACID PATTERN) ที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพการย่อยของโปรตีน (IN VIVO DIGESTIBILITY) สูง โดย DIGESTIBILITY ของปลาดิบสูง 90-98% และของพวกหอย (SHELLFISH) ประมาณ 85%

ตารางที่ 1 แสดงกรดอะมิโน ที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนปลา

Amino acid	Mean* (% N·6.25)	Range (% N·6.25)
Alanine	7.91	7.7—8.8
Arginine	5.95	5.7—6.3
Aspartic acid	10.34	9.9—10.9
Cystine	1.04	0.9—1.1
Glutamic acid	14.91	14.3—15.4
Glycine	4.60	4.2—5.4
Histidine	2.01	1.8—2.2
Isoleucine	6.03	5.5—6.3
Leucine	8.41	7.8—9.1
Lysine	8.81	7.9—9.5
Methionine	2.97	2.8—3.2
Phenylalanine	3.92	3.7—4.1
Proline	3.52	3.3—3.7
Serine	5.14	4.6—6.0
Threonine	4.62	4.4—5.0
Tryptophan	0.96	0.9—1.0
Tyrosine	3.27	3.1—3.4
Valine	5.95	5.6—6.2

Mean values for ten species of fish: cod, coalfish, haddock, redfish, catfish, plaice, halibut, ling, torsk, and mackerel. The mean for histidine does not include the value for mackerel.

SARCOPLASMIC PROTEINS หมายถึง โปรตีนของ SARCOPLASM (EXTRA CELLULAR FLUID) และโปรตีนในอนุภาคเล็ก ๆ ของ SARCOPLASM เป็นโปรตีนที่ละลายน้ำได้ และละลายได้ในเกลือที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (NEUTRAL SALTS) ที่มีแรงอิออนนิก (IONIC STRENGTH) ต่ำกว่า 0.15 และยังสามารถละลายในเกลือที่มีความเข้มข้นสูงกว่านี้ SARCOPLASMIC PROTEINS ของกล้ามเนื้อปลามีประมาณ 30% ของโปรตีนในเนื้อปลา โปรตีนส่วนนี้ประกอบด้วยเอนไซม์ โปรตีนที่ยึดกับกรดนิวคลีอิก ลิโปโปรตีน (LIPOPROTEIN) และ CHROMOPROTEIN ของกล้ามเนื้อและเลือด

MYOFIBRILLAR PROTEINS เป็นโปรตีนที่สกัดได้ โดยสกัดจากเนื้อปลาบดด้วยสารละลายที่มี IONIC STRENGTH สูงกว่า 0.15 ปกติอยู่ในช่วง 0.30-1.0 สำหรับส่วนของ MYOFIBRILLAR PROTEIN ซึ่งอยู่ในส่วนสารละลายใสตกตะกอนด้วยน้ำกลั่น 10 เท่าของสาร

ละลาย แล้วปั่นเหวี่ยง (CENTRIFUGE) จะได้ตะกอน MYOFIBRILLAR PROTEIN มีประมาณ 40-60% ของโปรตีนทั้งหมดของเนื้อปลา

MYOFIBRILLAR PROTEIN เป็นโปรตีนที่สำคัญในการเกร็งตัวหลังการตาย (POSTMORTEM STIFFENING หรือ RIGORS MORTIS) ของเนื้อเยื่อ การเปลี่ยนแปลงของ MYOFIBRILLAR PROTEINS หลังสัตว์ตายทำให้เกิดการคายตัวของกล้ามเนื้อ (RESOLUTION OF STIFFNESS) แต่ในการเก็บรักษาระยะยาวด้วยการเก็บแบบแช่เย็นแข็งจะทำให้เนื้อปลามีลักษณะแน่นและเหนียว MYOFIBRILLAR PROTEIN มีส่วนสำคัญในการอุ้มน้ำ (WATER HOLDING CAPACITY) ของเนื้อปลาต่อเนื้อสัมผัส (TEXTURE) ของผลิตภัณฑ์ และมีความสำคัญต่อหน้าที่ของโปรตีน (FUNCTIONAL PROPERTIES) ในผลิตภัณฑ์เนื้อปลาประเภทเนื้อบดละเอียด (MINCES AND HOMOGENATE) หน้าที่สำคัญ คือ สามารถในการเกิดเจล (GEL-FORMINY ABILITY)

STROMAL PROTEINS เป็นส่วนที่เหลือจากการสกัด SARCOPLASMIC และ MYOFIBRILLAR PROTEIN ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น CONNECTIVE TISSUE คือ COLLAGEN, ELASTIN และ RETICULIN โปรตีน STROMA ไม่ละลายในสารละลายเจือจางของกรดเกลือ (HYDROCHLORIC ACID) หรือด่าง (SODIUM HYDROXIDE) STROMA มีประมาณ 3-10% ของกล้ามเนื้อโปรตีน

CONNECTIVE TISSUE มีผลมากต่อคุณสมบัติของกล้ามเนื้อสำหรับเป็นอาหาร COLLAGEN จัดว่าเป็นส่วนที่ทำให้คุณค่าทางโภชนาการต่ำ เป็นส่วนที่ทำให้มีแรงยึด (TENSILE STRENGTH) มีอิทธิพลต่อการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อ (FUNCTIONAL AND RHEOLOGICAL) COLLAGEN เป็นตัวทำให้เนื้อวัวที่ผ่านการทำให้สุกแล้วเหนียว แต่ไม่เป็นปัญหาสำหรับเนื้อปลา

ลิปิด (LIPIDS) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสัตว์น้ำ มีกระจายอยู่ในเนื้อเยื่อทั้งหมด มีบทบาทและเข้มข้นในชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (SUBCUTANEOUS) ของสัตว์น้ำเลี้ยงลูกด้วยนม (MARINE MAMMALS) และกรดไขมันมีในตับ กล้ามเนื้อ และต่อมต่าง ๆ MARINE LIPIDS ประกอบด้วย PHOSPHOLIPIDS, STEIOLS, TRIACYLGLYCEROLS, WAX ESTERS และผลิตภัณฑ์จากเมตาโบลิซึมปริมาณเล็กน้อย

PHOSPHOLIPIDS และ STEROLS มีจำนวนน้อยประมาณ 0.2-0.3% ของน้ำหนักเปียก เป็นส่วนประกอบสำคัญในเมมเบรน (BIOMEMBREANES) และมีหน้าที่ในเซล (CELLULAR FUNCTIONS) ในส่วนของ PHOSPHOLIPIDS ประกอบด้วย PHOSPHATIDYLCHOLINE 60%, PHOSPHALIDYLETHANOLAMINE 20% และที่เหลือ 2-3% เป็น PHOSPHATIDYLSERINE และ SPHINGOMYELINE

STEROLS ที่สำคัญคือ CHOLESTEROL ปลาทั่วไปจะมีประมาณ 20-40 mg. CHOLESTEROL ต่อ 100 g. ของเนื้อในไข่ปลามีสูงถึง 250-650 mg./100 g. และมีมากกว่าในตับ สำหรับเนื้อของ CRUSTACEANS ซึ่งได้แก่ พวกกุ้ง และ MOLLUSKAN ซึ่งได้แก่พวกหอย มี STEROLS มากกว่า 2-3 เท่าของเนื้อปลา

สำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำ WAX ESTERS ช่วยในการเพิ่มการลอยตัว (BUOYANCY) และจะมีสะสมมากในระยะที่มีการขาดอาหารเป็นเวลานาน เช่น ในฤดูหนาวของขั้วโลก และมีสัตว์ทะเลน้ำลึกบางชนิด เช่น ปลาแคสเตอร์ (CASTER OIL FISH) มีมากถึง 70% ของไขมันทั้งหมด

องค์ประกอบกรดไขมัน (FATTY ACID COMPOSITION) ของสัตว์น้ำมีความซับซ้อนกว่าสัตว์บก ความยาวของคาร์บอนจะยาวจาก $C_{14} - C_{24}$ และพบ C_{12} และ C_{26} บ้าง FATTY ACID เป็นชนิดไม่อิ่มตัวมาก (POLYUNSATURATED FATTY ACID, PUFAS) มีแขนคู่ (DOUBLE BONDS) 4-6 BONDS ส่วนมากเป็นชนิด n-3 หรือ W-3 มากกว่าชนิด n-6 หรือ W-6 ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของ FATTY ACIDS

ไขมันปลาเกิดออกซิเดชัน (OXIDATION) ได้ง่ายเนื่องจากมี UNSATURATED FATTY ACID สูง นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสในผิวหนัง (ENDOGENOUS SKIN LIPOXYGENASE) และมีเปอร์ออกซิเดชันของไมโครโซม (MICROSOMAL PEROXIDATION SYSTEM) ซึ่งเป็นแหล่งเริ่มแรกของแรดิเคิล (RADICALS) ในออกซิเดชัน

<u>กระบวนการผลิตเนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง</u>

1. การเตรียมเนื้อปลาบด การเตรียมทำได้โดยล้างปลาสด ตัดหัว ควักไส้ แล้วล้างน้ำอีก 2 ครั้ง แยกเนื้อปลาออกจากก้าง โดยสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีพื้นบ้านและวิธีใช้เครื่องมือ
   1.1 วิธีพื้นบ้าน ใช้เนื้อปลาผ่านการแล่เป็น 2 ซีก แล้วขูดเนื้อโดยใช้ช้อน โดยมากการเตรียมโดยวิธีนี้เป็นอุตสาหกรรมแบบครัวเรือน เพื่อขายเฉพาะเนื้อปลาขูดแล้วหรืออาจผสมเครื่องแกงกลายเป็นทอดมันพร้อมทอด ที่ขายตามตลาดสดทั่วไปหรือซุปเปอร์มาร์เก็ต
   1.2 วิธีใช้เครื่องมือ การเตรียมเนื้อปลาบดโดยใช้เครื่องรีดเนื้อปลาหรือเครื่องแยกเนื้อออกจากกระดูก (MEAT SEPARATOR หรือ DEBONING MACHINE) เครื่องมือชนิดนี้สามารถหาซื้อได้ในประเทศไทย โดยดัดแปลงมาจากของญี่ปุ่นและไต้หวัน

   หลักการของเครื่องมือ ประกอบด้วย ลูกกลิ้งทำด้วยโลหะปลอดสนิมมีรูขนาด 2.5 มม. ลูกกลิ้งจะหมุนไปตามแผ่นยางที่วางประกบอยู่ ปลาจะถูกป้อนระหว่างลูกกลิ้งและแผ่นยาง แล้วถูกรีดเอาเนื้อออกผ่านรูบนลูกกลิ้งเข้าไปอยู่ในลูกกลิ้ง ส่วนก้าง กระดูก เกล็ดและส่วนที่ไม่ใช่เนื้อจะออกมาระหว่างลูกกลิ้งและแผ่นยาง ส่วนล่างจะมีภาชนะรองรับอยู่ ข้อดีของการใช้เครื่องแยกเนื้อปลา คือ ทำให้ได้เนื้อปลามากกว่าการใช้มือขูด เนื่องจากจะมีส่วนของเนื้อที่ติดกับส่วนหัวและส่วนท้องออกมาด้วย แต่มีข้อเสีย คือ เนื้อปลาที่ได้ไม่ค่อยขาว เนื่องจากมีเศษเลือด ส่วนของไส้ที่เกิดจากการเอาไส้ออกไม่หมดและล้างไม่สะอาดออกมาด้วย
2. การล้าง เนื้อปลาที่โปรตีนที่ละลายน้ำได้แต่ไม่ให้ความเหนียว คือ พวก SARCOPLASMIC PROTEIN ถ้ามีโปรตีนชนิดนี้มากทำให้เนื้อปลาไม่เหนียว จึงได้มีการคิดวิธีทำให้เนื้อปลาบดเหนียวขึ้นโดยการล้างเอาโปรตีนที่ละลายในน้ำ (WSP) ออก ขั้นตอนนี้ทำโดยล้างเนื้อปลากบด 2 ครั้ง ด้วยน้ำเย็น (น้ำผสมน้ำแข็ง) เติมเกลือหรือไม่เติมเกลือก็ได้ ในอัตราส่วน เนื้อปลาบด : น้ำเย็น เท่ากับ 1 : 4 เติมเกลือร้อยละ 0.2 ในการล้างครั้งที่ 1 และร้อยละ 0.3 ในการล้างครั้งที่ 2 การล้างเพื่อเอาโปรตีนที่ละลายน้ำ เลือด ไขมัน และกลิ่นซึ่งส่วนใหญ่จะติดอยู่ในไขมันออก

   ข้อดีของการล้าง คือ

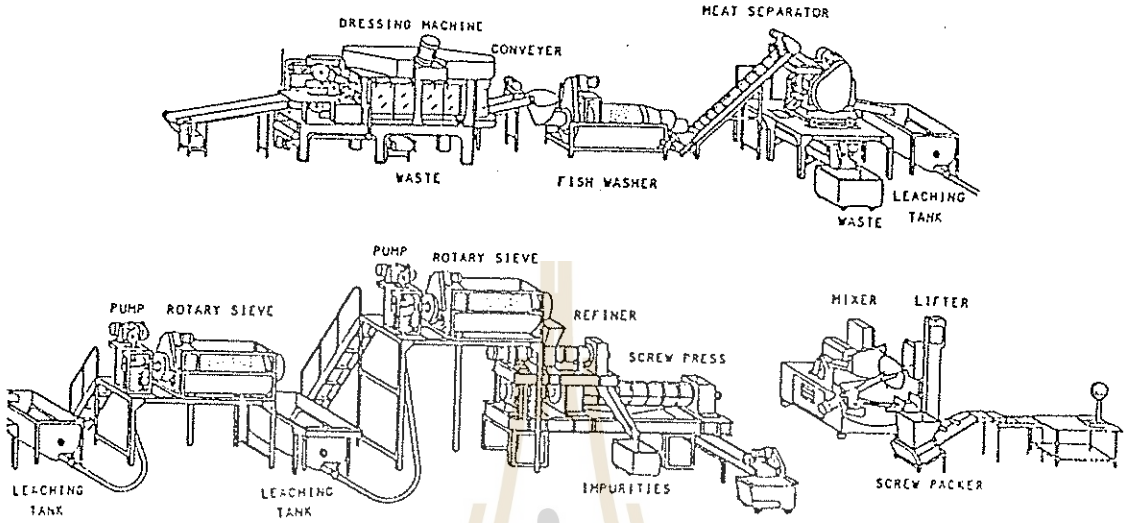
   2.1 ช่วยเพิ่มความเหนียวหรือความสามารถในการเกิดเจล
   2.2 ปรับปรุงสีทำให้เนื้อปลามีสีขาวขึ้น
   2.3 กำจัดกลิ่นคาวปลา
   2.4 ทำให้ซูริมิที่ได้มีกลิ่นเป็นกลาง ซึ่งสามารถเติมกลิ่นและรสชาติต่าง ๆ ได้ เมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
3. การเอาน้ำออก การล้างแต่ละครั้งต้องกรองเอาน้ำออกโดยใช้ที่กรองไนลอนถ้าผลิตน้อย หรือใช้เครื่องกรอง ถ้าใช้การกรองผ่านไนลอนต้องเอาน้ำออกโดยการใส่ถุงทับด้วยแรงกด

(HYDRAULIC PRESS) เพื่อเอาน้ำออก ถ้าใช้เครื่องจะมีลักษณะเป็น SCREW PRESS จะเป็นการทำโดยต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อปรับปริมาณน้ำในเนื้อปลาให้ได้ร้อยละ 75-80 ก็จะได้เนื้อปลาบดที่ผ่านการล้าง

4. การเอาหนัง ก้างและเกล็ดออก ขั้นตอนนี้เป็นการแยกเอาเกล็ด เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ก้างเล็ก ๆ ซึ่งอาจติดอยู่ในเนื้อปลาออกโดยใช้การกรองผ่านเครื่องกรองเรียก STRAINER ซึ่งมีรูขนาดเล็กมาก 1.2-3.2 มม. และมีแรงเหวี่ยงสูง ในขั้นตอนนี้จะทำต่อเนื่องจากขั้นแยกน้ำออกเพื่อลดความร้อนที่อาจมีผลทำให้คุณภาพของเนื้อปลาบดเสียไป เนื่องจากต้องใช้แรงมาก
5. การผสม ทำในเครื่องสับผสม (SILENT CUTTER) เนื้อปลาบดที่ผ่านขั้นที่ 4 จะมีสีขาวต้องมาผสมกับน้ำตาลซอร์บีทอล (SORBITOL) ประมาณร้อยละ 3-5 เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของโปรตีน (PROTEIN DENATURATION) หรือ เรียกว่าเป็น CRYOPROTECTANT และฟอสเฟต (อาจใช้โซเดียมไตรพอลิฟอสเฟต และ โซเดียมไพโรฟอสเฟต ในอัตราส่วน 1 : 1) ประมาณร้อยละ 0.3-0.5 เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของโปรตีน
6. การบรรจุ ซูริมิก่อนไปแช่เย็นเยือกแข็งโดยทั่วไปจะถูกบรรจุในถุงพลาสติกหรือถาดโลหะปลอดสนิม ซึ่งมีพลาสติกรอง ซึ่งจะใช้เป็นพิมพ์ขนาดบรรจุ 10 กิโลกรัม
7. การแช่เยือกแข็ง นำเนื้อปลาบดที่บรรจุแล้วไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ –30 ถึง –40 องศาเซลเซียส โดยเครื่องแช่เยือกแข็ง แบบ CONTACT PLATE FREEZER หรือ AIR BLAST FREEZER จนแข็งประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วแต่ประสิทธิภาพของเครื่องแช่เยือกแข็ง แล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตซูริมิ



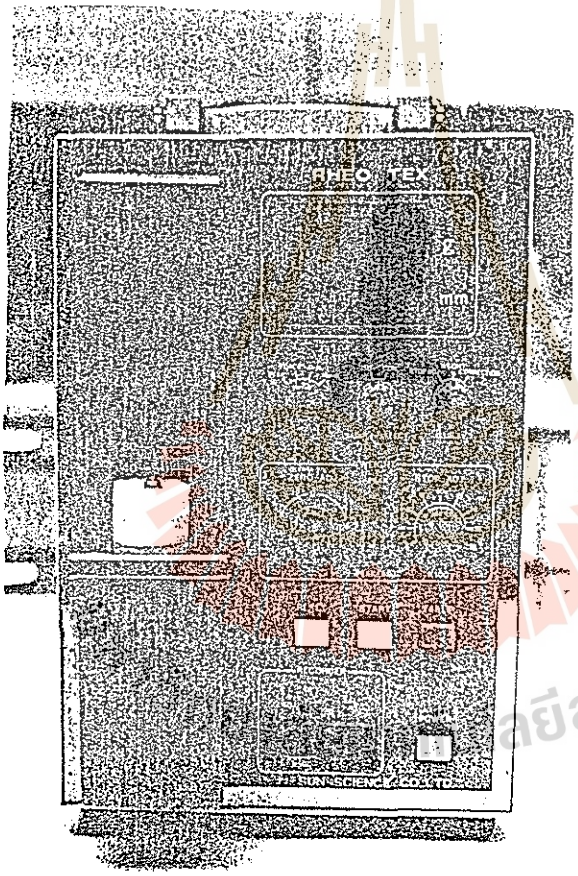
<u>คุณภาพและมาตราฐานของผลิตภัณฑ์ซูริมิ</u>

การประเมินคุณภาพของซูริมิเป็นเกรดต่าง ๆ ในทางการค้าประเมินจากความเหนียว (GEL STRENGTH) ตรวจโดยใช้เครื่องวัดความเหนียว เรียกว่า RHEOMETER (รูปที่ 3) หรือโดยวิธีพับ (FOLDING TEST) (รูปที่ 4) ซึ่งเป็นวิธีการรีดเนื้อปลาให้เป็นแผ่นไม่มีฟองอากาศ แล้วอัดใส่หลอดบรรจุซึ่งเป็นถุงพลาสติกโพลีไวนิลิดีนคลอไรด์ (POLYVINYLIDENE CHLORIDE) ต้มให้สุกแล้วตัดมาวัดค่าความเหนียวและสี (COLUOR) ตรวจด้วยสายตาหรือเครื่องมือชื่อ WHITENERS METER ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้อง ได้แก่

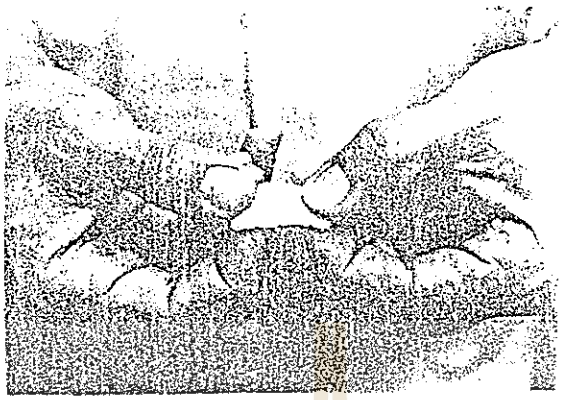
1. ชนิดของปลา ปลาแต่ละชนิดให้ความเหนียวต่างกัน ปลาที่โรงงานผลิตซูริมิในประเทศไทยนำไปทำ ได้แก่ ปลาทรายแดง (TREADFIN BREAM) ปลาจวด (CROAKER) ปลาปากคม (LIZARD FISH)
2. ความสดของปลา ปลาสดให้ความเหนียวดีกว่าปลาไม่สด
3. วิธีการผลิตและการควบคุม การผลิตซูริมิด้วยอาศัยกระบวนการที่เย็นตลอดเวลา มิฉะนั้นคุณสมบัติของเนื้อปลาจะไม่ได้ตามต้องการหรือเสียไป

4. ความชื้นของผลิตภัณฑ์ ความชื้นเป็นปัจจัยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากหรือน้อย ความชื้นน้อยผู้ซื้อจะได้ประโยชน์ เนื่องจากสามารถเอาไปเติมน้ำเมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์อย่างอื่นได้ เช่น ลูกชิ้น
5. การควบคุมอุณหภูมิ การแช่เยือกแข็งและห้องเย็นให้ได้ตามเกณฑ์กำหนด อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ได้ –18 องศาเซลเซียส ห้องเย็นที่เก็บมีอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส สม่ำเสมอไม่สูง ๆ ต่ำ ๆ
6. การขนส่ง ทั้งสภาพและการควบคุมอุณหภูมิมีความจำเป็นต่อการรักษาคุณภาพของซูริมิ

รูปที่ 3 แสดงเครื่องวัดความเหนียว (Electronic Rheometer)



รูปที่ 4 แสดงวิธีการวัดค่าความเหนียว โดยวิธีการพับ



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง (มอก. 935-2533) ได้กำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์นี้ไว้หลายอย่างทั้งทางกายภาพและเคมี โดยมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเนื้อตามธรรมชาติของเนื้อปลา ไม่นิ่มเละ ไม่มีรอยแห้งเนื่องจากการเก็บรักษาและไม่มีสีผิดปกติจากสีธรรมชาติของผลิตภัณฑ์
2. กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นเหม็น
3. ความเหนียว เมื่อทดสอบโดยวิธีวัดด้วยเครื่องวัดความเหนียว (RHEOMETER) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 400 กรัมเซนติเมตร และเมื่อทดสอบโดยวิธีฟันกัด (TEETH-CUTTING) ต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 6 คะแนน โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 2 ในกรณีที่มีปัญหาขัดแย้งให้ทดสอบใหม่โดยวิธีพับ (FOLDING TEST) ซึ่งจะต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 4 คะแนน เป็นวิธีตัดสิน โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3
4. สิ่งแปลกปลอมจากปลา ซึ่งหมายถึง ส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เนื้อปลาบด เช่น ก้าง หนัง เกล็ด ก้อนเนื้อ ผังพืด และรวมทั้งชิ้นส่วนจากภาชนะบรรจุ ต้องมีคะแนนไม่น้อยกว่า 6 คะแนน ซึ่งมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 4 ส่วนสิ่งแปลกปลอมจากมนุษย์และสัตว์ ซึ่งหมายถึง ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูล เส้นผม ขน เศษหนัง และอื่น ๆ จากมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งสิ่งแปลกปลอมจากวัตถุอื่น ๆ ซึ่งหมายถึง เศษไม้ เศษโลหะ กรวด ทราย ต้องไม่พบ
5. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 80

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความเหนียวของซูริมิ โดยวิธีฟันกัด

คะแนน	ระดับการตัดสิน
10	เหนียว แน่น มากที่สุด
8	เหนียว แน่น มาก
6	เหนียว แน่น
4	ค่อนข้างอ่อนและไม่แน่น
2	อ่อน
1	อ่อนมากที่สุด

ตารางที่ 3 แสดงการทดสอบความเหนียวของซูริมิ โดยวิธีการพับ

รายการที่	วิธีพับและลักษณะชิ้นทดสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนน	ระดับชั้น
1	มีรอยแตกเมื่อใช้นิ้วกดชิ้นทดสอบ	ไม่มีความเหนียว	1	D
2	พับชิ้นทดสอบให้เป็น 1 ใน 2			
	- แตกทันที	มีความเหนียวเล็กน้อย	2	C
	- แตกเล็กน้อย	มีความเหนียวพอใช้	3	B
	- ไม่แตก	มีความเหนียวปานกลาง	4	A
3	พับชิ้นทดสอบให้เป็น 1 ใน 4			
	- ไม่แตก	มีความเหนียวดีมาก	5	AA

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนน ในการทดสอบสิ่งแปลกปลอมจากปลาและภาชนะบรรจุ

จำนวนชิ้นสิ่งแปลกปลอม ต่อตัวอย่าง 10 กรัม	คะแนน
0	10
1 ถึง 2	9
3 ถึง 4	8
5 ถึง 7	7
8 ถึง 10	6
11 ถึง 14	5
15 ถึง 18	4
19 ถึง 23	3
24 ถึง 28	2
เกิน 28	1

มาตรฐานเนื้อปลาบดเยือกแข็ง ทางด้านจุลินทรีย์ จะกำหนดให้เนื้อปลาบดจะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^7 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม แต่จะมีจำนวนจุลินทรีย์เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่างใน 5 ตัวอย่าง
2. <u>เอสเชอริเชีย โคไล</u> (<u>Escherichia coli</u>) โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องไม่เกิน 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม แต่จะเกิน 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่างใน 5 ตัวอย่าง
3. <u>สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส</u> (<u>Staphylococcus aureus</u>) ค่าเอ็มพีเอ็น ต้องไม่เกิน 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม แต่จะมีค่าเอ็มพีเอ็นเกิน 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ได้ไม่เกิน 3 ตัวอย่างใน 5 ตัวอย่าง
4. ซาลโมเนลลา (Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
5. <u>วิบริโอ โคลีรา</u> (<u>Vibrio cholerae</u>) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

น้ำมันปลา (FISH OIL) ซึ่งสกัดมาจากเนื้อปลา หนัง หัว และหางของปลาทะเลหลายชนิด มีลักษณะคล้ายกับน้ำมันพืชทั่วไป คือ องค์ประกอบของไขมัน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย กรดไขมัน 3 โมเลกุลและกลีเซอรอล 1 โมเลกุล แต่กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ มีความแตกต่างจากน้ำมันพืช โดยกรดไขมันในน้ำมันปลาจะประกอบด้วย กรดไขมันไม่อิ่มตัวอย่างยิ่ง (HIGHLY POLYUNSATURATED FATLY ACID) คือ มีจำนวนพันธะคู่มากกว่า 4 พันธะ อยู่ในสัดส่วนสูง กลุ่มของกรดไขมันที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มของกรดไขมันที่เรียกว่า "ω-3 FATLY ACID" ซึ่งเป็นชื่อที่เรียกมาจากตำแหน่งพันธะคู่อันแรกในสายของกรดไขมันที่นับจากปลายด้าน METHLY END หรือเรียกว่า ω-CARBOM ATOM ซึ่งในสายของกรดไขมันพันธะคู่อันแรกจะอยู่ที่ คาร์บอนอะตอมที่ 3 จึงเรียกว่าω-3 FATLY ACID กรดไขมันในกลุ่มω-3 มีประมาณ 10 ชนิด แต่มีเพียง 2 ชนิดที่มีบทบาทเด่นและสำคัญที่สุด คือ EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA มีคาร์บอน 20 ตัว มี DOUBLE BOND 5 ตำแหน่ง) และ DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA มีคาร์บอน 22 ตัว มี DOUBLE BOND 6 ตำแหน่ง) น้ำมันปลาทะเลแต่ละชนิดมีจำนวน EPA และ DHA ต่างกันไป

<u>คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมัน</u> จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำมันสำหรับบริโภค ได้ระบุคุณลักษณะของน้ำมันที่ต้องการไว้ดังนี้

1. น้ำมันสำหรับบริโภค ต้องใสปราศจากตะกอนขุ่นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่มีกลิ่นรสหืน และไม่เติมสิ่งปรุงแต่งหรือสิ่งแปลกปลอมอื่นใด
2. น้ำและสิ่งที่ระเหยได้ไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ค่าของกรดไม่เกิน 0.6 มิลลิกรัม โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ต่อ 1 กรัมน้ำมัน ค่าเปอร์ออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม สมมูลย์ต่อ 1 กิโลกรัมน้ำมัน ปริมาณสบู่ ไม่เกิน 0.005 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

<u>การเสื่อมเสียของน้ำมันปลา</u> เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาเคมี 2 ปฏิกิริยา คือ

1. ปฏิกิริยาไฮโดรโลซิส เป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนไตรกลีเซอไรด์ไปเป็น กลีเซอรอล โมโนกลีเซอรอล ไดกลีเซอรอล เมื่อมีน้ำอยู่และไลเปสเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูงและมีน้ำมาก ปฏิกิริยาการเกิดไฮโดรไลซิสก่อให้เกิดผลเสียแก่น้ำมัน ดังนี้
   1.1 ทำให้น้ำมันมีจุดเกิดควัน (SMOKE POINT) ต่ำ
   1.2 ทำให้เกิดควันขณะทอด
   1.3 เกิดการกัดกร่อนภาชนะที่ใช้ โดยกรดไขมันที่เกิดขึ้น
   1.4 ให้รสขมและมีกลิ่นสบู่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกลิ่นหืน จึงเรียกว่า HYDROLYTIC RANCIDITY

2. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ของ FREE RADICALS ซึ่งเกิดจากการแตกสลายของกรดไขมัน เมื่อทำปฏิกิริยากับ O_2 ปฏิกิริยานี้เป็นปัญหาที่พบทั่วไปในน้ำมันและไขมันทุกชนิด ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของไขมันทั้งด้านกลิ่นรสที่ไม่ดี (กลิ่นหืน) และคุณภาพของน้ำมันที่ด้อยลง เนื่องจากกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการหรืออาจเป็นสารที่เป็นพิษต่อร่างกายอีกด้วย พบว่า แสง ความร้อน และโลหะหนัก เป็นปัจจัยที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น

   การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในน้ำมันแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

   2.1 INITIATION เกิดขึ้นเมื่ออะตอมไฮโดรเจนถูกดึงออกจากกรดไขมัน เกิดเป็น ALKYL RADICAL ปฏิกิริยานี้สามารถเกิดขึ้นได้จากการกระตุ้นของแสง โลหะ หรืออาจเกิดจากการแตกสลายตัวของ HYDROPEROXIDE ที่เกิดขึ้นในช่วง PROPAQATION

   2.2 PROPAQATION เกิดเมื่อ FREE RADICAL ทำปฏิกิริยากับ O_2 ได้เป็น PEROXY RADICAL (ROO) ซึ่งจะเข้าทำปฏิกิริยากับไขมันไม่อิ่มตัวเกิดเป็น HYDROPEROXIDE (ROOH) และ ALKYL FREE RADICAL (R) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับO_2 เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่

   2.3 TERMINATION เกิดเมื่อ FREE RADICAL ที่มีปริมาณมากพอเกิดรวมตัวกันเป็นสาร NON-FREE RADICAL ซึ่งอาจทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่หยุดลงได้

   อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะไม่ขึ้นกับปริมาณ O_2 แต่จะขึ้นกับชนิดของกรดไขมัน กล่าวคือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความไม่อิ่มตัวของไขมัน การเกิดออกซิเดชันของไขมันสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 5

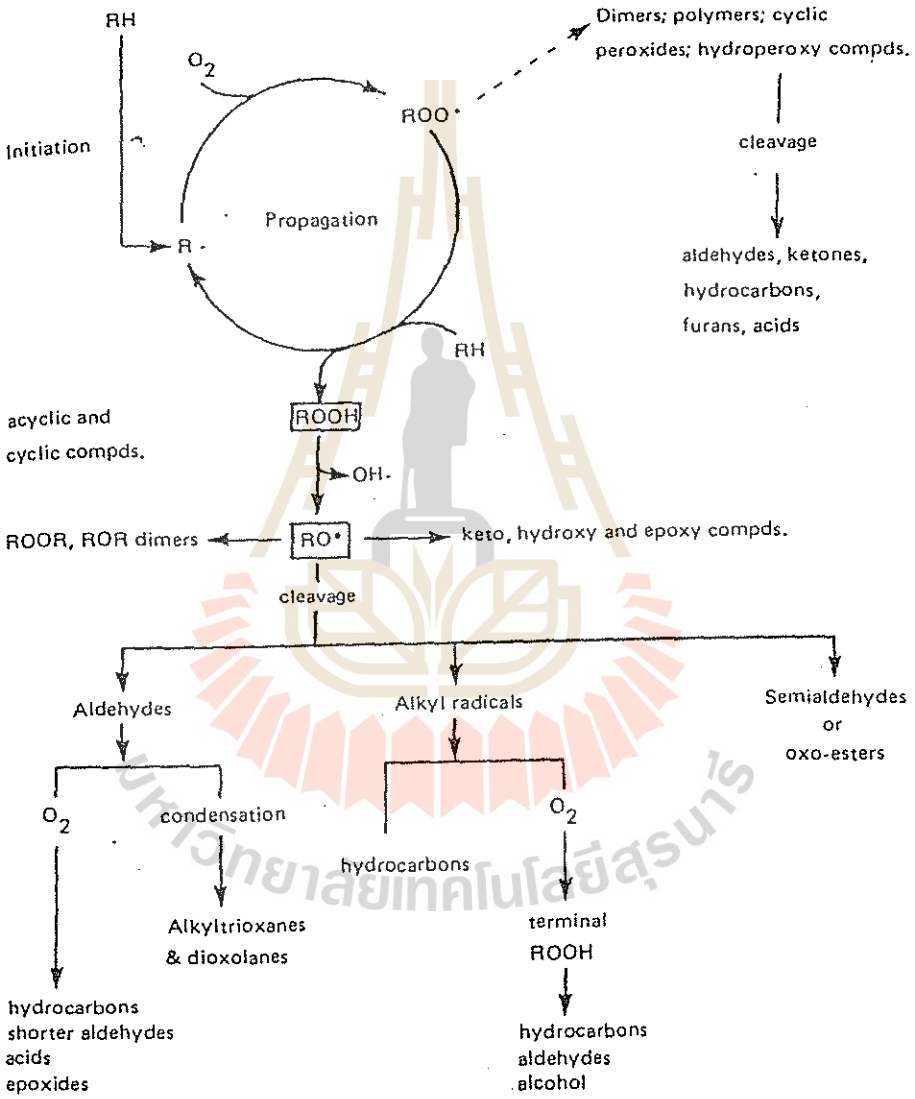
<u>ประโยชน์ที่ได้รับจากน้ำมันปลา</u>

ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะนำน้ำมันปลามาใช้ประโยชน์ในลักษณะของอาหารเสริม เนื่องจากกลุ่ม W-3 POLYUNSATURATED FATLY ACIDS มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง องค์ประกอบของสมองเป็นส่วนที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลง การสร้างเซลล์สมองจะเกิดขึ้นในระยะตัวอ่อน (FOETUS) โดยจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ ซึ่ง DHA เป็นกรดไขมันที่สำคัญมากในการสร้างเซลล์สมองนี้ DHA จะถูกเลือกอย่างเฉพาะเจาะจงเพื่อส่งไปยังสมอง เมื่ออายุมากขึ้นเซลล์สมองเหล่านี่จะเสื่อมประสิทธิภาพลง แต่การสร้างเซลล์สมองในส่วนที่ทำหน้าที่ส่งข่าวสารที่เรียกว่า เดนไดรท์ ยังสามารถดำเนินอยู่ ซึ่งมี DHA เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างเนื้อเยื่อ เดนไดรท์นี้ ดังนั้นการที่จะเพิ่ม DHA ในสมอง จึงควรได้รับจากการบริโภคปลาหรือน้ำมันปลา

นอกจากนี้ ยังมีการใช้ประโยชน์จากน้ำมันปลาในทางการแพทย์ ซึ่งพบว่า น้ำมันปลามีประโยชน์ในการยับยั้งการเกิดมะเร็งที่เต้านมและลำไส้ใหญ่ โรคเนื้องอกที่ตับและอวัยวะอื่น ๆ ลด

ความรุนแรงของโรคหัวใจ ลดไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ลดคลอเรสเตอรอลและลดการอุดตันของไขมันในเส้นเลือด ลดความดันเลือดสูง ช่วยรักษาโรคข้ออักเสบและโรคปวดศีรษะไมเกรน (สมพงษ์, 2533)

รูปที่ 5 แสดงแผนภาพการเกิด AUTOOXIDATION ของไขมัน



น้ำมันปลา มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งในแบบที่เป็น POLYUNSATURATED TRIGLYCERIDES และที่เป็น PARTIAL HYDROGENATED TRIQLYCERIDES เพื่อนำไปผลิตเป็น เนยเทียม เนยขาว และอื่น ๆ

ส่วนในการปศุสัตว์ได้มีการนำน้ำมันปลามาใช้เลี้ยงสัตว์เป็นเวลานานแล้ว เนื่องจากน้ำมันปลาช่วยในการเจริญเติบโต โดยเป็นแหล่งพลังงานที่ดีและเสริมวิตามินเอและดี จากการที่สัตว์ได้รับกรดไขมันประเภทกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากจากน้ำมันปลา ทำให้องค์ประกอบของกรดไขมันมีการเปลี่ยนแปลง คือ ทำให้ไก่และสุกร มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

- วัตถุดิบ

  ตะกอนไขมันจากกระบวนการผลิตซูริมิ 4 จุด ดังนี้

  1. ตะกอนไขมันจากถังพักใต้เครื่องบีบเนื้อ
  2. ตะกอนไขมันจากถังพักทรงกลมก่อนขึ้นเครื่องสลัดน้ำ
  3. ตะกอนไขมันจากถังกรอง 9 แทงก์
  4. ตะกอนไขมันจากถังพักเติมเกลือก่อนเข้าเครื่อง REFINER

- อุปกรณ์

  1. เครื่องมือที่ใช้ในการสกัดและแยกน้ำมันปลา
     1.1 เตาให้ความร้อน
     1.2 WATER BATH
     1.3 ผ้าขาวบาง
     1.4 กรวยกรอง
     1.5 กรวยแยก
     1.6 กระบวยสำหรับใส่ตัวอย่าง
  2. เครื่องมือในการวิเคราะห์โปรตีน
     2.1 อุปกรณ์ย่อยโปรตีน ประกอบด้วย ขวดย่อย (KJELDAHL FLASK) และ เตา (HEATING MANTLE)
     2.2 อุปกรณ์กลั่นหาโปรตีน (SEMI-MICRODISTILLATION APPARATUS) รูปที่ 6
     2.3 ขวดรูปชมพู่ (ERLENMEYER FLASK) ขนาด 250 มล.
     2.4 ปิเปต (PIPET) ขนาด 25 มล.
     2.5 บูเรตต์ (BURET) ขนาด 25 มล.
     2.6 ลูกแก้ว (GLASS BEAD)
  3. เครื่องมือในการวิเคราะห์ไขมัน
     3.1 อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (SOXHLET APPARATUS) ประกอบด้วย ขวดกลมสำหรับใส่ตัวทำละลายซอคเลต (SOXHLET) เครื่องควบแน่น (CONDENSER) และเตา (HEATING MANTLE) รูปที่ 7
     3.2 หลอดใส่ตัวอย่าง (EXTRACTION THIMBLE)
     3.3 สำลี
     3.4 ถ้วยกระเบื้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5 ตู้อบไฟฟ้า

3.6 ตู้ดูดความชื้น

3.7 WATER BATH (อ่างให้ความร้อน)

- สารเคมี

1. สารเคมีในการวิเคราะห์โปรตีน

1.1 MERCURY OXIDE (HgO)

1.2 POTASSIUM SULFATE (K_2SO_4)

1.3 CONC. SULFURIC ACID (H_2SO_4)

1.4 SODIUMHYDROXIDE (NaOH) 11.25 N

1.5 SODIUMTHIOSULFATE ($Na_2S_2O_3$)

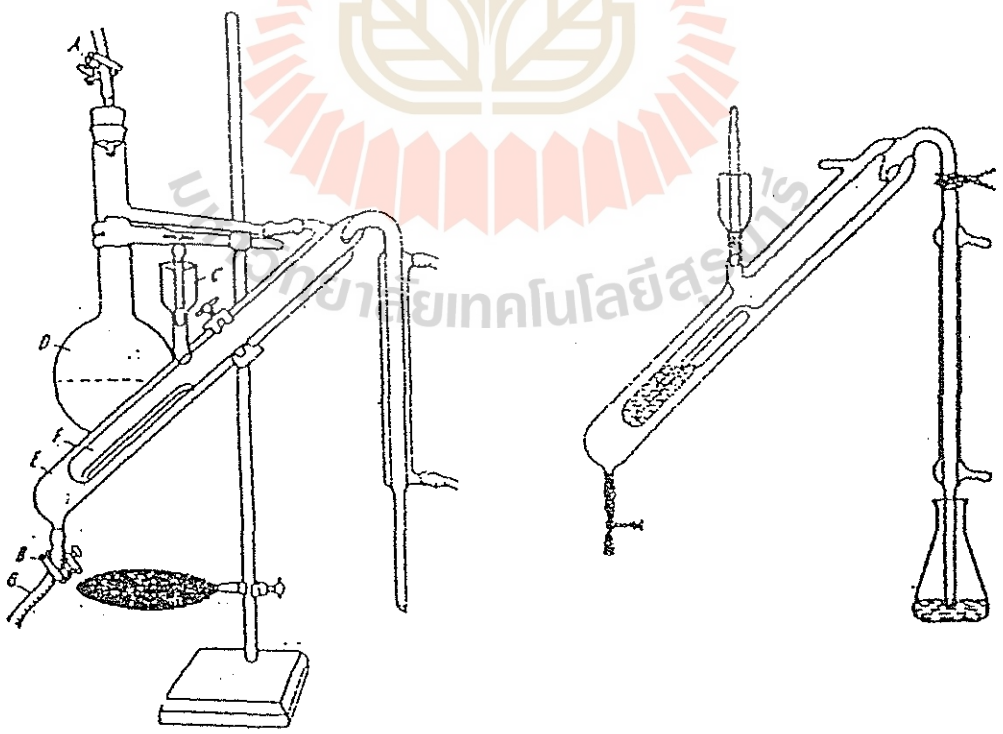
1.6 SULFURIC ACID (H_2SO_4) 0.2 N

1.7 METHYL RED

2. สารเคมีในการวิเคราะห์ไขมัน

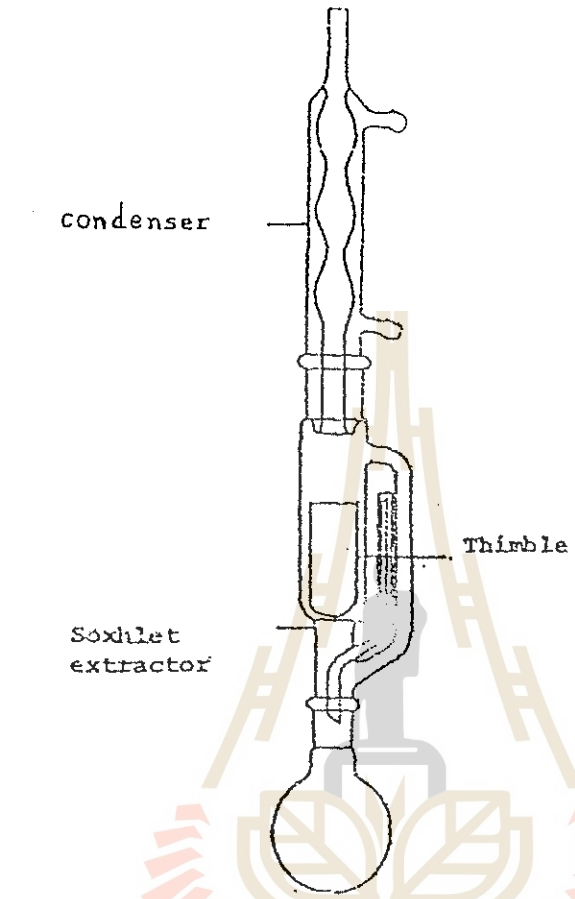
2.1 HEXANE

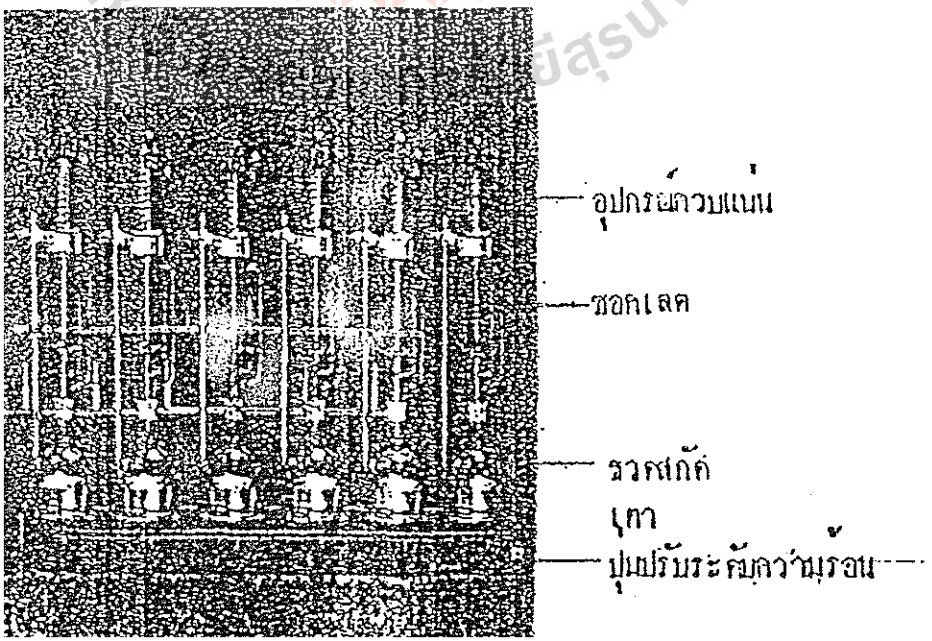
รูปที่ 6 แสดงอุปกรณ์กลั่นหาโปรตีน



Steam distillation apparatus for determination of nitrogen (from MARKHAM, 1942).

รูปที่ 7 แสดงอุปกรณ์สกัดไขมัน





วิธีการ

1. วิธีการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่ได้จากกระบวนการผลิตซูริมิ

ตะกอนไขมันที่นำมาสกัดน้ำมันปลาได้มาจาก 4 จุด ในกระบวนการผลิตซูริมิ ดังนี้

- ตะกอนไขมันจากถังพักใต้เครื่องบีบเนื้อ
- ตะกอนไขมันจากถังพักทรงกลมก่อนขึ้นเครื่องสลัดน้ำ
- ตะกอนไขมันจากถังกรอง 9 แทงก์
- ตะกอนไขมันจากถังพักเติมเกลือก่อนเข้าเครื่อง REFINER

โดยจะศึกษาปริมาณตะกอนไขมันที่ได้จากแต่ละจุดต่อวัน เพื่อหาอัตราส่วนที่จะใช้ผสมตะกอนไขมัน โดยในการสกัดน้ำมันจะใช้ ปริมาณตะกอนไขมันรวม 1000 กรัม ในแต่ละวิธีการสกัดน้ำมัน

การสกัดน้ำมันจากตะกอนไขมันซึ่งชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่ได้แล้วจะแบ่งออกเป็น

1.1 การต้ม ใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เตาไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อน ใช้เวลาในการต้ม 3 เวลา คือ 30, 60 และ 120 นาที โดยจะเริ่มจับเวลาเมื่อตะกอนไขมันเริ่มเดือด คือ ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

1.2 การนึ่ง ใช้อุณหภูมิ 80, 90 และ 95 องศาเซลเซียส โดยทำการนึ่งในอ่างให้ความร้อน (WATER BATH)

ใช้เวลาในการนึ่ง 30, 60 และ 120 นาที โดยเริ่มจับเวลาในการนึ่งได้ทันทีเมื่อปรับอุณหภูมิของ WATER BATH ได้ตามที่ต้องการ

หลังจากการสกัดน้ำมันจากตะกอนไขมันจะทำการแยกน้ำมันออกจากส่วนที่เป็นน้ำและตะกอน โดยการเทผ่านผ้าขาวบางลงไปในกรวยแยก และจะมีการบีบน้ำมันออกจากตะกอนที่อยู่ในผ้าขาวบางด้วย น้ำและน้ำมันในกรวยแยกจะแยกออกจากกันโดยปล่อยส่วนที่เป็นน้ำทิ้งไป แล้วเก็บส่วนที่เป็นน้ำมันไว้ น้ำมันที่ได้จะนำไปอบไล่ความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ส่วนตะกอนจะเก็บไปวิเคราะห์ไขมันและโปรตีนต่อไป

สำหรับการวิเคราะห์ไขมันและโปรตีนในตะกอนไขมันก่อนต้มในแต่ละจุด และรวมกันทั้ง 4 จุด จะทำการกรองตะกอนไขมันด้วยผ้าขาวบาง เพื่อเอาน้ำบางส่วนออกไปก่อนจึงนำไปวิเคราะห์

2. วิธีการวิเคราะห์โปรตีน

2.1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1.2-1.3 กรัม ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน

2.2 ใส่ MERCURY OXIDE 0.7 กรัม และ POTASSIUM SULFATE 15.0 กรัม

2.3 เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น ปริมาตร 25 ml.

2.4 ใส่ลูกแก้ว 5-6 ลูก

2.5 ย่อยบนเตาจนกระทั่งได้สารละลายใส

2.6 ปล่อยทิ้งให้เย็น

2.7 เติมน้ำกลั่น 200 ml. ลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่ว

2.8 ปล่อยทิ้งให้เย็น

2.9 เติม SODIUMTHIOSULFATE 25 ml.

2.10 จัดอุปกรณ์ชุดกลั่น แล้วเปิดสวิทซ์ไฟ และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่นด้วย

2.11 ใช้ FLASK ขนาด 250 ml. ซึ่งบรรจุกรดซัลฟูริค 0.2 N ปริมาณ 50 ml. ซึ่งเติม METHYL RED 5 หยด เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่จะกลั่นออกมา โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

2.12 เติม SODIUMHYDROXIDE 11.25 N ปริมาณ 25 ml. ลงในช่องใส่ตัวอย่าง

2.13 กลั่นประมาณ 1 ชั่วโมง จนได้ปริมาตรสารละลายใน FLASK ประมาณ 150 ml.

2.14 ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับ SODIUMHYDROXIDE 1.0 N สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง

2.15 ทำ BLANK ควบคู่โดยปฏิบัติตามข้อ 2-14

2.16 คำนวณปริมาณโปรตีนจากสูตร

ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

$$= \left[\frac{\text{(ปริมาณของ H2SO4 ที่ใช้ * ความเข้มข้นของ H2SO4 ที่ใช้) – (ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ * ความเข้มข้นของ NaHO ที่ใช้) * 1.4007 * 6.25}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \right]$$

ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของ BLANK

การเตรียมและหาความเข้มข้นมาตราฐานของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.0 นอร์มอล

- วิธีเตรียม

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เอ อาร์ เกรด (ANALYTICAL GRADE) ปริมาณ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เก็บสารละลายด่างในขวดแก้วซึ่งฝาขวดที่ใช้ต้องไม่ใช่แก้ว

- การหาความเข้มข้นมาตราฐาน

1. อาจใช้วิธีการไตเตรทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้นเดียวกันซึ่งผ่านการปรับมาตราฐานแล้ว โดยปิเปตสารละลายด่างปริมาณ 25 ml. ลงในขวด

รูปชมพู่ ไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือจากบูเรตต์ มีฟีนอฟทาลีนเป็นสารแสดงจุดยุติ (INDICATOR) แล้วคำนวณจาก

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

โดย N_1 = ความเข้มข้นกรด (นอร์มอล)

V_1 = ปริมาตรกรด (มล.)

N_2 = ความเข้มข้นด่าง (นอร์มอล)

V_2 = ปริมาตรด่าง (มล.)

2. วิธีที่จะได้ค่าถูกต้องแน่นอนกว่า คือ การใช้โพแทสเซียมเอซิดพาทาเลท (POTASSIUM ACID PHATHALATE : $KHC_8H_4O_4$) ซึ่งทำได้โดย อบโพแทสเซียมเอซิดพาทาเลทใส่กระจกนาฬิกาในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักให้ได้แน่นอน 8.0 กรัม (สำหรับความเข้มข้น 1.0 นอร์มอล) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มล. เติมด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอเนต ปริมาณ 25 มล. ทำซ้ำ 3 ขวด แล้วไตเตรทกับสารละลายด่างที่ต้องการทราบค่าความเข้มข้น โดยมีฟีนอฟทาลีนเป็นสารแสดงจุดยุติ คำนวณความเข้มข้นมาตราฐานของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้จาก

ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

$$= \frac{\text{น้ำหนักโพแทสเซียมเอซิดพาทาเลท (กรัม)}}{\text{ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไตเตรท (มล.)} * 0.2042}$$

หมายเหตุ (สมมูลของ $KHC_8H_4O_4$ = 204.216)

3.วิธีการวิเคราะห์ไขมัน

3.1 อบถ้วยกระเบื้องสำหรับรับน้ำมัน ในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำออกมาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอนไว้

3.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างเป็นจุดที่มีไขมันมากให้ชั่ง 1-2 กรัม ถ้าเป็นจุดที่มีไขมันน้อยให้ชั่ง 3-5 กรัม แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง (THIMBLE) คลุมด้วยสำลีและทับด้วย GLASS BEAD เพื่อให้ตัวทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

3.3 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จนตัวอย่างแห้ง

3.4 นำหลอดใส่ตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต

3.5 เติมตัวทำละลาย HEXANE ในขวดกลมสำหรับใส่ตัวทำละลาย ประมาณ 200 ml. โดยใส่ GLASS BEAD 5-6 ลูก แล้ววางบนเตา

3.6 ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่อเย็นอุปกรณ์ควบแน่น และเปิดสวิทซ์ให้ความร้อนใช้เวลาในการสกัดไขมัน 4 ชั่วโมง

3.7 เมื่อครบ 4 ชั่วโมงแล้ว นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจากซอคเลต และกลั่นเก็บตัวทำละลายจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

3.8 เทสารละลายในขวดกลมลงในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแล้ว กลั้วล้างขวดกลมด้วย HOXANE 2-3 ครั้ง โดยเทลงไปรวมกันในถ้วยกระเบื้อง

3.9 นำถ้วยกระเบื้องไปอังเพื่อระเหย HEXANE ออก บน WATER BATH อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนเหลือเพียงน้ำมัน นำไปทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักถ้วยกระเบื้องอีกครั้ง

3.10 คำนวณปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} * 100$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ดำเนินการศึกษา

นายไกรฤกษ์ บูรพารัตน์ นักศึกษาฝึกงาน ตำแหน่ง ผู้ช่วยหัวหน้าแผนกวิเคราะห์ สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ

บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด

ระยะเวลาการทำการวิจัย

การทดลองเริ่มตั้งแต่วันที่ 20 กันยายน 2542 สิ้นสุดเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2542

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

- ผลการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่เกิดจากกระบวนการผลิตซูริมิ

จากการศึกษาการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่เกิดจากกระบวนการผลิตซูริมิ ตะกอนไขมันที่นำมาสกัดน้ำมันปลาได้มาจาก 4 จุดในกระบวนการผลิตซูริมิ ดังนี้

จุดที่ (1) ตะกอนไขมันจากถังพักใต้เครื่องบีบเนื้อ

จุดที่ (2) ตะกอนไขมันจากถังพักทรงกลมก่อนขึ้นเครื่องสลัดน้ำ

จุดที่ (3) ตะกอนไขมันจากถังกรอง 9 แทงค์

จุดที่ (4) ตะกอนไขมันจากถังพักเติมเกลือก่อนเข้าเครื่อง Refiner

ตะกอนไขมันในแต่ละจุดจะทำการศึกษา ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันในตะกอนแต่ละจุด รวมทั้งทำการศึกษาปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันเมื่อนำตะกอนไขมันทั้ง 4 จุดมารวมกันก่อนทำการสกัดน้ำมันปลา จากการทำการศึกษา พบว่า จุดที่ 1 มีปริมาณตะกอนไขมันเกิดขึ้นมากที่สุดเฉลี่ย 110 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 44 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในขณะที่จุดที่ 2 มีตะกอนไขมันเกิดขึ้นในแต่ละวันน้อยที่สุดเฉลี่ยเพียง 25 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นทั้งหมด สำหรับจุดที่ 3 และ จุดที่ 4 มีปริมาณตะกอนไขมันเกิดขึ้น 80 กิโลกรัมต่อวัน และ 35 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 32 เปอร์เซ็นต์ และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5 จากปริมาณตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นในแต่ละวันจึงได้อัตราส่วนที่ใช้ในการสกัด จุดที่1 : จุดที่2 : จุดที่ 3 : จุดที่4 เป็น 4.4 : 1.0 : 3.2 : 1.4

ลักษณะของตะกอนไขมันในแต่ละจุดจะแตกต่างกัน โดยในจุดที่ 1 ตะกอนไขมันส่วนใหญ่จะเป็นส่วนของไขมันปลามีส่วนที่เป็นหนังหรือเนื้อปลาปนมาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในจุดที่ 2 ตะกอนไขมันส่วนใหญ่ยังคงเป็นไขมันปลาแต่น้อยกว่าในจุดที่ 1 มีส่วนที่เป็นเนื้อปลาปนมามากขึ้น สำหรับในจุดที่ 3 และ จุดที่ 4 ตะกอนไขมันจะมีส่วนที่เป็นไขมันปลาหลงเหลืออยู่เพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นส่วนของเนื้อปลา เมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนได้ผลดังตารางที่ 6 โดยพบว่า จุดที่ 1 มีปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักสูงที่สุดคือ 56.65 เปอร์เซ็นต์ และจุดที่มีปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักต่ำที่สุดคือ จุดที่ 3 มีปริมาณไขมัน 16.98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณโปรตีนจะให้ผลในทางตรงกันข้ามคือ จุดที่ 1 มีปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักต่ำที่สุดคือ 6.77 เปอร์เซ็นต์ และจุดที่ 3 มีปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักสูงที่สุดคือ 9.68 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำตะกอนไขมันทั้ง 4 จุดมารวมกันแล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมัน พบว่า มีปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเท่ากับ 41.96 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเท่ากับ 9.83 เปอร์เซ็นต์

จากนั้นทำการศึกษาเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมัน 2 วิธี คือ วิธีการต้มและวิธีการนึ่งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมัน จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่ให้ปริมาณน้ำมันปลาออกมามากที่สุดคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิที่ให้น้ำมันปลาออกมาน้อยที่สุดคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส สำหรับระยะเวลาที่ให้ปริมาณน้ำมันปลาออกมามากที่สุดคือ การใช้เวลา 60 นาที รองลงมา 120 นาที และ 30 นาที ตามลำดับ ดังแสดงผลในตารางที่ 7 ดังนั้นวิธีการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่เหมาะสมที่สุดคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ซึ่งจะสามารถสกัดน้ำมันปลาออกมาได้ 140.06 กรัม จากการใช้ปริมาณตะกอนไขมัน (4 จุดรวมกัน) เริ่มต้น 1000 กรัม คิดเป็น 14.01 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวิธีการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่ให้ปริมาณน้ำมันออกมาน้อยที่สุดคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้ปริมาณน้ำมันออกมาเพียง 73.65 กรัม คิดเป็น 7.36 เปอร์เซ็นต์

<u>- ผลการศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนหลังจากการสกัดน้ำมันปลา</u>

จากการศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอน หลังจากทำการสกัดน้ำมันปลาออกโดยวิธีการต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 8 และ 9 ซึ่งพบว่า ในส่วนของปริมาณไขมันที่เหลืออยู่ในกากตะกอน การสกัดน้ำมันปลาโดยวิธีการต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเหลืออยู่ในกากตะกอนสูงที่สุดในทุกๆ ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด คือ มีปริมาณไขมันหลงเหลืออยู่ในกากตะกอนเฉลี่ยเป็น 6.56 เปอร์เซ็นต์ , 8.25 เปอร์เซ็นต์ และ 10.73 เปอร์เซ็นต์ สำหรับระยะเวลาการสกัด 30 นาที , 60 นาที และ 120 นาที ตามลำดับ ส่วนวิธีการสกัดน้ำมันปลาที่ทำให้มีปริมาณไขมันหลงเหลืออยู่ในกากตะกอนน้อยที่สุดคือ การสกัดน้ำมันโดยวิธีการนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส โดยจะมีปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเหลืออยู่ในกากตะกอนเท่ากับ 4.78 เปอร์เซ็นต์ , 4.06 เปอร์เซ็นต์ และ 4.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอน พบว่า การสกัดน้ำมันปลาโดยวิธีการต่างๆ จะมีปริมาณโปรตีนหลงเหลืออยู่ในกากตะกอนปริมาณใกล้เคียงกันคือ อยู่ในช่วง 23 - 27 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณโปรตีนจะเหลืออยู่ในกากตะกอนน้อยที่สุดเมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที และเหลืออยู่มากที่สุดเมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัด 120 นาที

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นในแต่ละจุด

จุดที่	ปริมาณตะกอนไขมัน (กิโลกรัมต่อวัน)			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
1	108	105	117	110
2	16	31	28	25
3	80	81	79	80
4	35	25	45	35

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนในตะกอนไขมันแต่ละจุด และเมื่อรวมกันทั้ง 4 จุด

จุดที่	ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก				ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก			
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	เฉลี่ย
1	56.51	57.02	56.42	56.65	6.66	7.37	6.29	6.77
2	34.55	36.00	33.46	34.67	8.11	8.10	8.46	8.22
3	17.96	16.74	16.23	16.98	9.23	9.90	9.93	9.68
4	19.44	18.26	18.90	18.87	9.53	9.52	9.14	9.40
รวม 4 จุด	42.45	39.08	44.35	41.96	9.08	9.06	11.34	9.83

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ 7.1 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการต้ม (100 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณน้ำมัน (กรัม)
การต้ม	1	100	30	52.68
	2	100	30	102.55
	3	100	30	96.69
			เฉลี่ย	83.97
การต้ม	1	100	60	64.19
	2	100	60	117.78
	3	100	60	87.02
			เฉลี่ย	89.66
การต้ม	1	100	120	82.15
	2	100	120	114.80
	3	100	120	118.50
			เฉลี่ย	105.15

ตารางที่ 7.2 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (80 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณน้ำมัน (กรัม)
การนึ่ง	1	80	30	56.92
	2	80	30	77.16
	3	80	30	76.62
			เฉลี่ย	70.23
การนึ่ง	1	80	60	79.66
	2	80	60	88.79
	3	80	60	87.66
			เฉลี่ย	85.37
การนึ่ง	1	80	120	77.73
	2	80	120	87.70
	3	80	120	86.86
			เฉลี่ย	84.10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 7.3 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (90 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณน้ำมัน (กรัม)
การนึ่ง	1	90	30	144.04
	2	90	30	99.41
	3	90	30	153.41
			เฉลี่ย	132.29
การนึ่ง	1	90	60	156.42
	2	90	60	103.24
	3	90	60	160.53
			เฉลี่ย	140.06
การนึ่ง	1	90	120	156.14
	2	90	120	101.70
	3	90	120	155.84
			เฉลี่ย	137.89

ตารางที่ 7.4 แสดงปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (95 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณน้ำมัน (กรัม)
การนึ่ง	1	95	30	103.11
	2	95	30	69.02
	3	95	30	125.24
			เฉลี่ย	99.12
การนึ่ง	1	95	60	114.85
	2	95	60	89.94
	3	95	60	149.11
			เฉลี่ย	117.97
การนึ่ง	1	95	120	103.80
	2	95	120	80.96
	3	95	120	144.61
			เฉลี่ย	109.79

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีต่างๆ

ตารางที่ 8.1 แสดงปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการต้ม (100 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การต้ม	1	100	30	4.56
	2	100	30	8.53
	3	100	30	6.58
			เฉลี่ย	6.56
การต้ม	1	100	60	6.23
	2	100	60	10.01
	3	100	60	8.52
			เฉลี่ย	8.25
การต้ม	1	100	120	10.70
	2	100	120	12.54
	3	100	120	8.95
			เฉลี่ย	10.73

ตารางที่ 8.2 แสดงปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (80 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การนึ่ง	1	80	30	4.82
	2	80	30	4.51
	3	80	30	7.73
			เฉลี่ย	5.69
การนึ่ง	1	80	60	4.18
	2	80	60	4.17
	3	80	60	5.70
			เฉลี่ย	4.68
การนึ่ง	1	80	120	5.54
	2	80	120	5.37
	3	80	120	8.52
			เฉลี่ย	6.48

ตารางที่ 8.3 แสดงปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (90 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การนึ่ง	1	90	30	5.85
	2	90	30	4.16
	3	90	30	4.34
			เฉลี่ย	4.78
การนึ่ง	1	90	60	5.73
	2	90	60	2.84
	3	90	60	3.60
			เฉลี่ย	4.06
การนึ่ง	1	90	120	5.91
	2	90	120	4.40
	3	90	120	4.54
			เฉลี่ย	4.95

ตารางที่ 8.4 แสดงปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (95 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การนึ่ง	1	95	30	6.64
	2	95	30	5.19
	3	95	30	5.36
			เฉลี่ย	5.73
การนึ่ง	1	95	60	6.58
	2	95	60	5.10
	3	95	60	5.18
			เฉลี่ย	5.62
การนึ่ง	1	95	120	6.96
	2	95	120	5.56
	3	95	120	5.87
			เฉลี่ย	6.13

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีต่าง ๆ

ตารางที่ 9.1 แสดงปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการต้ม (100 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การต้ม	1	100	30	21.23
	2	100	30	21.67
	3	100	30	24.90
			เฉลี่ย	22.60
การต้ม	1	100	60	21.17
	2	100	60	21.38
	3	100	60	24.37
			เฉลี่ย	22.31
การต้ม	1	100	120	10.70
	2	100	120	16.91
	3	100	120	21.17
			เฉลี่ย	16.26

ตารางที่ 9.2 แสดงปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (80 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การนึ่ง	1	80	30	16.09
	2	80	30	19.21
	3	80	30	21.60
			เฉลี่ย	18.97
การนึ่ง	1	80	60	20.52
	2	80	60	19.75
	3	80	60	21.72
			เฉลี่ย	20.66
การนึ่ง	1	80	120	24.35
	2	80	120	22.08
	3	80	120	21.72
			เฉลี่ย	23.24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 9.3 แสดงปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (90 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การนึ่ง	1	90	30	23.14
	2	90	30	21.51
	3	90	30	25.40
			เฉลี่ย	23.35
การนึ่ง	1	90	60	25.53
	2	90	60	26.40
	3	90	60	25.51
			เฉลี่ย	25.81
การนึ่ง	1	90	120	27.12
	2	90	120	27.70
	3	90	120	26.34
			เฉลี่ย	27.05

ตารางที่ 9.4 แสดงปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนจากการสกัดโดยวิธีการนึ่ง (95 C)

วิธีการสกัด	ครั้งที่	อุณหภูมิ (C)	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก
การนึ่ง	1	95	30	26.16
	2	95	30	25.64
	3	95	30	23.98
			เฉลี่ย	25.26
การนึ่ง	1	95	60	27.14
	2	95	60	27.27
	3	95	60	26.68
			เฉลี่ย	27.03
การนึ่ง	1	95	120	28.57
	2	95	120	28.22
	3	95	120	28.35
			เฉลี่ย	28.38

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิจารณ์ผลการทดลอง

(1) จากการศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนในตะกอนไขมันแต่ละจุด พบว่า ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักในกากตะกอนจากจุดที่ 1 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเป็นตะกอนไขมันที่เก็บจากถังพักใบแรกหลังจากแยกเนื้อปลาออกจากก้างและหนัง ตะกอนไขมันที่ได้จากถังพักใบนี้จึงมีปริมาณไขมันสูง เพราะไขมันในปลาส่วนใหญ่จะอยู่ในกล้ามเนื้อสีเข้มซึ่งอยู่ถัดใต้ผิวหนัง (subcutaneous muscle) เมื่อแยกหนังออกจากเนื้อปลาจึงทำให้ไขมันใต้ผิวหนังส่วนนี้ออกมาได้ในปริมาณมาก ส่วนปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักจะมีค่าสูงสุดในตะกอนไขมันจากจุดที่ 3 เนื่องจากเป็นตะกอนไขมันที่ได้จากส่วนของถังกรอง 9 แทงค์ ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องการกวนล้างเนื้อปลาให้โปรตีนที่สามารถละลายน้ำได้ (sarcoplasmic protein) ละลายออก ดังนั้นตะกอนไขมันที่ได้จากส่วนนี้จึงมีปริมาณโปรตีนสูง

(2) จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดน้ำมันปลาระหว่างวิธีการต้ม (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) กับวิธีการนึ่ง (อุณหภูมิ 80 , 90 และ 95 องศาเซลเซียส) ที่ระยะเวลาการสกัด 30 , 60 และ 120 นาที พบว่า วิธีการสกัดที่ให้ปริมาณน้ำมันปลาจากมากไปน้อยคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส , การนึ่งที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส , การต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และ การนึ่งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสได้ปริมาณน้ำมันปลาออกมามากที่สุด เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่สูงพอและเหมาะสมในการสกัดน้ำมันปลาออกจากตะกอนไขมัน นอกจากนี้ยังเป็นอุณหภูมิที่สามารถบีบน้ำมันออกจากตะกอนได้ง่าย มีปริมาณไขมันเหลืออยู่ในกากตะกอนน้อยที่สุด ในขณะที่ถ้าตะกอนไขมันได้รับความร้อนต่ำเกินไปคือ การใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสในการสกัด จะทำให้น้ำมันปลาที่สกัดออกมาได้น้อย เพราะความร้อนไม่สูงพอในการสกัดน้ำมันออกมาได้หมด ส่วนถ้าตะกอนไขมันได้รับความร้อนสูงเกินไป จะทำให้โปรตีนเกิดการเกาะตัวกันแข็งมากไปบดบังทางออกของน้ำมัน ทำให้น้ำมันที่สกัดได้ออกมาน้อย และการบีบน้ำมันออกจากกากตะกอนเป็นไปได้ยากด้วย นอกจากนี้จากการศึกษา พบว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันคือ การใช้ระยะเวลา 60 นาที เพราะการใช้เวลาในการสกัดที่สั้นเกินไปจะไม่สามารถสกัดน้ำมันออกมาได้หมด หรือการใช้เวลาการสกัดที่นาน จะทำให้โปรตีนในกากตะกอนที่เหลือเริ่มแข็งตัว น้ำมันจะถูกบดบังให้สกัดออกมาได้น้อยลง

(3) จากการศึกษาปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนหลังจากสกัดน้ำมันโดยวิธีต่างๆ พบว่า กากตะกอนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันโดยวิธีการต้มมีปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักสูงที่สุด เนื่องจากการสกัดน้ำมันโดยวิธีการต้มตะกอนไขมันส่วนใหญ่จะถูกย่อยไปในระหว่างการ

ต้ม และน้ำจะระเหยออกไปบางส่วน ดังนั้นกากตะกอนที่เหลืออยู่จึงมีความเข้มข้นของไขมันสูง ส่วนกากตะกอนที่มีปริมาณไขมันเหลืออยู่น้อยที่สุดคือ กากตะกอนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันโดยวิธีการนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เพราะกากตะกอนที่ได้จากการนึ่งจะมีลักษณะที่นิ่มกว่าการต้มจึงสามารถบีบน้ำมันออกได้ง่าย และที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่สกัดน้ำมันออกมาได้ดี ไม่สูงจนโปรตีนแข็งตัวจนบีบน้ำมันออกมาได้ยาก หรือต่ำจนไม่สามารถสกัดน้ำมันออกมาได้ จึงมีปริมาณไขมันเหลืออยู่ในกากตะกอนน้อย

(4) จากลักษณะของน้ำมันที่สกัดได้จะแข็งตัวเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากน้ำมันปลาที่สกัดได้มีโปรตีนปนอยู่ด้วย ซึ่งโปรตีนส่วนนี้อาจเป็นพวก collagen เมื่อได้รับความร้อนแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จะเกิดการแข็งตัวเป็นเจลาตินทำให้น้ำมันปลาที่ได้มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้สีของน้ำมันปลาที่สกัดได้ยังแตกต่างกันตามชนิดของรงควัตถุ (pigment) ในตัวปลาอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการผลิตน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันที่เกิดจากการผลิตซูริมิ ซึ่งประกอบด้วยตะกอนไขมันจากจุดต่างๆ ได้ทำการศึกษาปริมาณตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนในตะกอนไขมัน สกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันโดยวิธีการต้มและวิธีการนึ่งที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันปลา แล้วทำการศึกษาปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอนหลังจากสกัดน้ำมันปลา สรุปได้ดังนี้คือ

(1) ตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซูริมิ มี 4 จุด คือ

- จุดที่ 1 ตะกอนไขมันจากถังพักใต้เครื่องบีบเนื้อ
- จุดที่ 2 ตะกอนไขมันจากถังพักทรงกลมก่อนขึ้นเครื่องสลัดน้ำ
- จุดที่ 3 ตะกอนไขมันจากถังกรอง 9 แทงค์
- จุดที่ 4 ตะกอนไขมันจากถังเติมเกลือก่อนเข้าเครื่อง Refiner

ปริมาณตะกอนไขมันที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จุดที่ 1 จะมีปริมาณมากที่สุดคือ 110 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนจุดที่ 2 จะมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 25 กิโลกรัมต่อวัน

(2) ตะกอนไขมันจากจุดที่ 1 จะมีปริมาณไขมันสูงที่สุดคือเฉลี่ย 56.65 เปอร์เซ็นต์ และตะกอนไขมันจากจุดที่ 3 จะมีปริมาณไขมันต่ำที่สุดคือเฉลี่ย 16.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณโปรตีนจะให้ผลในทางตรงกันข้ามคือ ตะกอนไขมันจากจุดที่ 1 จะมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุดคือเฉลี่ย 6.77 เปอร์เซ็นต์ และตะกอนไขมันจากจุดที่ 3 จะมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดคือเฉลี่ย 9.68 เปอร์เซ็นต์

(3) การสกัดน้ำมันปลาโดยวิธีการนึ่งจะได้น้ำมันปลาออกมาในปริมาณที่มากกว่าวิธีการต้ม โดยอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดน้ำมันปลาที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 60 นาที จะให้ปริมาณน้ำมันออกมา 140.06 กรัม จากการใช้ตะกอนไขมันเริ่มต้นรวม 1000 กรัม คิดเป็นปริมาณน้ำมันที่ได้เท่ากับ 14.01 เปอร์เซ็นต์

(4) ปริมาณไขมันที่เหลือในกากตะกอนโดยวิธีการต้มจะมีค่าสูงที่สุดคือ เฉลี่ยทั้ง 3 ระยะเวลาการสกัดมีค่าเท่ากับ 8.51 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการสกัดน้ำมันปลาที่ทำให้เหลือปริมาณไขมันในกากตะกอนต่ำที่สุดคือ การนึ่งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณไขมันเหลืออยู่ในกากตะกอนเฉลี่ยทั้ง 3 ระยะเวลาการสกัดเท่ากับ 4.60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณโปรตีนที่เหลือในกากตะกอน พบว่า มีปริมาณโปรตีนเหลืออยู่ในกากตะกอนในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทุกวิธีการสกัดคืออยู่ในช่วง 23 - 27 เปอร์เซ็นต์

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการทดลอง พบว่า น้ำมันที่สกัดได้จากตะกอนไขมันในกระบวนการผลิตซูริมิ เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีสถานะเป็นของแข็ง ซึ่งผู้ทดลองได้ทดลองศึกษาถึงปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีนในตะกอนไขมันเริ่มต้นก่อนทำการสกัดน้ำมันปลา พบว่า ตะกอนไขมันจากบางจุด โดยเฉพาะจุดที่ 3 และ จุดที่ 4 ส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อปลา ซึ่งมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง จึงทำให้น้ำมันปลาที่สกัดได้มีโปรตีนส่วนที่ละลายได้ปนอยู่ด้วย เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องโปรตีนส่วนนี้จะแข็งตัว ทำให้น้ำมันปลาที่สกัดได้แข็งตัวด้วยที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นผู้ที่สนใจจะทำการสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมัน ควรจะทดลองทำการสกัดน้ำมันปลาแยกเป็นจุดๆ หรือสกัดน้ำมันปลาโดยใช้ตะกอนไขมันจากจุดที่ 1 และ 2 เท่านั้น เพราะเป็นจุดที่มีปริมาณไขมันสูงและปริมาณโปรตีนค่อนข้างต่ำ หรือถ้าต้องการใช้ตะกอนไขมันจากทั้ง 4 จุดควรใช้การสกัดน้ำมันปลาโดยใช้ตัวทำละลาย เพื่อสกัดส่วนที่เป็นน้ำมันออกมาเพียงอย่างเดียว และจากการทดลอง พบว่า เมื่อตั้งทิ้งไว้จะมีโปรตีนบางส่วนตกตะกอนลงมาที่ก้นขวด ดังนั้น สำหรับผู้ที่สนใจจะสกัดน้ำมันปลาจากตะกอนไขมันนี้ ควรมีการเพิ่มขั้นตอนในการปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกโปรตีนส่วนนี้ออกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แปซิฟิค มารีน ฟู้ด โปรดักส์ ระหว่างวันที่ 31 ธันวาคม 2542 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม 2542 ได้ทำการศึกษาลักษณะการทำงานของฝ่ายควบคุมคุณภาพในแผนกต่างๆ และได้ทำการวิจัยในหัวข้อเรื่อง "การเพิ่มมูลค่าตะกอนในกระบวนการผลิตซูริมิ" พบว่า งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดีในระดับหนึ่ง กล่าวคือ สามารถหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมัน เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันออกมามากที่สุด ทราบปริมาณไขมันที่เหลืออยู่ในกากตะกอน แต่คุณภาพของน้ำมันที่ได้ยังควรต้องได้รับการศึกษาและพัฒนาต่ออีกระดับหนึ่ง เพื่อน้ำมันที่บริสุทธิ์และมีคุณภาพดียิ่งขึ้น สำหรับการมาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งเป้าหมายไว้ ข้าพเจ้าได้รับความรู้ทางด้านวิชาการที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ได้เรียนรู้การปรับตัวให้เข้ากับสังคมและวัฒนธรรมขององค์กร ได้มีโอกาสนำความรู้มาประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยเพิ่มพูนทักษะในด้านต่างๆ ให้กับข้าพเจ้าเป็นอย่างมาก ข้าพเจ้าจะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการมาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ไปปรับปรุงให้เกิดประโยชน์มากที่สุดต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

กนกอร อินทราพิเชฐ. 2541. Food Analysis Laboratory Manual. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 67 น.

พรทิพย์ แซ่เตีย. 2537. การศึกษาเบื้องต้นในการใช้เศษเหลือของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋องเพื่อผลิตน้ำมันปลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

มัฑนา แสงจินดาวงษ์. 2538. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 236 น.

สมพงษ์ สหพงศ์. 2533. น้ำมันลดไขมัน. สำนักพิมพ์รวมทัศน์. กรุงเทพฯ. 54 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. เนื้อปลาบด (ซูริมิ) เยือกแข็ง. มอก.935-2533. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 11 น.

Lanier, T.C. and C.M. Lee. 1996. Surimi Technology Part 1-3. Marcel Dekker, New York. 240 p.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี